COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX

METRO AUTOMATIQUE LEGER VAL

AVANT-PROJET DETAILLE

DOSSIER DE PRESENTATION

C H A P I T R E V

GEOLOGIE-GEOTECHNIQUE

Mars 1989

Rapport B.R.G.M.

n° 89 SGN 222 AQI

DOSSIER DE PRESENTATION DE L'A.P.D.

TABLE DES VOLUMES

I Description générale du projet

II Infrastructures en ligne

III Stations

IV Equipements non liés au système

V Géologie - Géotechnique

VI Réseaux / Enquête caves - fondations / Archéologie

VII Environnement végétal

VII Sécurité des personnes

Le présent dossier de présentation de l'A.P.D., élaboré à mi-délai des études, procède d'une double ambition :

* *il préfigure* la structure du dossier final dans la décomposition des grands domaines d'études qui constituent le projet pour ce qui concerne le génie civil et les équipements non liés au système,

* établi sur la base des options prises à ce jour par le Maître d'Ouvrage - qui complètent les dispositions de l'Avant-Projet Sommaire approuvé en Conseil de Communauté Urbaine, le 22 juillet 1988 - *il expose* les ouvrages étudiés en les illustrant par les notes spécifiques et les dossiers techniques correspondants.

SOMMAIRE

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE SOLS APD 1

1.1 - Sondages réalisés 1
1.2 - Opérations annexes 2
1.3 - Campagne complémentaire 3

2. RESULTATS GEOLOGIQUES 4

2.1 - Présentation générale des coupes 4
2.2 - Principaux résultats géologiques de la campagne APD 4

3. HYDROGEOLOGIE 9

3.1 - Piézométrie 9
3.2 - Perméabilité des terrains 12
3.3 - Influence du métro sur la nappe 14

4. CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES 15

4.1 - Les remblais 15
4.2 - Les alluvions de la moyenne terrasse du domaine karstique 15
4.3 - Les argiles des fossiles 16
4.4 - Les matériaux de remplissage des karsts 16
4.5 - Les alluvions fines du domaine alluvial 17
4.6 - Les sables et graviers du domaine alluvial 17
4.7 - Les calcaires du domaine karstique 18
4.8 - Les alternances marno-calcaires 18
4.9 - Les marnes du Sannoisien 19

5. EXPLOITATION DES PARAMETRES DE FORAGES 20

5.1 - Intérêt des paramètres bruts 20
5.2 - Calcul de la vitesse corrigée et de l'indice d'altération 20
5.3 - Résultats du traitement des paramètres 22

LISTE DES ANNEXES

N° B.R.G.M.

ANNEXE 1 : COUPES ET CARTES GEOLOGIQUES

- Coupes géologiques sur profils en long à 1/2 000
  - . Ligne A, St-Jean - A. Meunier 89-222-1
  - . Ligne A, A. Meunier - V. Hugo 89-222-2
  - . Ligne A, V. Hugo - P. Doumer 89-222-3
  - . Ligne A, P. Doumer - Grand Parc 89-222-4
  - . Ligne A, Place de l'Europe - Les Aubiers 89-222-5
  - . Ligne B, CHR - Préfecture 89-222-6
  - . Ligne B, Préfecture - Quinconces 89-222-7
  - . Bretelle de raccordement aux ateliers de Bruges 89-222-8
- Carte et coupes des vallées fossiles à 1/500
  - . Secteur St-Projet, coupe géologique transversale de la vallée fossile de la Devèze 89-222-9
  - . Secteur St-Projet, carte du toit du substratum 89-222-10
  - . Secteur Raynal, coupes géologiques de la vallée fossile du Caudéran 89-222-11
  - . Secteur Raynal : carte du toit du substratum . 89-222-12
- Implantation du réseau piézométrique Métro dans le secteur Quinconces - Jardin Public (1/2 000) 89-222-13

ANNEXE 2 : IMPLANTATION DES SONDAGES

- Ligne A : plans à 1/500 numérotés de A1 à A39
- Bretelle des ateliers de Bruges : 1 plan à 1/2 000 (n° A40)
- Ligne B : plans à 1/500 numérotés de B1 à B22

ANNEXE 3 : LOGS DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

- Résultats statistiques
- Logs des sondages ligne A
- Logs des sondages ligne B

ANNEXE 4 : RESULTATS DES ESSAIS GEOTECHNIQUES AU LABORATOIRE

- Argiles de remplissages des vallées fossiles
- Argiles, tourbes et sables du domaine alluvial
- Calcaires et marno-calcaires du Stampien
- Marnes sannoisiennes

ANNEXE 5 - CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES POUR LE CALCUL DES STATIONS

1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE SOLS APD

1.1 - Sondages réalisés

Lors de la préparation de 1'A.P.S. du métro de Bordeaux, 36 sondages avaient été réalisés début 1988 par 1'entreprise TEMSOL. Dans le cadre de 1'APD, cette même entreprise a réalisé 143 sondages entre le 21/9/88 et le 10/2/89, sous la direction du B.R.G.M. ; cette première série de sondages APD se répartit de la façon suivante :

	E	P	D	C	T	TOTAL
Ligne B, domaine karstique (1)	3	5	7	10	18	43
Ligne A . domaine karstique (1)	-	7	10	10	10	37
. domaine alluvial	4	12	-	12	12	40
Bretelle et ateliers de Bruges	-	3	-	-	9	12
Etude remontée de nappe (Jardin Public)	1	-	-	-	10	11
TOTAL réalisé au 10.02.89	8	27	17	32	59	143

(1) jusqu'à 1'Esplanade des Quinconces exclue.

E = puits de gros diamètre pour pompage d'essai
P = sondage pressiométrique, foré au bicône Ø 63 mm
D = sondage destructif, foré au tricône Ø 130 mm
C = sondage carottés, Ø 131 ou 116 mm, plus quatre CPS
T = sondage creusé entièrement à la tarière.

En fin de compte, si 1'on considère une bande de terrain de 50 m de large axée sur le tracé des lignes A et B proprement dites, on dispose actuellement d'environ 200 points de sondage pour un linéaire total de 11 km, dont :

- 120 sondages forés à 1'APD
- 30 sondages forés à 1'APS (6 sondages APS sont en effet hors de la bande de 50 m du fait de variations de tracé)
- 45 sondages plus anciens suffisamment fiables pour être pris en compte.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

EXEMPLE DE RESTITUTION GRAPHIQUE D'UNE COUPE DE SONDAGE PAR LE LOGICIEL ACTIF

FIG. 1.1

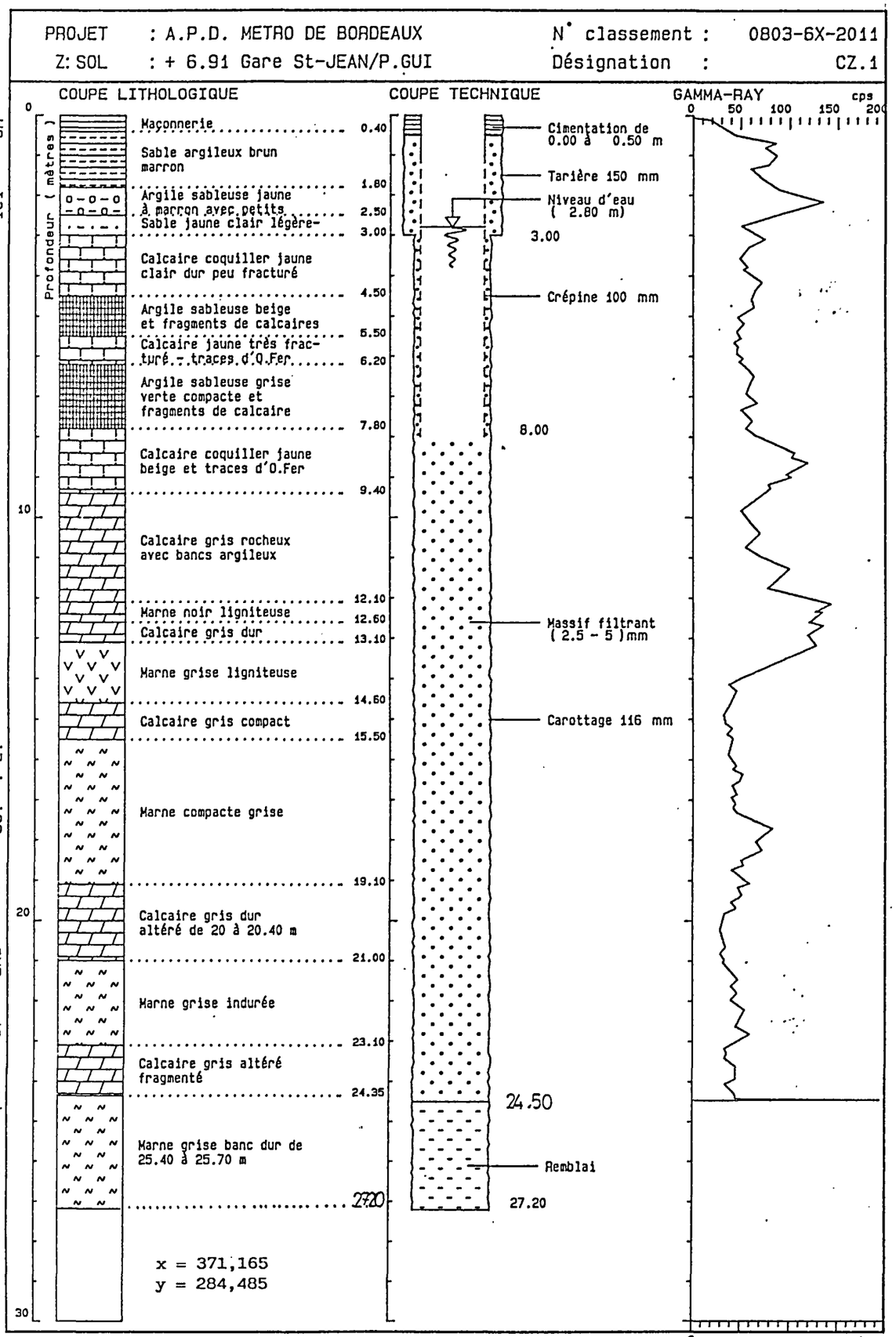
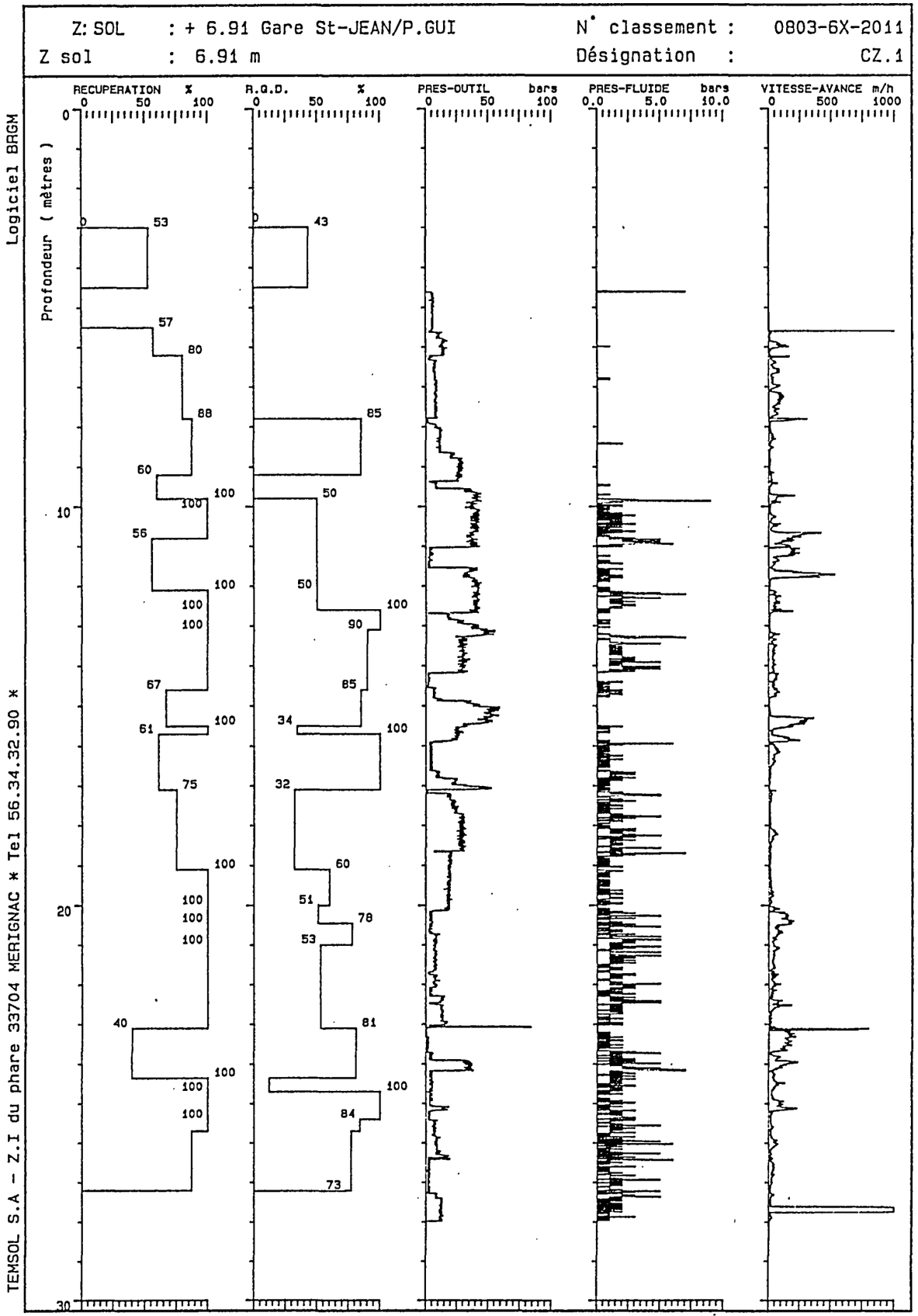


FIG. 1.1 bis



La densité des sondages forés à l'APD a été adaptée aux difficultés géologiques, aux types d'ouvrages à construire et à leur incidence sur l'environnement : elle varie très fortement, depuis 1 sondage tous les 15 à 20 m à la traversée des vallées fossiles de St-Projet et de Raynal, jusqu'à 1 sondage tous les 150 m dans le secteur du tunnel profond sous-alluvial (Quinconces-Grand Parc), où la continuité et l'horizontalité des couches permettent une interpolation très fiable.

Les 143 sondages de l'APD ont fait l'objet de coupes lithologiques, techniques et diagraphiques qui ont été restituées graphiquement grâce au logiciel "ACTIF" du BRGM. Un exemple typique en est donné sur la figure 1.1. L'ensemble des données ainsi mémorisées a fait ou peut faire l'objet de nombreux traitements numériques ou représentations graphiques.

1.2 - Opérations annexes

Dans le domaine karstique, tous les sondages destructifs et 24 sondages carottés ou pressiométriques ont fait l'objet d'un enregistrement numérique des **paramètres instantanés de forage** avec un appareillage de type GEOSCAN. Un traitement de ces paramètres a ensuite été entrepris avec l'IUT de Bordeaux (Laboratoire de Génie Civil, Professeur MORLIER) en vue d'en tirer un indice significatif de la karstification des calcaires (cf. chapitre 5).

Afin de faciliter l'interprétation des coupes, la plupart des sondages non carottés ont fait l'objet d'une diagraphie de **radioactivité naturelle** (gamma-ray), exécutée par le BRGM avec son propre matériel.

Soixante sondages ont été équipés en **piézomètres** tout au long des deux lignes, et dix autres installés spécifiquement dans le secteur sensible Tourny-Jardin Public, où la nappe est très proche de la surface.

Deux types **d'essai d'eau** ont été exécutés (cf. chapitre 3.2) :

- 3 séries d'essais ponctuels d'injection de type Lugeon,
- 6 pompages d'essai de longue durée.

Les **essais géotechniques** au laboratoire (chapitre 4) ont été réalisés soit au laboratoire central du BRGM à Orléans (pour le domaine karstique), soit au CETE de Bordeaux (pour le domaine alluvial).

L'évaluation des effets de la construction du métro sur la nappe phréatique a été effectuée par le BRGM grâce à un modèle mathématique des écoulements souterrains (cf. chapitre 3.4).

Enfin, le BRGM s'est assuré une collaboration de M. LARGILLIER (CETE de Bordeaux), ce qui a permis d'intégrer au projet l'expérience des reconnaissances du futur collecteur Peugue-Devèze, réalisées au cours de l'été 1988.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

1.3 - Campagne complémentaire

Au printemps 1989, **une deuxième phase de reconnaissance** qui pourrait comprendre 20 à 30 sondages sera entreprise, d'une part pour reconnaître la nature des fondations et l'environnement géologique des immeubles destinés à être repris en sous-oeuvre, d'autre part pour affiner la connaissance de certains secteurs particulièrement délicats.

L'ensemble de ces sondages et essais (1ère et 2ème phase) demeurera dans l'enveloppe des 3 MF de travaux prévus à cet effet dans le budget de l'APD.

A ce propos, il convient de souligner que la position, la profondeur et la nature des sondages et essais réalisés à l'APD sont étroitement liées au tracé en plan et au profil en long retenus au début de l'APD et approuvés par la CUB fin 1988. Toute modification notable de ce tracé ou de ce profil nécessiterait bien entendu de nouvelles reconnaissances.

2. RESULTATS GEOLOGIQUES

Plutôt que de revenir sur la description géologique et structurale détaillée du site bordelais, déjà fournie à l'APS, il nous a paru plus utile de synthétiser les informations essentielles sur une coupe-type, puis d'insister sur les principaux apports de la campagne APD.

2.1 - Présentation générale des coupes

Sur la coupe-type (fig. 2.1), on a nettement distingué les deux grands domaines de la géologie bordelaise :

- à droite le **domaine alluvial**, caractérisé par la quasi-horizontalité des couches géologiques et par leur continuité sur des kilomètres carrés, ce qui justifie une bien moindre densité des sondages,

- à gauche, le **domaine karstique**, caractérisé par la présence d'un "substratum" rocheux situé à une profondeur très variable, du fait de la présence toujours possible d'entonnoirs karstiques (dolines) pouvant l'entailler sur plus de 15 mètres, comme au CHR. Parfois, il n'y a pas de substratum franc, mais un calcaire altéré friable qui ne devient vraiment rocheux qu'à 15 m de profondeur ou plus (cas du secteur de St-Bruno).

Sur les coupes géologiques des deux lignes à 1/2 000 présentées en annexe, les limites entre les principales couches géologiques ont été représentées systématiquement, et dans un premier temps, par des lignes brisées joignant les points homologues des sondages contigus. Dans le domaine alluvial, on peut considérer que ces lignes sont très proches des interfaces réelles (incertitude inférieure à 1 m) ; par contre, dans le domaine karstique, le "toit" du calcaire karstique ne doit-il être considéré, au mieux, que comme la **courbe enveloppe supérieure des pointements du substratum**, pointements qui ont occasionné en sondage un refus à la tarière.

2.2 - Principaux résultats géologiques de la campagne APD

2.2.1 - Alluvions de la moyenne terrasse recouvrant le domaine karstique

a) Les alluvions de la moyenne terrasse de la Garonne se présentent de manière très générale, au droit des deux lignes, sous le faciès d'une argile bariolée compacte à petits galets, qui se trouve en continuité avec l'argile de décalcification du calcaire sous-jacent ; comme cette argile à galets a fréquemment rempli des entonnoirs karstiques, il a souvent été difficile de séparer les deux formations qui sont regroupées sous le même figuré sur les coupes géologiques.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

b) Les argiles à galets ne sont absentes qu'en deux secteurs bien précis : le parvis de la gare St-Jean et surtout le secteur du CHR, où elles font place à une couche de sables blancs homométriques, très propres ; au CHR, cette nappe de sables atteint 5 à 10 m d'épaisseur et le tunnel y sera partiellement creusé sur les 300 premiers mètres.

2.2.2 - Vallée fossile de la Devèze et de ses affluents

a) On a vérifié par de nombreux sondages que la vallée fossile de la Devèze, qui croise la ligne B juste après la station Gaviniès, ne risquait pas d'entamer la calotte du tunnel dans ce secteur.

b) Il n'y a pas de vallée fossile dans le secteur de St-Bruno (Préfecture), le creux indiqué sur la coupe APS correspondant à une plus grande altération du calcaire (faciès altéré d'aspect sableux).

c) Juste avant la station Raynal, les sondages réalisés à l'APS + APD ont permis de délimiter avec une grande précision le substratum de la **vallée fossile du Caudéran**, petit affluent de la Devèze rempli d'argile compressible, qui avaient déjà nécessité des fondations sur pieux pour la Caisse d'Epargne et la Grande Poste. Le fond de cette vallée (dont les isohypses ont été dessinés sur un plan à 1/500) est tapissé d'une mince couche de sables et galets roulés, tandis qu'on rencontre en surface, intercalée entre les remblais et l'argile compressible, une couche discontinue de tourbe pouvant atteindre 2 m d'épaisseur. La clé du tunnel devrait rester dans ces argiles sur 150 m environ avant la station Raynal.

d) Dans le secteur de St-Projet, les contours de la **vallée fossile de la Devèze** ont également été reconnus avec précision grâce à 13 forages implantés dans l'axe de la rue Ste-Catherine, que cette vallée recoupe à angle droit. Son remplissage est constitué de deux couches principales :

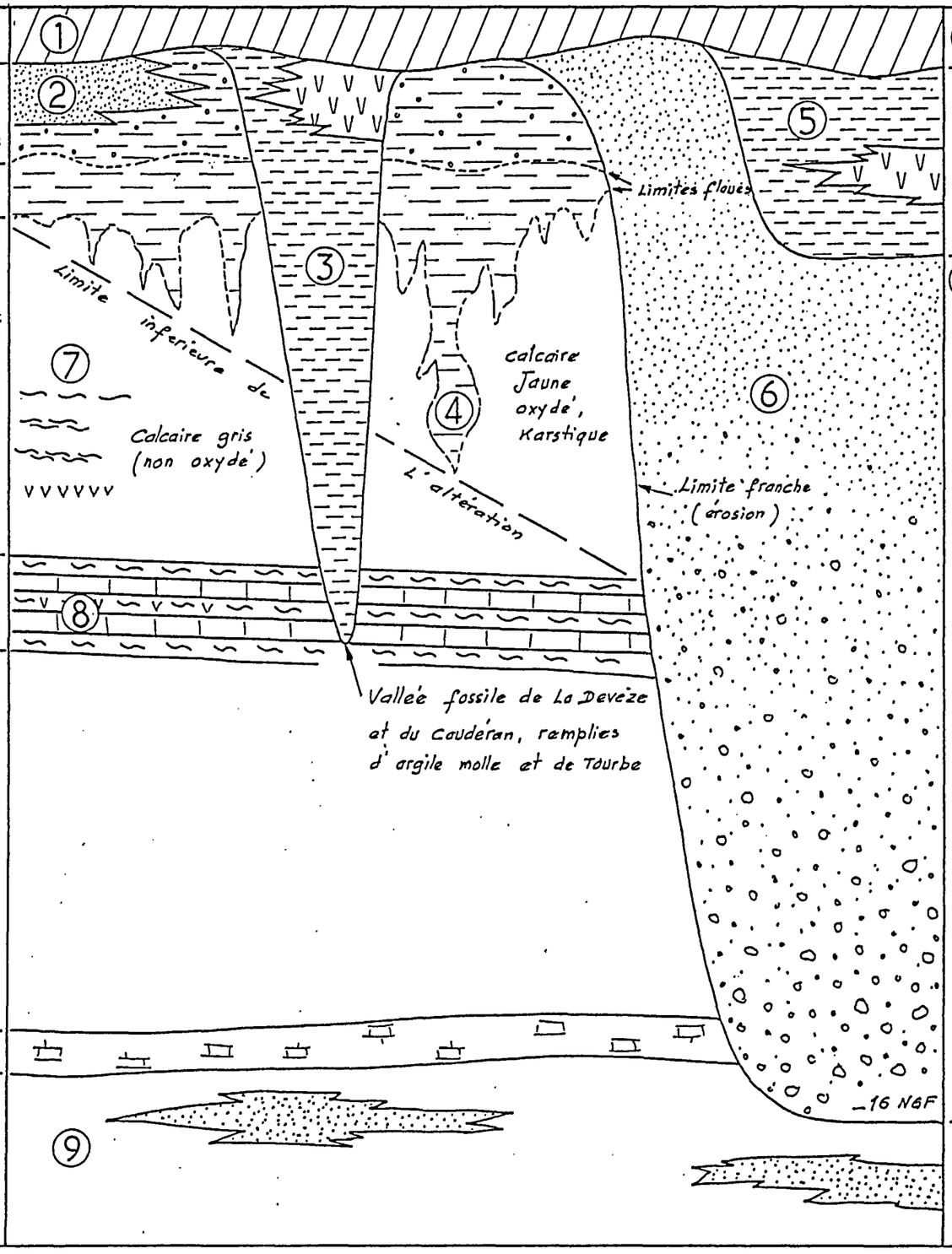
- un niveau de remblai d'une épaisseur de 5 à 10 m, dont la moitié supérieure est un vrai remblai fait de débris de construction, et la moitié inférieure un "faux remblai", constitué d'une argile noire analogue au niveau sous-jacent et chargé de débris divers qui y sont tombés ou s'y sont enfoncés aux époques historiques ;

- un niveau d'argile très compressible, noir, d'aspect vaseux, avec rares passages tourbeux et organiques ; ce matériau de remplissage est tout à fait identique à celui rencontré à Raynal, mais son épaisseur est plus forte (jusqu'à 14 m).

FIG. 2.1 – COUPE GEOLOGIQUE-TYPE DU SOUS-SOL DE BORDEAUX

DOMAINE KARSTIQUE — DOMAINE ALLUVIAL

QUATERNAIRE	2 à 8 m	① Remblais	
	5 à 10 m	② Moyenne terrasse : argile bariolée à petits galets A CHR et St-Jean : sables fins propres Argile brune de décalcification chargée de rognons calcaires	
STAMPIEN C		⑦ Calcaire coquillier à stratification entrecroisée à grains assez gros + algues et cimentation très variable. Surtout à la base, niveaux argileux et lits de marne varvée organique. Ce calcaire se présente sous 2 états : - état non oxydé : calcaire gris (CG) peu fissuré, massif - état oxydé : calcaire jaune plus ou moins karstifié (CK) avec cavités vides ou pleines	
STAMPIEN B	≃ 5 m	⑧ Alternances de marnes souvent très organique ou ligniteuse (noire) et de calcaire à grain fin souvent très dur Bancs de 50 cm en moyenne	
STAMPIEN A	≃ 20 m	Marnes à **Milioles** gris-bleuté à blanchâtre, avec niveaux très argileux noirâtre (organique). Passage toujours progressif des niveaux plus calcaires aux niveaux plus marneux.	
SANNOISIEN	2m	Marne brune à bleuâtre à fragments calcaires	
		⑨ **Marnes sannoisiennes**(molasse) Marne argileuse brune ou bariolée, très compacte avec lentilles de sable micacé.	



① Remblais	2 à 6 m	
⑤ Argile molle sous-consolidée, avec lentilles de vase organique noirâtre et de tourbe	4 à 5 m	FLANDRIEN
⑥ Sables légèrement argileux en tête puis sables propres à petits galets		
Graves propres à galets Ø 20 cm	12 à 16 m	QUATERNAIRE
		SANNOISIEN

A St-Projet comme à Raynal, on notera que les limites latérales de la vallée fossile dessinées sur les coupes à 1/500 peuvent être considérées comme assez précises, car ce sont les limites de l'érosion fluviatile qui a entaillé autrefois le calcaire ; or l'érosion est un phénomène beaucoup plus franc que l'altération toujours progressive qui limite vers le haut les calcaires karstiques. A St-Projet, cette limite d'érosion est très raide côté nord : c'est une falaise (pente de 65 % entre les sondages T 29 et C 30).

2.2.3 - Calcaire coquillier du Stampien

a) La double hétérogénéité du calcaire coquillier

La campagne APD est venue confirmer l'extrême hétérogénéité du calcaire coquillier, que ce soit dans le sens vertical ou horizontal ; cette hétérogénéité est provoquée par deux facteurs distincts dont les effets se superposent :

- d'abord, le **degré de cimentation originelle** de la roche, très variable à l'échelle du décimètre : on peut rencontrer côte à côte des calcaires pulvérulents (ex : "sables" calcaires du secteur de St-Bruno) et des récifs de calcaire corallien extrêmement durs (ex. "dalle calcaire" située sous la place Gaviniès) dont la résistance mesurée sur carotte peut atteindre 80 MPa.

- ensuite, le **degré de karstification** de la roche sous l'effet des circulations d'eau, qui sont venues altérer puis dissoudre le calcaire au cours des temps géologiques ; cette altération a conduit à la formation de cavités de taille très variable (quelques centimètres cubes à quelques mètres cubes) ; celles-ci sont soit vides (ou pleines d'eau si elles sont sous la nappe), soit plus souvent remplies par les matériaux sus-jacents qui s'y sont effondrés (argile de décalcification, argiles à galets, sables, graves ...).

Cette double hétérogénéité conduit à affirmer que toute extrapolation géologique ou toute corrélation entre sondages, fut-ce à quelques mètres de distance, est vaine au sein du calcaire karstique ; c'est ainsi que sur la place des Capucins (cf. fig. 5.1), deux sondages d'étalonnage distants de 1 m seulement ont rencontré le toit du calcaire karstique à des profondeurs différentes de 6 m ! Par suite, les caractéristiques du calcaire à tel PM du tunnel ne sauraient être déduites d'un sondage ponctuel même très proche, mais des moyennes et des dispersions statistiques connues dans le secteur. C'est pour cette raison que le nombre de sondages carottés a été volontairement limité, au profit de sondages destructifs qui permettent "d'échantillonner" la roche tous les centimètres, par le biais de la vitesse de foration et autres paramètres (cf. chapitre 5).

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

b) Le calcaire gris et le calcaire jaune

Les travaux de reconnaissance du collecteur Peugue-Devèze, qui devrait couper la ligne B du métro juste après la station Gaviniès, et passer sous la ligne A au niveau du cours d'Alsace-Lorraine, ont compris de nombreux sondages carottés très profonds (jusqu'à - 25 m NGF), qui ont permis d'établir pour la première fois dans ce secteur une stratigraphie très fine des terrains stampiens. C'est cette succession de couches (numérotées A, B et C du bas vers le haut) qui a été figurée sur la coupe-type de la figure 2.1.

Le principal résultat nouveau a été la mise en évidence de deux types de calcaire coquillier, qui correspondent en réalité à deux états du même matériau originel qui a été plus ou moins affecté par l'altération :

- l'état non oxydé, qui correspond à un calcaire gris (noté CG) peu fissuré et massif, et qui est l'état originel du calcaire coquillier,

- l'état oxydé, qui donne un calcaire jaune à blanchâtre, ayant subi une karstification plus ou moins intense (CK).

Autrement dit, la limite entre le calcaire gris et le calcaire jaune karstique n'est pas une limite stratigraphique, mais le front inférieur de pénétration de l'altération.

Normalement, le calcaire jaune surmonte toujours le calcaire gris. Cependant, dans les sondages du métro, on a rencontré exceptionnellement quelques petites récurrences décimétriques de calcaire jaune de part et d'autre de fissures par où aurait cheminé l'altération, et ce, à quelques mètres sous la limite CK/CG. Mais de façon générale, il apparaît que cette limite d'altération ne descend pas au-dessous du toit de la couche stratigraphique du Stampien B, que l'on appelait dans l'APS les alternances marno-calcaires.

Malheureusement, dans un sondage isolé, ne pénétrant que peu profondément dans le calcaire gris (CG), il est extrêmement difficile de savoir si l'on a déjà atteint le Stampien B, car le calcaire gris non oxydé est souvent très voisin lithologiquement du Stampien B, avec de nombreuses alternances de bancs marneux. Aussi, sur les coupes géologiques à 1/2 000, a-t-on laissé l'ancienne dénomination "alternances marno-calcaires" pour l'ensemble (CG + B).

De même, sur les coupes de sondage, le figuré spécifique à la lithologie "alternance marno-calcaire" peut aussi bien désigner un terrain appartenant stratigraphiquement au Stampien C (calcaire coquillier).

Au demeurant, cette distinction n'est pas essentielle du point de vue des travaux car la perméabilité du calcaire gris et du Stampien B (alternances marno-calcaires) est très voisine, alors qu'il existe un fort contraste entre le calcaire jaune et le calcaire gris (cf. chapitre 3.2).

2.2.4 - Argiles et tourbes du domaine alluvial

Pour cette formation, les principaux résultats apportés par l'APD ont été les suivants :

a) Epaisseur : grâce aux diagraphies gamma-ray, qui décèlent avec précision l'interface argile/sable, on a pu établir que cette formation avait une épaisseur moyenne de 4 m (et non pas 6 m comme on le pensait à l'APS) ; au niveau du pont de Cracovie, elle se réduit à 2-3 m ; sur la bretelle conduisant aux ateliers de Bruges, cette formation disparaît vers 300-400 m à l'Ouest des allées de Boutaut ; ce résultat est très important car il permet d'envisager des fondations superficielles pour l'essentiel des structures des ateliers.

b) Niveau tourbeux : ils ont été délimités avec soin, notamment dans l'emprise des stations et de la tranchée couverte du Grand Parc. Quatre sondages au carottier à piston stationnaire (CPS) y ont été exécutés pour disposer d'échantillons non remaniés aux fins d'essais de laboratoire. Les niveaux tourbeux apparaissent à partir de la station P. Doumer ; il s'agit plutôt d'argiles organiques ou à débris végétaux que de tourbe franche. On n'a jamais rencontré de lits tourbeux interstratifiés dans les sables et graviers sous-jacents.

2.2.5 - Sables et graviers du domaine alluvial

Le problème principal de la reconnaissance dans cette formation a été de prélever des quantités suffisantes d'échantillons représentatifs pour en déterminer la granulométrie, en veillant à ne perdre ni les fines ni à laisser de côté les plus gros éléments.

Les prélèvements à la tarière Ø 150 n'étant pas forcément représentatifs, on a effectué sept sondages à la soupape Ø 150 mm qui ont permis de remonter des galets jusqu'à 100 mm. Tous les éléments de ces sables et graviers sont cristallins ou siliceux.

2.2.6 - Marnes sannoisiennes

Au droit de la ligne A, la topographie de l'ancienne surface d'érosion des marnes sannoisiennes dans le domaine alluvial apparaît encore plus plate qu'on ne l'imaginait à l'APS, et voisine de la cote - 16 m NGF $\pm$ 0,50 m. Ces marnes contiennent quelques lentilles sablonneuses qui pourraient nécessiter des dispositions particulières au niveau des stations (approfondissement des parois moulées, injections ?), afin d'éviter un soulèvement hydraulique du fond de fouille.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

3. HYDROGEOLOGIE

3.1 - Piézométrie

3.1.1 - Installation d'un réseau piézométrique "Métro"

Un réseau piézométrique de 80 points de mesure environ a été installé tout au long des lignes A et B, ainsi que dans les secteurs susceptibles d'être influencés par les travaux du métro. Ce réseau a un triple but :

- fournir des informations fiables aussi bien aux projeteurs (calcul des parois et de l'exhaure des stations) qu'aux entreprises (ajustement précis de la pression de confinement des boucliers à bentonite) ;

- caler le modèle mathématique destiné à évaluer les risques de remontée de nappe à l'amont des tubes ;

- fournir un "état zéro" indiscutable en vue d'éventuelles réclamations des riverains après travaux.

Ce réseau comprend :

- quelques sondages "récupérés" de la campagne Métro 1973,

- 14 piézomètres satellites du Caudéran-Naujac (résultats communiqués régulièrement par le CETE),

- 14 piézomètres de la campagne APS Métro, relevés tous les deux mois par le BRGM depuis février 1988,

- 60 piézomètres de la campagne APD, nivelés avec soin par référence aux nouvelles cotes NGF de la CUB, dont 5 équipés de limnigraphes enregistreurs destinés à bien cerner l'influence de la marée et installés près des stations St-Jean, Quinconces (2), P. Doumer et Grand Parc.

3.1.2 - Les trois nappes du site bordelais

a) En isolant soigneusement la partie crépinée (prise de pression) des piézomètres (cf. coupes techniques des sondages), on a pu mettre en évidence presque partout une **nappe des remblais**, dont le niveau peut varier entre 1 et 4 m au-dessus de la nappe principale sous-jacente. Cette particularité tient à l'extension généralisée (sauf à St-Jean et CHR) d'un niveau argileux

immédiatement sous les remblais (argile de décalcification des calcaires, argile de remplissage des vallées fossiles, argiles superficielles du domaine alluvial). Ce niveau argileux permet l'existence dans les remblais d'une nappe perchée, probablement discontinue et dont le niveau oscille sans doute beaucoup en fonction des pluies et des fuites des réseaux.

b) Dans le domaine karstique, c'est-à-dire au Sud-Ouest de l'axe Comédie - Tourny - Fondaudège, se situe la **nappe des calcaires** qui circule dans les vides de dissolution du calcaire et dont "le substratum" quasiment étanche est constitué par les horizons marno-calcaires sous-jacents.

Cette nappe s'écoulant vers la Garonne, le tronçon St-Jean - Comédie de la ligne A correspond à peu près à une ligne équipotentielle, si bien que le niveau piézométrique de la nappe des calcaires y est à peu près constant : + 4 à + 5 NGF, avec un axe de drainage légèrement plus bas à A. Meunier et à St-Projet (+ 3 m NGF). La ligne B au contraire suit grossièrement une ligne de courant si bien que le niveau de la nappe des calcaires s'abaisse progressivement de + 9 m NGF (CHR) à + 5 m (place Tourny).

N.B. - Les niveaux indiqués ci-dessus, qui figurent également sur les coupes géologiques à 1/2 000, sont ceux de l'étiage exceptionnel de février 1989. L'expérience du Caudéran-Naujac, rue D. Johnston, montre que la fluctuation intersaisonnière pourrait être de l'ordre de 1,20 m, chiffre à confirmer par des observations pluriannuelles. Provisoirement, une surcote de 1,50 m environ, par rapport à l'étiage observé, a été retenue pour le dimensionnement des stations. Cette surcote pourrait localement être revue dans les zones influencées par les crues de la Garonne.

c) Au Nord-Est de l'axe Comédie - Tourny - Fondaudège, règne la **nappe alluviale de la Garonne**, presque toujours captive sous les argiles flandriennes ; son substratum est constitué par les marnes sannoisiennes pratiquement étanches. Au niveau de la ligne A, son niveau d'étiage est quasiment horizontal, voisin de la cote 0,50 m NGF ; normalement, elle s'écoule vers la Garonne, avec un très faible gradient (1 à 4 ‰). Mais en période de crue de la Garonne, la nappe peut être alimentée temporairement par le fleuve, comme elle l'est d'ailleurs chaque jour à marée montante. En fin de compte, son niveau paraît beaucoup plus lié au niveau intertidal moyen de la Garonne qu'à celui de la nappe des calcaires qui l'alimente à l'amont et qui, lui, dépend des précipitations tombées dans le bassin versant des petits affluents rive gauche de la Garonne (Peugue, Devèze, Caudéran, etc...). Une carte piézométrique de cette nappe est donnée fig. 3.1.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

d) L'un des résultats les plus intéressants de la campagne APD a été la mise en évidence d'une **discontinuité piézométrique** (de l'ordre de 3 à 5 m sur une distance inférieure à 100 m) entre la nappe alluviale et la nappe des calcaires, cette dernière alimentant la nappe alluviale par débordement le long d'un axe Comédie - Tourny Fondaudège. Cet axe coïncide avec un **môle étanche de marno-calcaire**, probablement surélevée par la faille de Bordeaux. Les travaux du Caudéran-Naujac ont montré que l'eau traverse très peu cette masse de marno-calcaire. Celle-ci est parfois suffisamment haute pour créer un véritable barrage vis-à-vis de la nappe, comme par exemple au sondage "sec" T34 près de la Comédie ; dans ce cas, on est conduit à admettre que la nappe des calcaires est obligée de contourner ces points hauts pour arriver à se déverser dans la nappe alluviale.

En résumé, il y a à Bordeaux des nappes de remblais, discontinues et temporaires, et deux nappes principales hydrauliquement distinctes : la nappe des calcaires qui reflète la pluviométrie passée locale, et la nappe alluviale liée à la Garonne ; la nappe des calcaires alimente la nappe alluviale par déversement souterrain dans l'axe Comédie-Fondaudège.

3.1.3 - Influence de la marée sur les nappes

La **nappe des calcaires** n'est que très légèrement influencée par la marée et seulement dans le secteur St-Jean - A. Meunier où son niveau est le plus proche de la Garonne ; l'amplitude des oscillations intertidale est de l'ordre de 50 cm à la Gare.

La **nappe alluviale** est bien sûr beaucoup plus influencée et les limnigraphes installés par le BRGM début 1989 ont apporté les principaux résultats suivants au cours du premier mois d'enregistrement :

a) A la station Quinconces, la plus proche de la Garonne (300 m), le marnage intertidal a varié de 33 à 53 m en février 1989 suivant le coefficient de la marée ; à ce marnage bi-quotidien se superpose cependant un cycle plus long, lié surtout aux alternances vive-eau/morte-eau, qui a provoqué une différence absolue maximale de 75 cm (cf. fig. 3.2). Aucune crue notable de la Garonne n'a été enregistrée à ce jour.

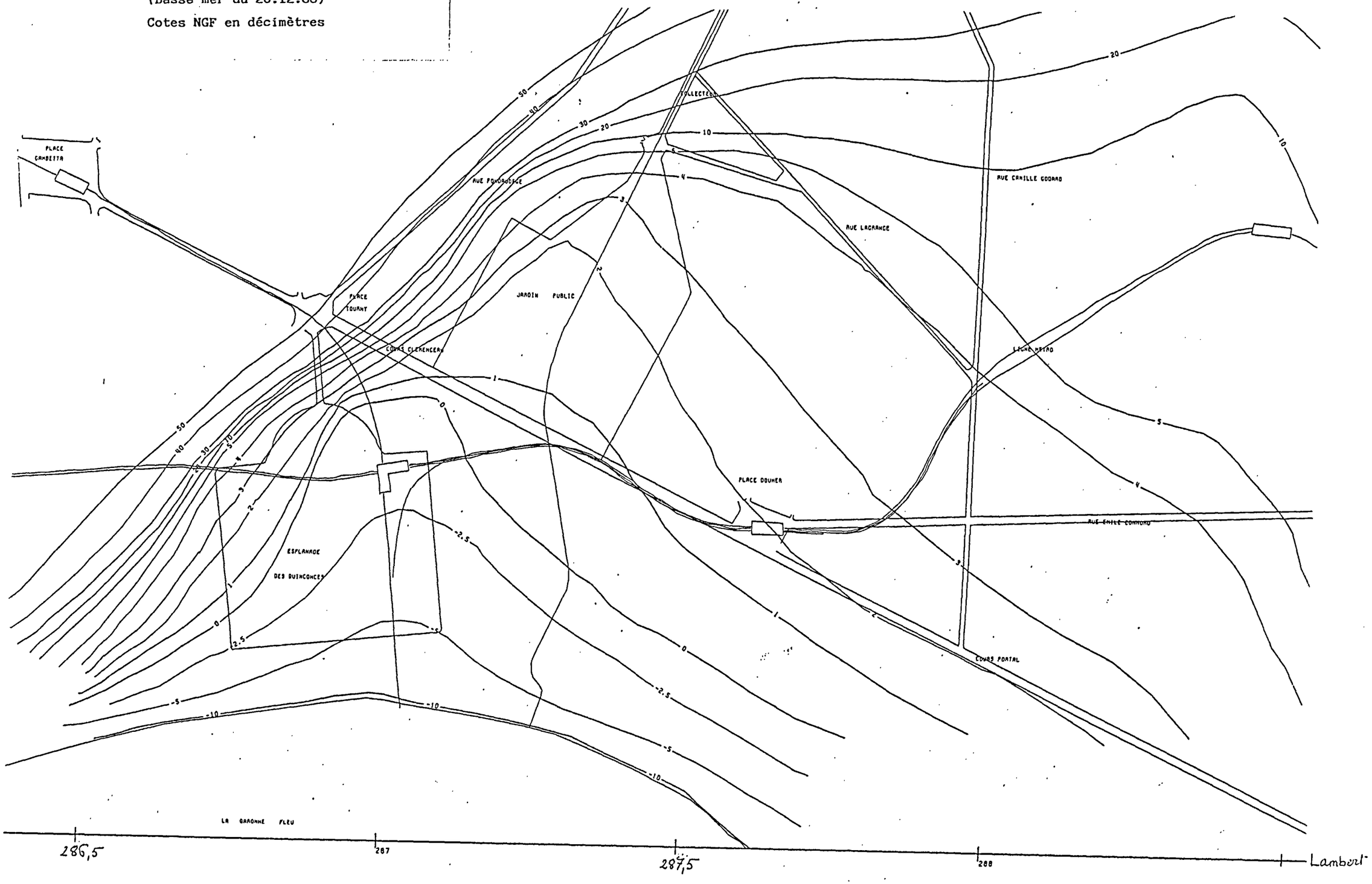
b) Cette différence absolue liée au cycle long se réduit à 42 cm place Paul Doumer, située à 450 m de la Garonne (limnigraphe Cz 50) ; près de l'ouvrage spécial du Grand Parc, à 900 m environ de la Garonne (limnigraphe Cz 71), le marnage biquotidien n'est plus perceptible et seul subsiste le cycle long (différence absolue de 9 cm).

FIG. 3.1

CARTE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE

(Basse mer du 26.12.88)

Cotes NGF en décimètres



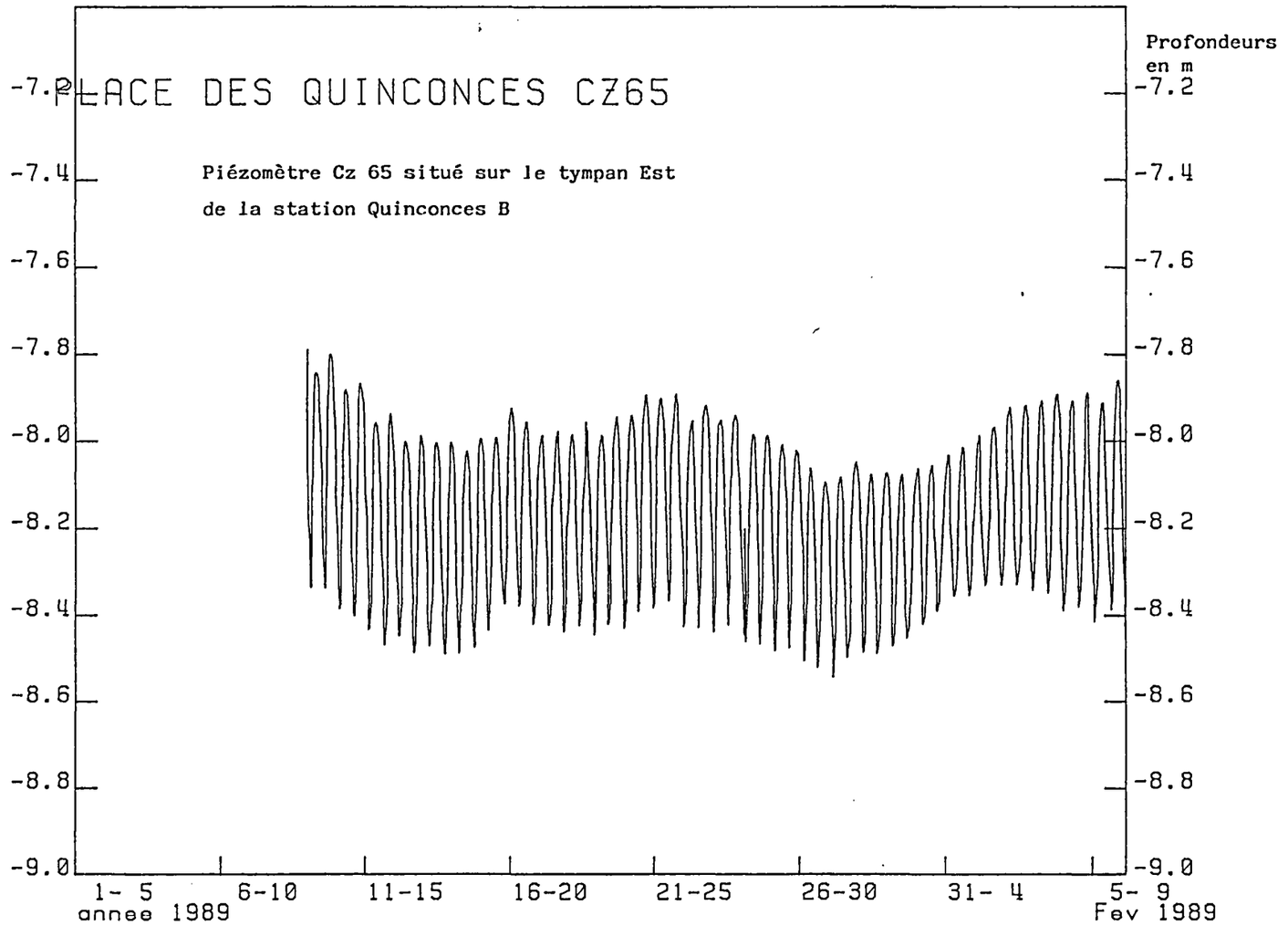


FIG. 3.2 - EVOLUTION PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE ALLUVIALE
DU 8 JANVIER AU 6 FEVRIER 1989

c) L'onde de marée haute arrive à Quinconces avec un décalage de 2 heures environ par rapport à la Garonne, alors que l'onde de marée basse n'est décalée que d'une heure.

3.2. - Perméabilité des terrains

3.2.1 - Essais de pompage

Six essais de pompage de longue durée (5 à 10 heures) ont été effectués dans des puits de gros diamètre, permettant l'utilisation d'une pompe immergée de 6" ; le rabattement a été suivi sur 2 piézomètres voisins, ce qui a permis de déterminer avec une grande précision la perméabilité globale du massif dans un rayon de 50 m environ autour de chaque puits. Les résultats obtenus sont très concordants dans chaque zone, comme le montre le tableau suivant :

AQUIFERE	LIEU	PUITS N°	PERMEABILITE
Calcaire karstique	Gaviniès	E 250	1.10^{-3} m/s
	Gambetta	E 226	$2,5.10^{-4}$ m/s
Sables et graviers de la Garonne	Grand Parc	E 70	1.10^{-3} m/s
	P. Doumer	E 56	6.10^{-4} m/s
	Quinconces	E 60	4.10^{-4} m/s
	Champ de mars	E 37	6.10^{-4} m/s

3.2.2 - Essais Lugeon

Des séries d'essais Lugeon (mesure de perméabilité ponctuelle par injection entre le fond d'un sondage et un obturateur) ont été effectuées dans trois sondages au voisinage de la limite entre calcaire karstique et marno-calcaires, avec les résultats suivants :

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

LIEU	SONDAGE	PROFONDEUR DE L'ESSAI	PERMEABILITE	TERRAIN
Victor Hugo	Cz 19	12,70 à 16,00 m	7.10^{-6} m/s	Calcaire karstique (CK)
		15,70 à 19,00 m	7.10^{-7} m/s	Contact CK/MC
		18,70 à 22,40 m	$5,7.10^{-7}$ m/s	Marno-calcaire (MC)
		22,10 à 25,40 m	1.10^{-7} m/s	Idem
Préfecture	Cz 240	13,10 à 16,40 m	3.10^{-7} m/s	Calcaire coquillier gris
		16,30 à 19,60 m	$1,2.10^{-7}$ m/s	Calcaire coquillier gris
		18,70 à 22,00 m	6.10^{-7} m/s	Contact calcaire gris/MC
St-Jean	Cz 1	13,10 à 16,40 m	$2,6.10^{-7}$ m/s	Calcaire gris
		16,30 à 19,60 m	$1,2.10^{-7}$ m/s	Marno-calcaire
		18,70 à 22,00 m	7.10^{-7} m/s	Idem

3.2.3 - Conclusions

Par rapport aux informations disponibles par ailleurs (pompages réalisés pour les travaux des parkings souterrains St-Jean et Victoire, et pour le Caudéran-Naujac), les essais réalisés apportent les éléments suivants :

a) Accord sur la perméabilité des sables et graviers de la Garonne : 5.10^{-4} m/s

b) Perméabilité plus forte que prévu du calcaire karstique, au moins dans la zone de battement de la nappe (où le karst est le plus "ouvert", avec des cavités et conduits karstiques vides) : elle peut atteindre 10^{-3} m/s comme à Gaviniès.

c) En règle générale, décroissance de la perméabilité du calcaire vers le bas, soit de 10^{-4} m/s dans la zone karstifiée sous nappe à 10^{-5} m/s au contact du calcaire gris ou du marno-calcaire (ceci n'exclut pas cependant la présence de fissures localement très ouvertes au bas du calcaire karstique).

FIG. 3.3

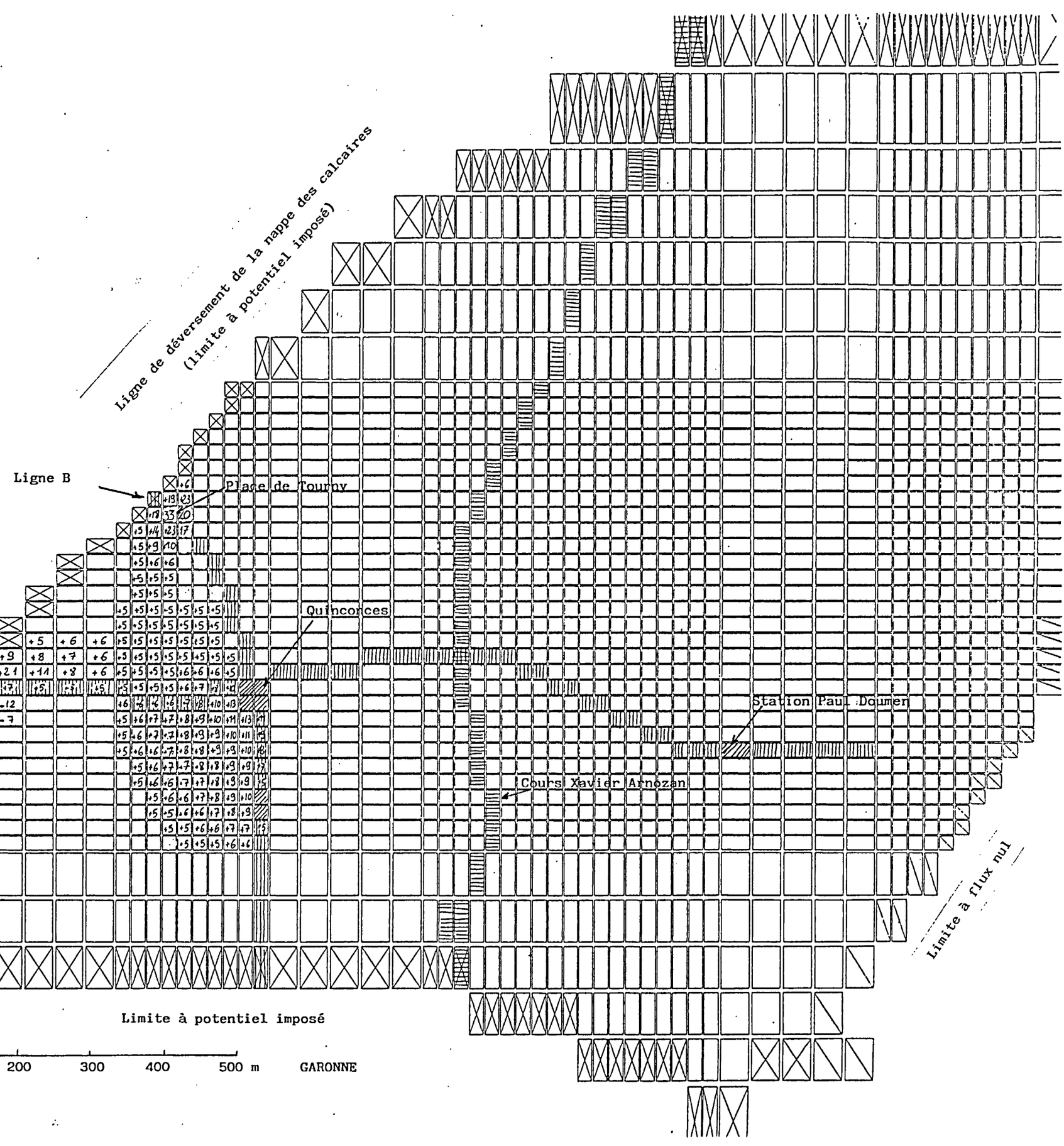
VARIATIONS PIEZOMETRIQUES
ENGENDREES PAR LES TUBES DU METRO
EN HAUTES EAUX

tubes du métro

mailles étanches

collecteur Caudéran-Naujac

+10 remontée piézométrique en cm



d) Quasi-imperméabilité du calcaire gris et de marno- calcaire ($k = 1$ à 5.10^{-7} m/s) ; sauf exception très localisées (Gambetta ?), les niveaux karstifiés que l'on croyait déceler dans les marno-calcaires correspondaient à des bancs argileux ou ligniteux étanches rapidement traversés par les outils de forage. Cette valeur de perméabilité est corroborée par la rétroanalyse de l'exhaure effectivement mesurée dans la fouille du parking des Grands-Hommes.

3.3 - Influence du métro sur la nappe

Une éventuelle remontée de la nappe à l'amont des tubes du métro ne peut se produire que dans les zones à fort gradient hydraulique et elle ne présente de risque pour les constructions que dans un contexte de nappe libre (absence de couche argileuse superficielle protégeant les caves de l'ennoiement). Ces deux conditions ne sont réunies que dans une étroite bande de terrain parallèle à l'axe Comédie - Fondaudège définie précédemment, là où les sables et graviers de la Garonne ne sont plus recouverts d'argile flandrienne (cf. carte à 1/2 000 du réseau piézométrique "Métro").

L'effet de la construction du métro a donc été étudié grâce à un modèle mathématique maillé, mis au point par le BRGM ("MARTHE"). Il s'agit d'une simulation en régime permanent d'un aquifère monocouche, par la méthode des différences finies. On "cale" d'abord le modèle en ajustant les caractéristiques du domaine aquifère (épaisseur, perméabilité, conditions aux limites) afin de retrouver par le calcul la piézométrie effectivement mesurée ; puis on simule la construction du métro en divisant par deux la perméabilité des mailles qu'il traverse (le diamètre du métro correspond à environ la moitié de l'épaisseur de l'aquifère sablo-graveleux).

Ce calcul fait apparaître que la remontée de la nappe alluviale ne sera vraiment sensible qu'au contact du talus d'alimentation (place de Tourny), où elle atteindra au maximum 35 cm (cf. fig. 3.3) ; partout ailleurs, elle sera inférieure à 20 cm voire à 10 cm au voisinage des lignes. Si on compare ces valeurs aux fluctuations naturelles des nappes (pluviométrie, crues ...), ainsi qu'aux effets méconnus mais sans doute de même amplitude qu'occasionnent les fuites des réseaux dans la nappe des remblais, on peut conclure que le métro n'introduira pas d'incidence dommageable sur l'écoulement de la nappe.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

4. GEOTECHNIQUE

Les différentes formations concernées par le projet du Métro ont été caractérisées à la fois par des essais in situ (essais pressiométriques) et par des essais de laboratoire (essais d'identification, essais mécaniques). Ces résultats sont consignés dans les deux tableaux de synthèse suivants (fig. 4.1 et 4.2).

Les essais pressiométriques réalisés le long des deux lignes A et B et plus particulièrement au niveau des stations et des ouvrages d'interstation permettent de caractériser l'ensemble des couches géologiques. Les logs pressiométriques des campagnes APS (3) et APD (27) sont données en annexe.

Les essais de laboratoire ont été effectués en priorité sur les terrains directement traversés par le tube métro. Pour les formations superficielles, les terrains testés comprennent essentiellement les vallées fossiles du domaine karstique et les alluvions du domaine alluvial. Pour le substratum, il s'agit des calcaires coquilliers et des alternances marno-calcaires du domaine karstique, ainsi que des marnes sannoisiennes du domaine alluvial. Les caractéristiques géotechniques étant très variables dans le substratum du domaine karstique, nous avons préféré mesurer sur quelques sondages d'étalonnage un grand nombre de paramètres physiques et mécaniques dans chaque échantillon, afin d'établir des corrélations applicables à l'ensemble des autres sondages où l'on s'est contenté d'essais d'identification.

4.1 - Les remblais

Les remblais, de nature diverse et d'épaisseur variable, sont concernés essentiellement par les travaux d'excavation des stations. Très hétérogènes et toujours difficiles voire impossibles à échantillonner, ils n'ont pas fait l'objet d'essais en laboratoire, mais ont été caractérisés chaque fois qu'il était possible par des essais pressiométriques. Ces derniers confirment leur caractère hétérogène ($E = 6,3$ MPa avec $s = 3$ MPa ; $pl = 0,8$ MPa avec $s = 0,3$ MPa).

4.2 - Les alluvions de la moyenne terrasse du domaine karstique

Cette formation est concernée par le passage du tube métro lorsqu'elle entaille profondément le substratum calcaire comme par exemple à CHR. Les essais d'identification sont actuellement en cours. Les résultats des essais pressiométriques concernant ces argiles et ces sables sont très dispersés (Argile $E = 4,8$ MPa avec $s = 4,6$ MPa ; sable $E = 9,5$ MPa avec $s = 3,8$ MPa).

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

FIG. 4.1

PARAMETRES PHYSIQUES

TYPE D'ESSAIS / NATURE DU TERRAIN		W %	γd KN/m3	LIMITES D'ATTERBERG WL	LIMITES D'ATTERBERG IP	% CaCO3	% M.O.	GRANULOMETRIE D mm	GRANULOMETRIE ∠ 2 mm	GRANULOMETRIE ∠ 80 µ	GRANULOMETRIE ES	PERMEABILITE Labo.	PERMEABILITE In situ
FORMATIONS SUPERFICIELLES													
Domaine karstique	m												
Remblai	s												
	N												
Moyenne terrasse	m	31,7*	14,7*	69*	35*								
. Argile	s	-	-	-	-								
	N	12	12	3	3								
	m	18,6*	16,9*										
. Sable	s	-											
	N	15	15										
Remplissage	m	53,8	10,9	77,5	34,7	0,1	9,5			94,5		$8,4.10^{-11}$ à	
Vallée fossile	s	12,2	1,6	8,2	9,7	0,04	2,7			7,2		$4,6.10^{-11}$	
	N	27	27	8	8	2	8			9		5	
Remplissage karst	m	27-51,4	15,4-11,3							41-86			
	s												
	N	1 1	1 1							1 1			
Domaine alluvial	m	79	8	88	55		48					8.10^{-9}	
Alluvions fines	s	33	2,8	9,6	13		-						
. Tourbe	N	33	24	6	6		3						
	m	32,7	14,6	74	46								
. Argile	s	6,4	1,1	12,5	13,3								
	N	13	10	3	3								
	m	13,5	17,8-24,8					52	54,3	2,2	73		5.10^{-4}
Sables et graviers	s							34	29,9	3,5	11		à
	N	1	1 1					18	18	18	5		1.10^{-3}
SUBSTRATUM	m	8,8	20			94,4							10^{-3}
	s	7,4	3			4,4							à
Calcaire coquillier jaune	N	38	38			11							10^{-5}
	m	10	20,8			87,9							1
Calcaire coquillier gris	s	12	4			11,6							à
	N	24	24			7							5.10^{-7}
Alternance	m	13,7	18,9			82							1
marno-calcaire	s	9,8	3,1			8							à
	N	78	78			14							5.10^{-7}
Marnes du	m	18,1	18,3	39	18	26,7						6.10^{-7}	
Sannoisien	s	3,5	1,6	6,4	4,7	16,9						-	
	N	30	13	5	5	13						1	

* Essais APS

m moyenne

s écart-type

N nombre d'essais

FIG. 4.2

PARAMETRES MECANIQUES

TYPE D'ESSAIS / NATURE DU TERRAIN		OEDOMETRE CS	OEDOMETRE Cc	OEDOMETRE E KPa	CISAILLEMENT Cu KPa	CISAILLEMENT ∅ u degré	Abrasivité points CERCHAR	Dureté points CERCHAR	VL m/s	Rc MPa	RTb MPa	E KPa mod.Young	γ	ESSAIS PRESSIOMETRIQUES E MPa	ESSAIS PRESSIOMETRIQUES pL MPa
FORMATIONS SUPERFICIELLES															
Domaine karstique	m														
Remblai	s													6,3	0,8
	N													3	0,3
														17	17
Moyenne terrasse	m				61*	5,7*								4,8	0,7
. Argile	s				-	-								4,6	0,4
	N				10	10								46	46
	m				26*	30*								9,5	1,4
. Sable	s				-	-								3,8	0,4
	N				12	12								19	18
Remplissage	m	0,07	0,333	16 220	31,2	16,8								3	0,4
Vallée fossile	s	0,016	0,048	1 570	9,6	1,5	∅ CD							1,9	0,1
	N	5	5	5	4	3								67	67
Remplissage karst	m				33 - 73	0 - 0								11,7	1,6
	s													7,4	0,9
	N				1 1	1 1								74	70
Domaine alluvial	m	0,09	0,77		38,2	$10 < \phi Cu < 16$								3,2	0,5
Alluvions fines	s	0,022	0,197		21,4	$6° < \phi < 10°$								2,7	0,3
. Tourbe	N	4	4		4									59	59
	m														
. Argile	s														
	N														
	m					LCPC								14,2	2
Sables et graviers	s					4/6,3 roulé ABR = 1350-1400								6,9	0,7
	N					4/6,3 concassé ABR = 1970								121	112
SUBSTRATUM	m														
	s						0,18	15;7	3 517	16,6	2	27 600	0,2		
Calcaire coquillier jaune	N						0,13	10,2	1 186	19	1	25 042	0,1	59,2	4,7
	m						6	12	45	28	4	3	3	28,3	0,8
Calcaire coquillier gris	s						0,18	15,9	4 480	26,5	1,7	24 150	0,2	61	30
	N						0,13	7	55,4	21,6	1,8	7 000	0,1		
							6	12	19	15	5	2	2		
Alternance	m								2 850	9	0,4	13 374	0,1	108	5
marno-calcaire	s								1 000	11,3	0,1	17 830	0,1	39	0,1
	N								110	50	4	4	4	56	52
Marnes du	m				604							62,2		89,7	5
Sannoisien	s				240							48,7		43,1	0
	N				17							17		27	26

FIG. 4.3 – HISTOGRAMME DES MODULES PRESSIOMETRIQUES
DES ARGILES DES VALLEES FOSSILES

VALEUR MINI	:	0.40
VALEUR MAXIMUM	:	6.20
MOYENNE ARITH.	:	3.00
ECART-TYPE	:	1.91

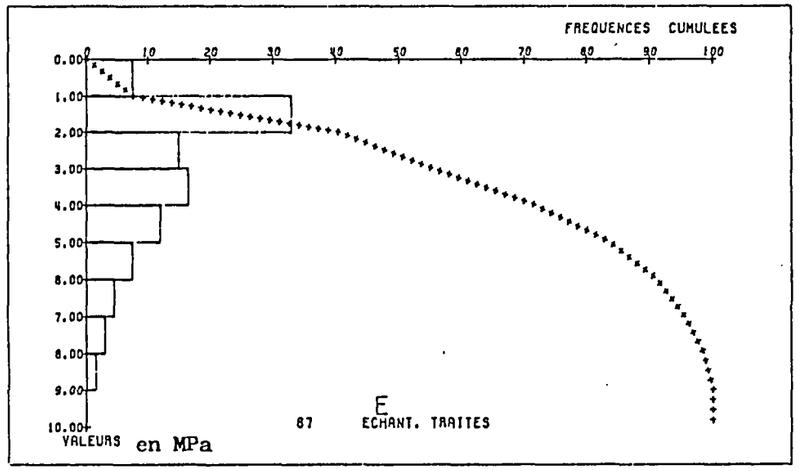
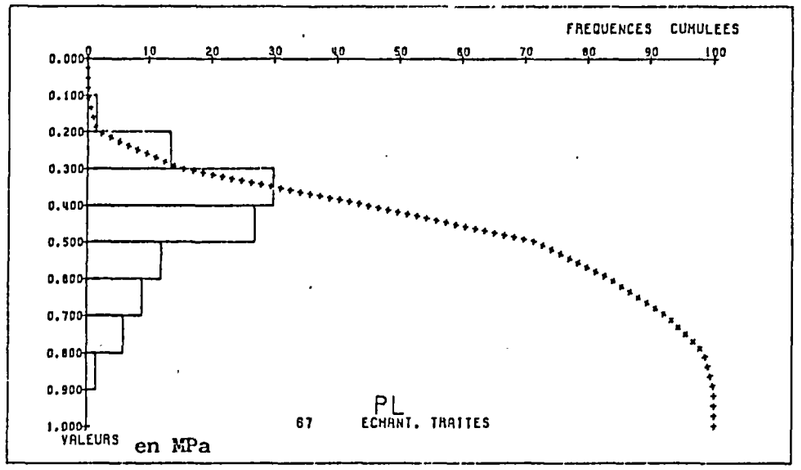


FIG. 4.4 – HISTOGRAMME DES PRESSIONS LIMITES
DES ARGILES DES VALLEES FOSSILES

VALEUR MINI	:	0.160
VALEUR MAXIMUM	:	0.800
MOYENNE ARITH.	:	0.433
ECART-TYPE	:	0.145



Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

4.3 – Les argiles des vallées fossiles

Elles remplissent les vallées situées sous les places de St-Projet et de Raynal et ont fait l'objet d'une reconnaissance spécifique par sondages et essais en laboratoire. Les essais d'identification révèlent globalement une argile plastique (At) de consistance ferme (Ic = 0,7) affectées d'une teneur en eau élevée (W = 53,8 %) et d'une densité sèche faible (γd = 10,9 KN/m3). Constitué par environ 95 % de fines, mais peu organique (MO = 9,5 %), le matériau de remplissage est imperméable (K = $8{,}4.10^{-11}$ m/s).

Les essais de compressibilité à l'oedomètre montrent que ce matériau est très compressible (Cc = 0,333) mais pas gonflant (Cs = 0,07). De nombreux essais pressiométriques ont été réalisés dans les zones de Raynal et de St-Projet (voir histogrammes fig. 4.3 et 4.4)). Le rapport moyen E/pl = 7,5 détermine une argile sous-consolidée.

4.4 – Les matériaux de remplissage des karsts

Les sondages de reconnaissance ont rencontré de nombreuses poches karstiques remplies de matériaux argilo-sableux, voire graveleux. Du fait de leur répartition très aléatoire et de leur faible consistance, il n'a pas été possible, sauf exception, de les carotter à l'avancement avec un matériel adapté.

Par contre, à l'enregistrement des paramètres de forage durant les forages pressiométriques, il a été possible de positionner des essais au droit des cavités supposées. Sur les logs pressiométriques, on a considéré que tous les essais donnant un module inférieur à 30 MPa étaient attribuables à des poches karstiques. Les résultats moyens de ces essais donnent :

E = 11,7 MPa avec s = 7,4 MPa
pl = 1,6 MPa avec s = 0,9 MPa.

Les résultats des essais représentés sur l'histogramme (fig. 4.5) sont très dispersés et confirment l'hétérogénéité du matériau de remplissage qui va d'une argile consistante à des sables graveleux sans parler des karsts vides qui n'ont pu bien sûr être testés.

Ces mesures, effectuées dans des poches karstiques mais peut-être aussi dans des calcaires très altérés, sont à confronter aux résultats obtenus dans le calcaire karstique proprement dit, afin de parvenir à des paramètres de dimensionnement représentatifs de l'ensemble de la couche calcaire.

FIG. 4.5 – HISTOGRAMME DES MODULES PRESSIOMETRIQUES
DES MATERIAUX DE REMPLISSAGE DES KARSTS

VALEUR MINI	:	0.50
VALEUR MAXIMUM	:	27.60
MOYENNE ARITH.	:	11.67
ECART-TYPE	:	7.45

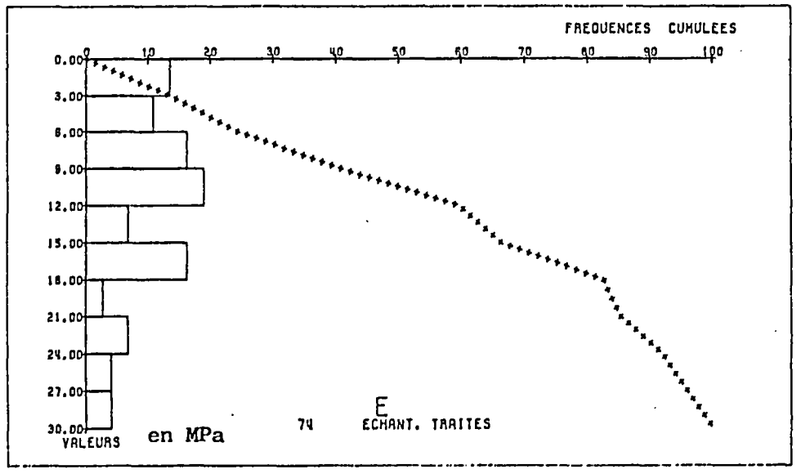
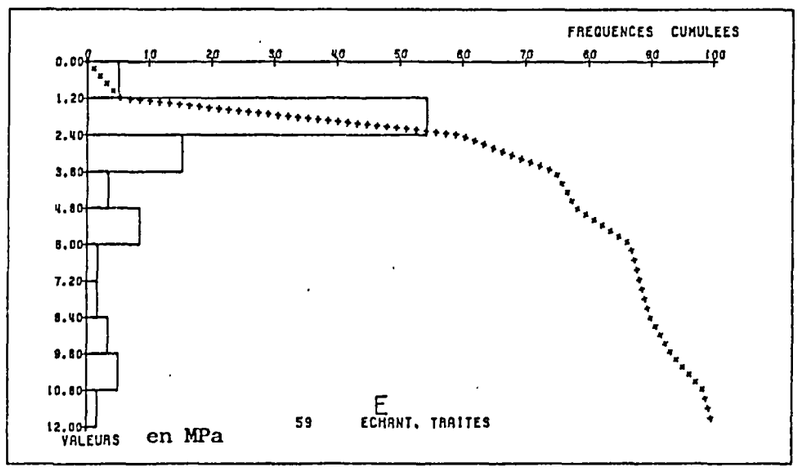


FIG. 4.6 – HISTOGRAMME DES MODULES PRESSIOMETRIQUES
DES ALLUVIONS FINES DU DOMAINE ALLUVIAL

VALEUR MINI	:	0.70
VALEUR MAXIMUM	:	11.30
MOYENNE ARITH.	:	3.17
ECART-TYPE	:	2.74



Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

4.5 – Les alluvions fines du domaine alluvial

Elles sont constituées d'un matériau argileux fin très plastique (Ip > 0,16). Les essais d'identification ont été réalisés sur les argiles molles (pas ou peu de matière organique) ainsi que sur les tourbes. Ces dernières sont caractérisées par une teneur en eau moyenne très élevée W = 79 % et une densité sèche faible (γd = 8 KN/m3). Imperméables ($K = 8.10^{-9}$ m/s), elles provoquent la mise en charge de la nappe alluviale des sables et graviers sous-jacents.

Les résultats des essais pressiométriques réalisés indifféremment sur ces argiles et tourbes (E = 3,2 MPa avec s = 2,7 MPa ; pl = 0,5 MPa avec s = 0,3) marquent une grande variabilité horizontale due à la plus ou moins grande épaisseur des remblais sus-jacents (cf. fig. 4.6). En effet, en certains endroits, l'argile compressible a pu se consolider sous l'effet du chargement des remblais.

Le rapport moyen (E/pl = 6,4) détermine globalement un sol sous-consolidé. Cette qualification "d'argile molle" est d'ailleurs confirmée par les résultats des essais de compressibilité réalisés sur les tourbes (0,53 < Cc < 0,94).

4.6 – Les sables et graviers du domaine alluvial

Cette formation est constituée en partie supérieure par du sable fin et en partie inférieure par des graves plus perméables, la perméabilité d'ensemble de la couche étant comprise entre 5.10^{-4} et 1.10^{-3} m/s.

Les caractéristiques géotechniques essentielles pour le passage du tube métro sont la granulométrie (pourcentage des fines et diamètre des plus gros éléments) et l'abrasivité des grains. Les résultats des essais figurent dans le tableau de synthèse (fig. 4.1). Des graves d'un diamètre égal à 200 mm ont été trouvées aux Quinconces. Deux fuseaux granulométriques, qui incluent la totalité des courbes granulométriques mesurées, sont donnés sur la fig. 4.7 (pour les sables à petits graviers) et 4.8 (pour les graves).

Les essais pressiométriques effectués dans les sables et graviers ont été réalisés principalement au niveau des stations, des puits de ventilation et au niveau des piles du viaduc entre Ravesies et les Aubiers. Ils permettent de dimensionner les parois moulées et de définir le type de fondation à adopter pour les piles. Le rapport moyen E/pl = 7,1 détermine un terrain normalement consolidé. Les histogrammes relatifs à ces essais sont donnés fig. 4.9 et 4.10.

FIG. 4.7 - FUSEAU GRANULOMETRIQUE DES SABLES SUPERIEURS DU DOMAINE ALLUVIAL

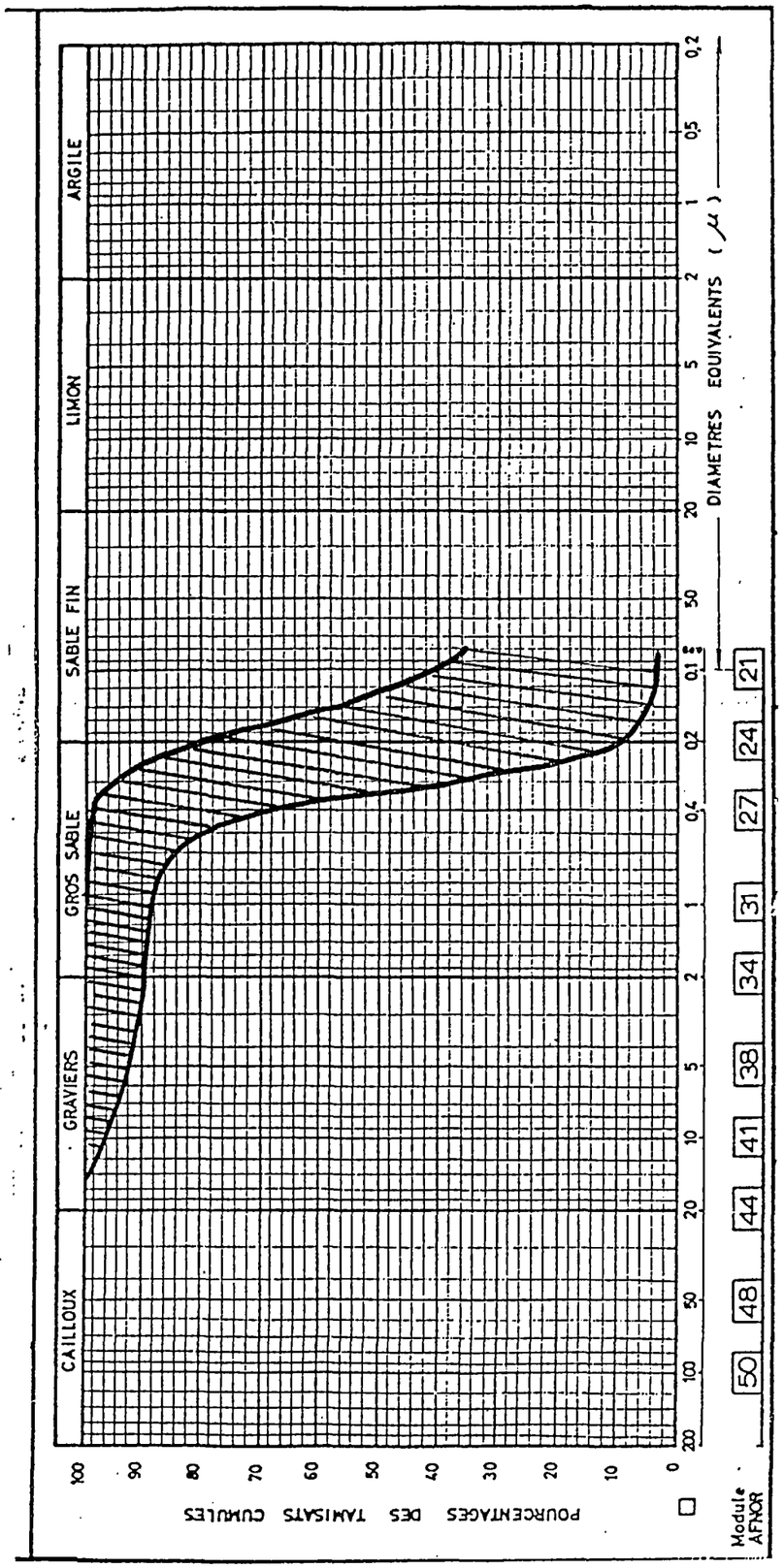


FIG. 4.8 - FUSEAU GRANULOMETRIQUE DES SABLES ET GRAVIERS

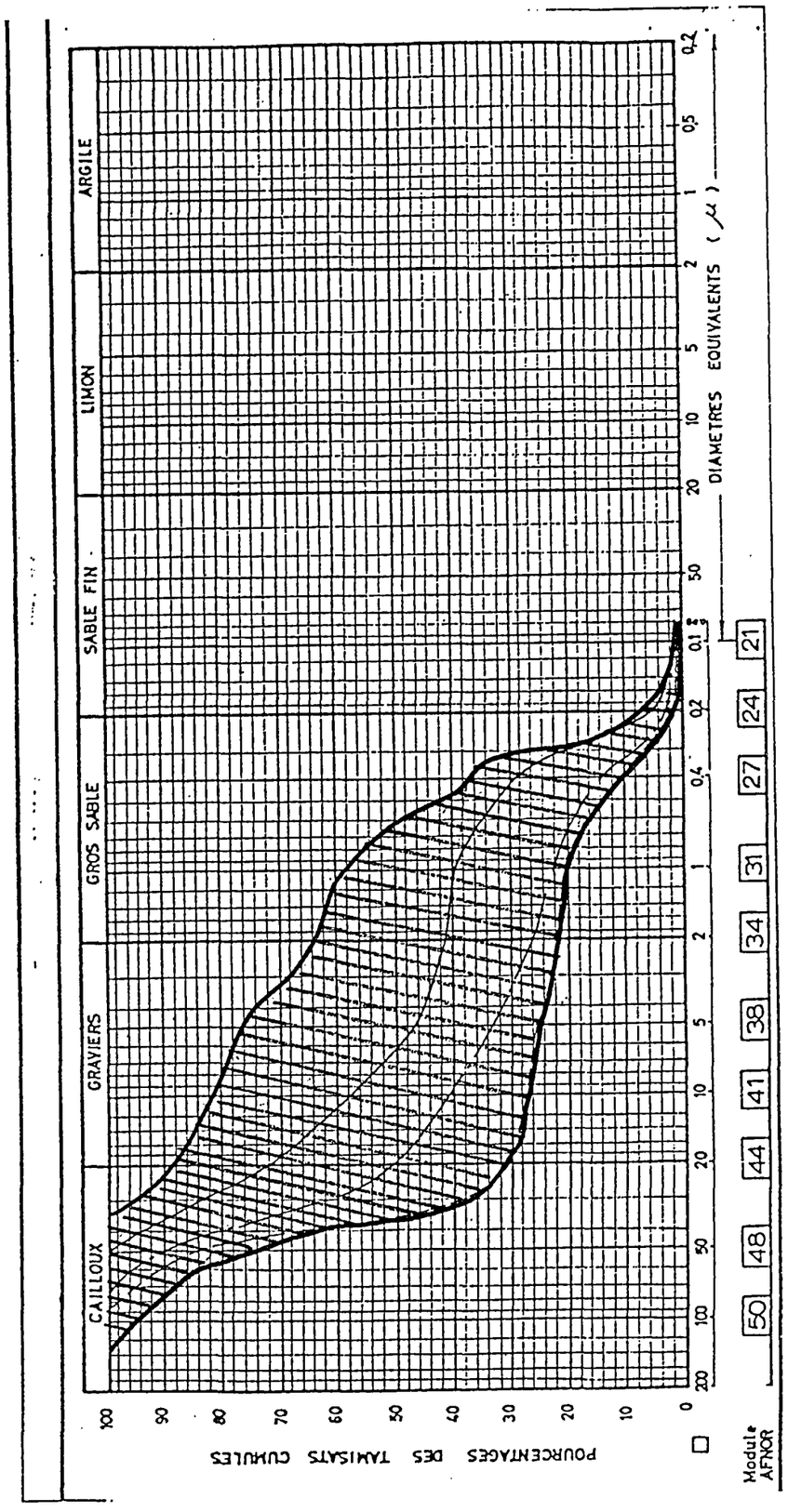


FIG. 4.9 – HISTOGRAMME DES MODULES PRESSIOMETRIQUES
DES SABLES ET GRAVIERS DU DOMAINE ALLUVIAL

VALEUR MINI	:	3.80
VALEUR MAXIMUM	:	38.20
MOYENNE ARITH.	:	14.19
ECART-TYPE	:	6.87

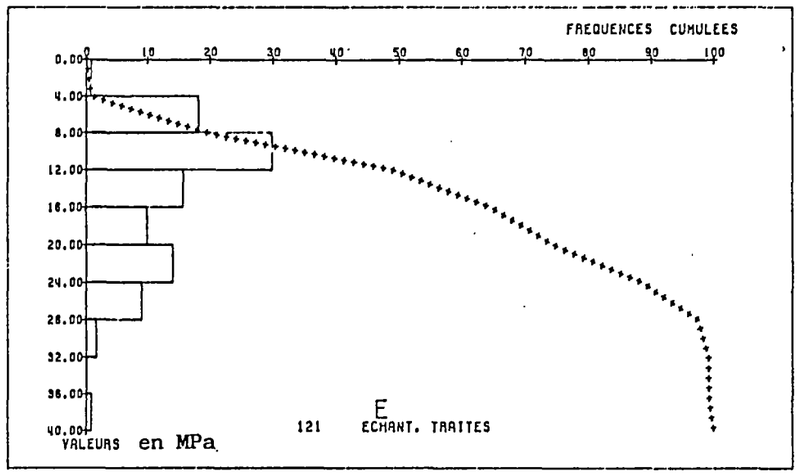
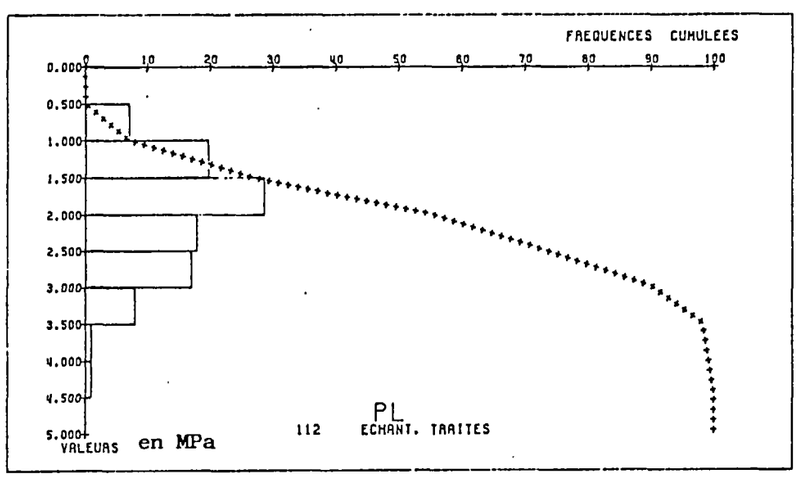


FIG. 4.10 – HISTOGRAMME DES PRESSIONS LIMITES DES SABLES
ET GRAVIERS DU DOMAINE ALLUVIAL

VALEUR MINI	:	0.670
VALEUR MAXIMUM	:	4.310
MOYENNE ARITH.	:	1.980
ECART-TYPE	:	0.730



Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

4.7 – Les calcaires du domaine karstique

La campagne de reconnaissance APD a permis de déterminer deux états du calcaire coquillier : le calcaire jaune altéré et karstifié, et le calcaire gris non fissuré et non oxydé. Les teneurs en eau et densités de ces deux calcaires sont très proches. Par contre les résistances moyennes à la compression simple et les vitesses du son moyennes sont supérieures dans le cas des calcaires gris.

Rc calcaire jaune = 16,6 MPa ; Rc calcaire gris = 26,5 MPa
VS calcaire jaune = 3 517 m/s ; VS calcaire gris = 4 480 m/s .

Les résultats des essais pressiométriques effectués sur l'ensemble des calcaires (E = 59,2 MPa avec s = 28,3 MPa et pl = 4,7 MPa avec s = 0,8 MPa) confirment l'hétérogénéité de ces calcaires ; la multiplication de tels essais sur l'ensemble du projet n'apporterait pas d'informations supplémentaires.

Par contre, l'établissement de bonnes corrélations entre quelques paramètres physiques et mécaniques sur les sondages d'étalonnage (fig. 4.11 et 4.12) a permis de se limiter dans les autres sondages à des mesures d'identification rapide (vitesse du son et densité). Ces corrélations pourront être utilisées sur le chantier pour caractériser au moindre coût le matériau rencontré à l'avancement.

Les meilleures corrélations obtenues sur l'ensemble des calcaires coquilliers sont :

$Rc \text{ en Mpa} = (0{,}48 \ \gamma d - 6{,}27)^2$
avec un coefficient de corrélation r = 0,83 (cf. fig. 4.13)

$Rc \text{ en MPa} = (0{,}0014\ VS - 1{,}4)^2$ (cf. fig. 4.14)
avec r = 0,87

4.8 – Les alternances marno-calcaires

De nombreux essais pressiométriques et essais en laboratoire ont été effectués sur ce matériau, relativement hétérogène du fait de l'alternance de bancs durs et tendres. On a aussi tenté d'établir des corrélations entre paramètres physiques et mécaniques. Là encore, les meilleures corrélations obtenues sont :

$Rc = (0{,}395 \ \gamma d - 4{,}9)^2$ (cf. fig. 4.15)
avec r = 0,81

$Rc = (0{,}0014\ VS - 1{,}4)^2$ (cf. fig. 4.16)
avec r = 0,91

FIG. 4.11 - LOG DES CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DU SONDAGE D'ETALONNAGE C.241,

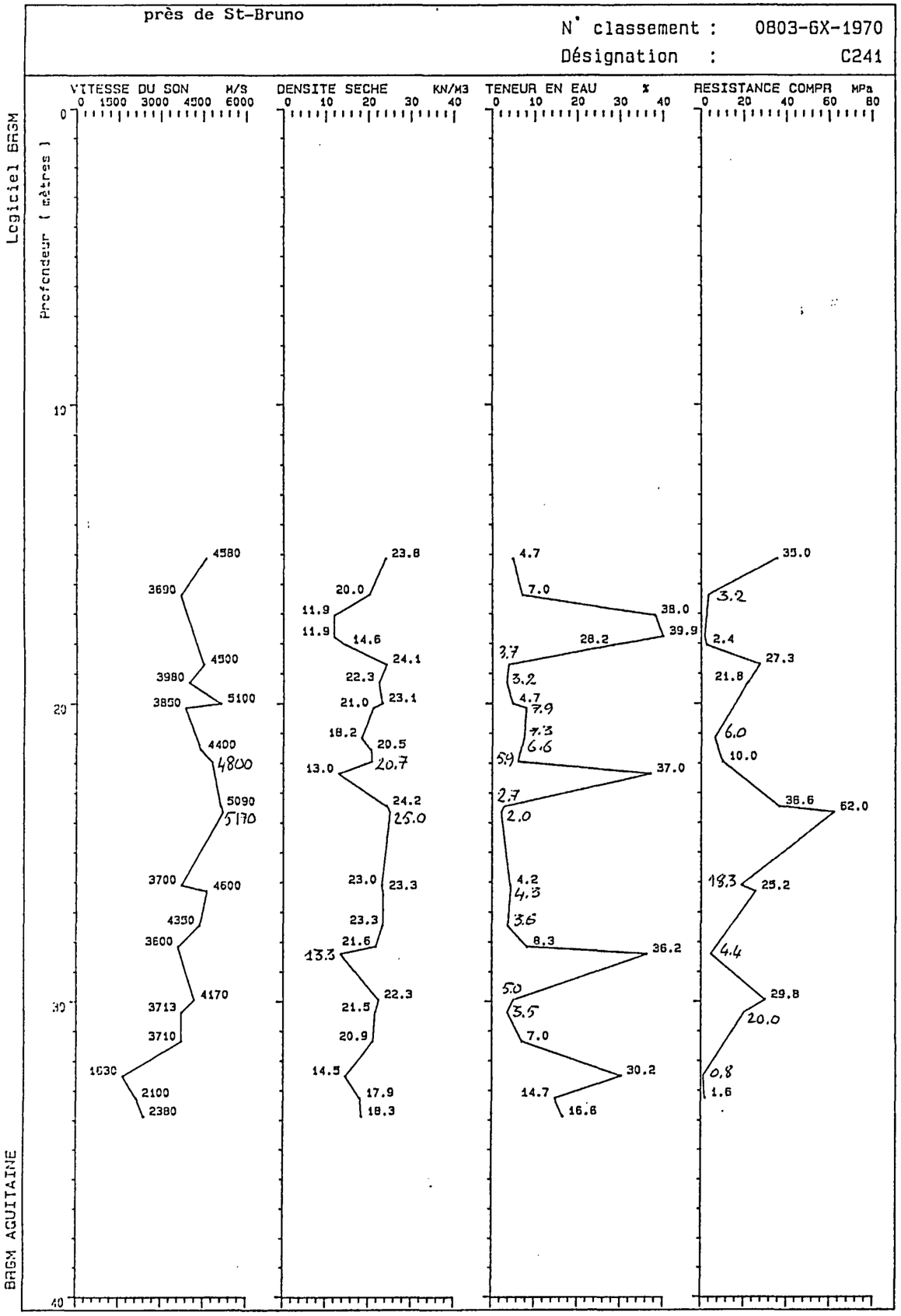
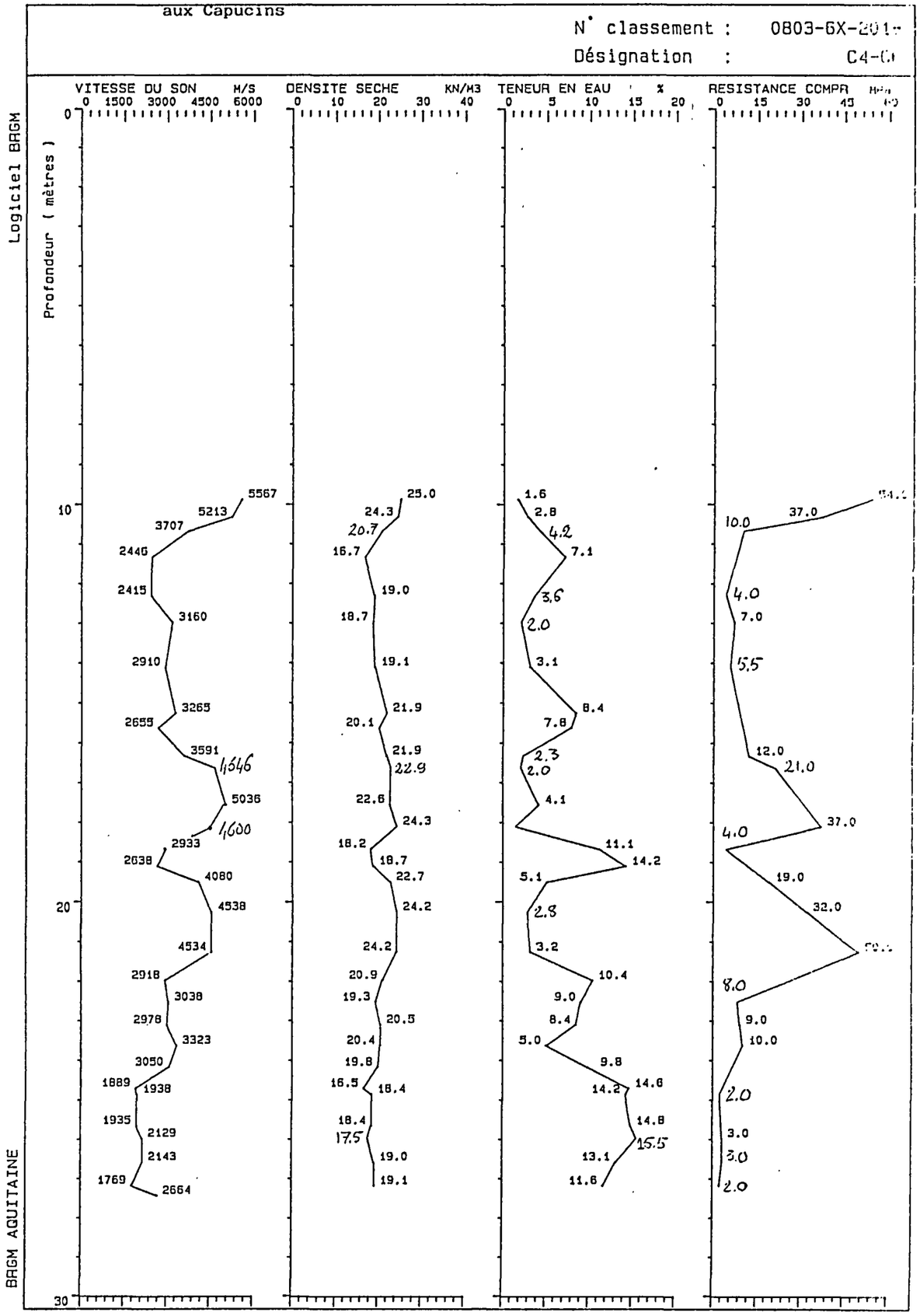


FIG. 4.12 - LOG DES CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES SONDAGES D'ETALONNAGE C4-C6



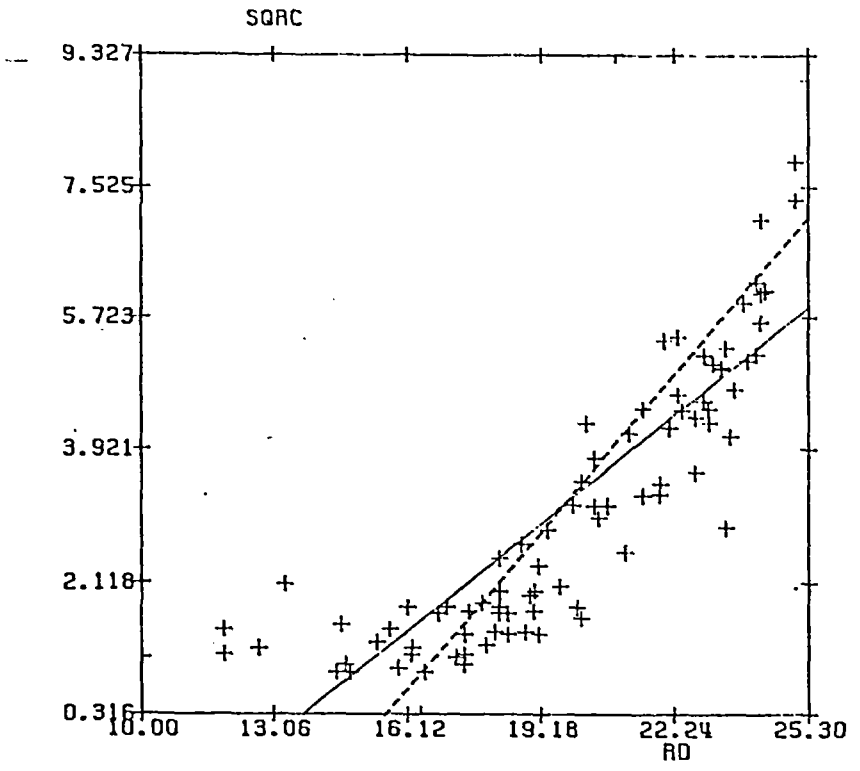


FIG. 4.13 – CORRELATION Rc (MPa) – γ_d (KN/m^3)
DES CALCAIRES

90 ECHANT. TRAITES
MOYENNES : ARIT. : 19.72 ARIT. : 3.194
VARIANCES : 11.99 4.038
COEFFICIENT DE CORRELATION : 0.8271
DROITES DE REGRESSION :
_____ SQRC=0.480*RD-6.274
------ RD=1.425*SQRC+15.17

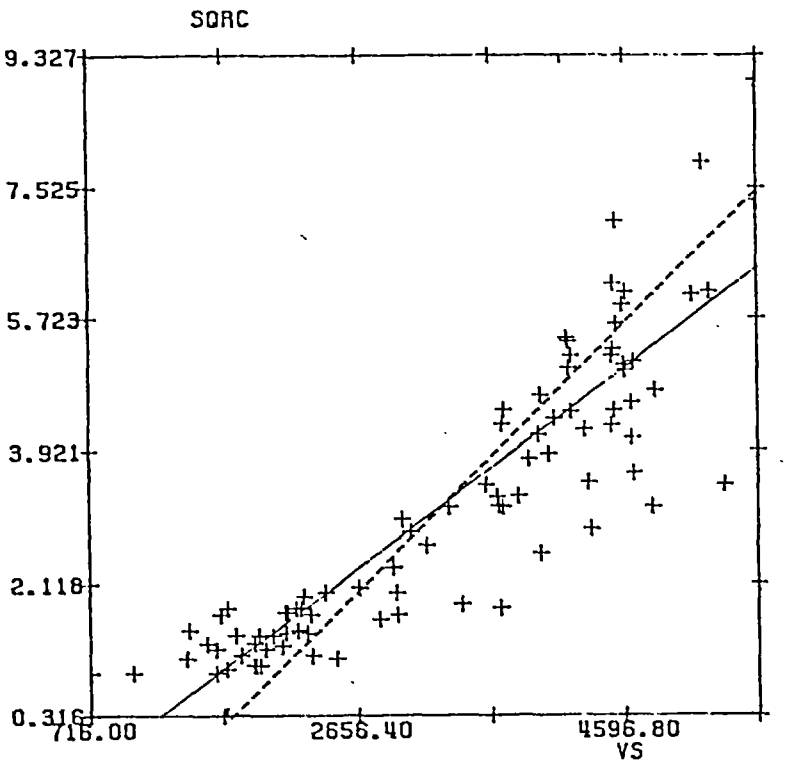


FIG. 4.14 – CORRELATION Rc (MPa) – VS (m/s)
DES CALCAIRES

89 ECHANT. TRAITES
MOYENNES : ARIT. : 3309.51 ARIT. : 3.242
VARIANCES : 4.044
COEFFICIENT DE CORRELATION : 0.8651
DROITES DE REGRESSION :
_____ SQRC=0.00140*VS-1.405
------ VS=532.90*SQRC+1581.68

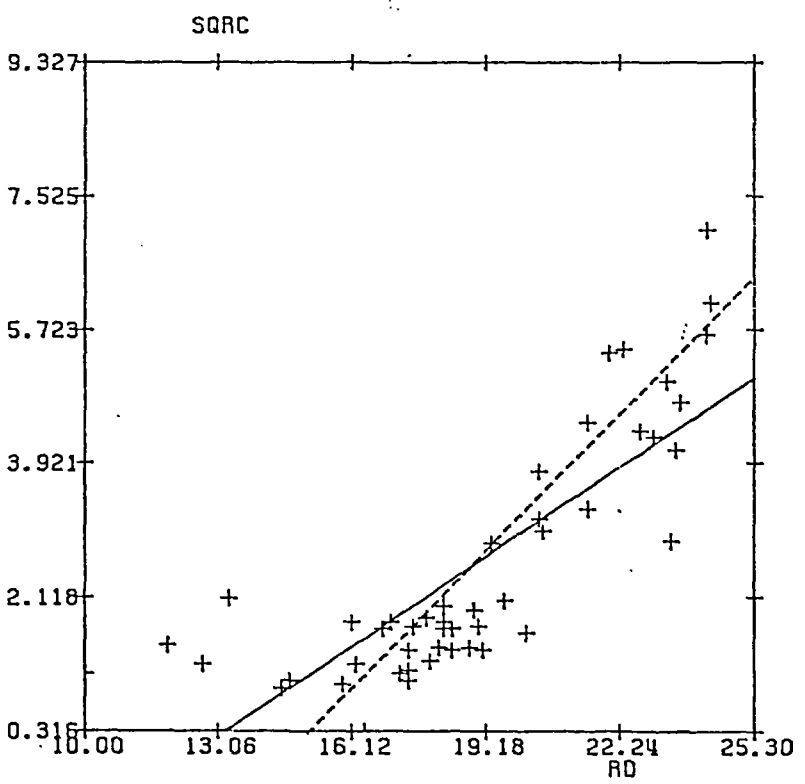


FIG. 4.15 – CORRELATION Rc (MPa) – γ_d (KN/m^3)
DES ALTERNANCES MARNO-CALCAIRES

48 ECHANT. TRAITES
MOYENNES : ARIT. : 18.82 ARIT. : 2.521
VARIANCES : 11.10 2.644
COEFFICIENT DE CORRELATION : 0.8086
DROITES DE REGRESSION :
_____ SQRC=0.395*RD-4.905
------ RD=1.657*SQRC+14.64

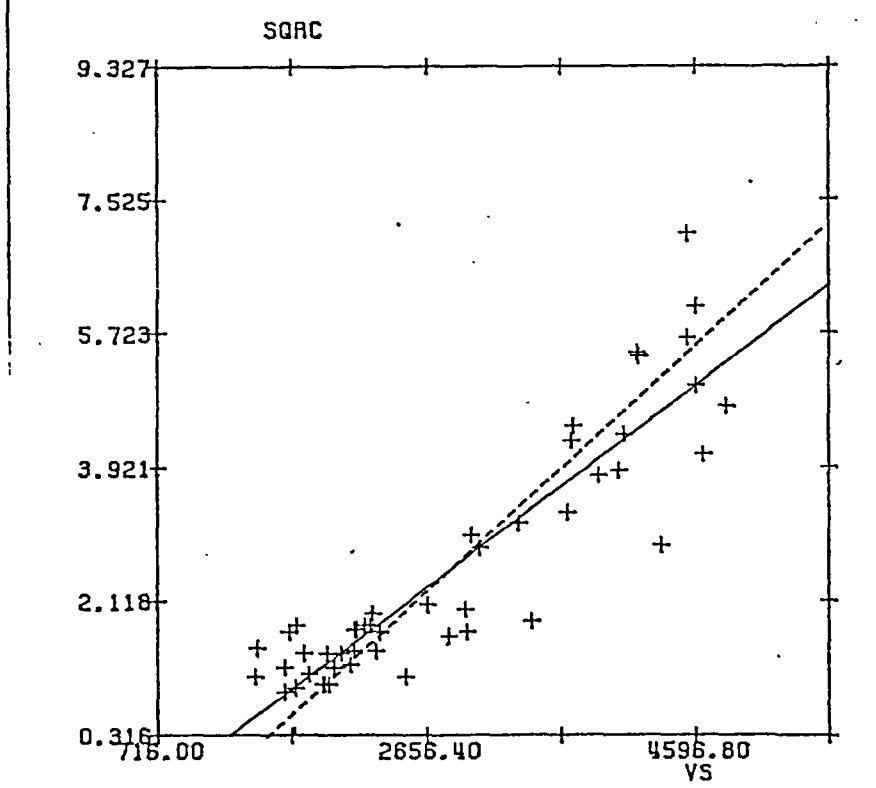


FIG. 4.16 – CORRELATION Rc (MPa) – VS (m/s)
DES ALTERNANCES MARNO-CALCAIRES

49 ECHANT. TRAITES
MOYENNES : ARIT. : 2819.10 ARIT. : 2.526
VARIANCES : 2.671
COEFFICIENT DE CORRELATION : 0.9071
DROITES DE REGRESSION :
_____ SQRC=0.00140*VS-1.422
------ VS=587.49*SQRC+1335.17

4.9 - Les marnes du Sannoisien

Trop profondes dans le domaine karstique pour être touchées par le tube métro, les marnes du Sannoisien ne sont concernées par le projet que dans la plaine alluviale, d'une part entre Paul Doumer et Grand Parc où le tunnel y pénétrera, d'autre part entre Ravesies et les Aubiers pour les fondations du viaduc. Elles sont très consistantes (Ic > 1) et plastiques (Ip = 18).

Les caractéristiques mécaniques élevées (Cuu = 60 KPa au laboratoire, E = 62,2 MPa et pl = 5 au pressiomètre) leur confèrent une bonne qualité géotechnique aussi bien pour le creusement du tunnel que comme assise de fondation.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

MATRA TRANSPORT - G.R.I.

5. EXPLOITATION DES PARAMETRES DE FORAGE

5.1 - Intérêt des paramètres bruts

Tous les forages destructifs de la campagne APD (forés au tricône Ø 131 mm), et la plupart des forages carottés (Ø 131 mm) et des forages pressiométriques (bicône Ø 63 mm) ont fait l'objet d'un enregistrement numérique instantané des trois paramètres suivants :

- Vitesse d'avancement (VA)
- Pression sur l'outil (PO)
- Pression du fluide de forage (PF)

Ces paramètres, qui sortent graphiquement en temps réel sur la machine de forage, ne sont pas sans intérêt pour la conduite des opérations de forage elles-mêmes ; ils ont permis par exemple de positionner à dessein des essais pressiométriques dans les cavités karstiques remplies d'alluvions sablo-argileuses.

A titre d'exemple, les paramètres bruts enregistrés sur les quatre sondages d'étalonnage des Capucins (implantés aux quatre coins d'un carré d'un mètre de côté) sont représentés sur la figure 5.1.

Ces trois paramètres bruts ont été figurés sur la page de droite de toutes les coupes de sondage (cf. fig. 1.1), et ont permis dans bien des cas une meilleure interprétation géologique des coupes :

- niveau du substratum franc,
- positionnement exact de cavités karstiques,
- repérage du toit des marno-calcaires, qui est caractérisé, par exemple entre St-Jean et Victoire, par une augmentation de la pression du fluide (bourrage) et de la vitesse d'avancement après un banc très dur à la base du calcaire coquillier. En outre, la pénétration dans cette formation est caractérisée par une forte chute de radio-activité sur la diagraphie gamma-ray.

5.2 - Calcul de la vitesse corrigée et de l'indice d'altération

La vitesse d'avancement VA n'est cependant pas suffisante pour définir la dureté du terrain : des études antérieures ont en effet montré que pour un même matériau, et toutes choses égales par ailleurs, la vitesse VA était proportionnelle à la pression sur l'outil PO ; or, il est pratiquement très difficile de maintenir PO constante ; elle varie d'ailleurs aussi en fonction du type d'outil utilisé.

FIGURE 5.1

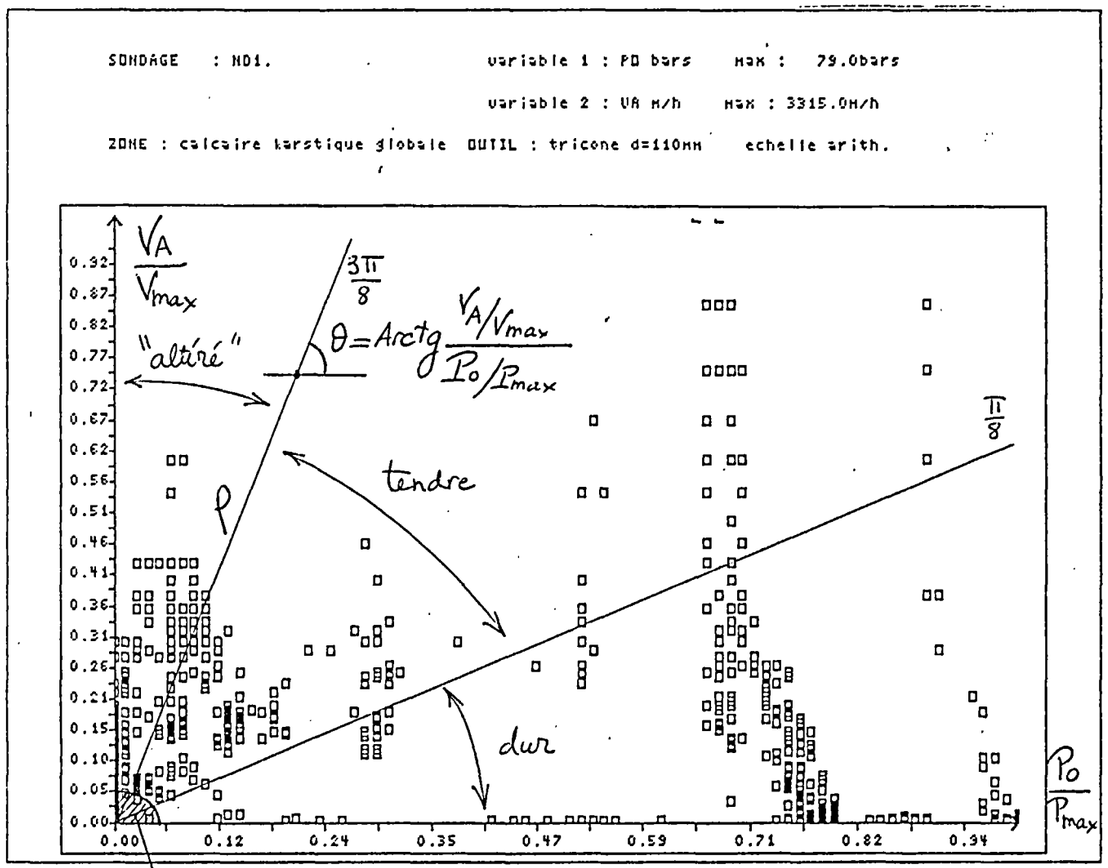
ETALONNAGE " LES CAPUCINS "

PENETROMETRE P4

DESTRUCTIF D6

CAROTTAGE C4

DESTRUCTIF D5



Secteur non pris en compte ($\rho < 0,05$) dans le calcul des indices de karstification.

FIG. 5.2 – EXEMPLE DE REPRESENTATION GRAPHIQUE DES COUPLES DE POINTS (VA,PO) ENREGISTRES AU COURS D'UN FORAGE DANS LE CALCAIRE KARSTIQUE – DEFINITION DE LA VITESSE CORRIGEE θ ET DU MODULE ρ

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

Afin d'éliminer l'influence de PO, on a recherché un paramètre qui soit une caractéristique intrinsèque de la dureté du matériau. Pour cela, on a reporté sur un graphique (fig. 5.2) tous les points de coordonnées (VA, PO) enregistrés sur un même sondage avec le pas d'échantillonnage de 1 cm. Les échelles ont été rendues adimensionnelles en divisant VA et PO par les valeurs VAmax et POmax mesurées ou considérées comme significatives, soit respectivement 1 000 m/heure et 100 bars (le logiciel borne d'ailleurs automatiquement VA et PO à ces valeurs).

Plutôt que de considérer le rapport VA/PO, qui tend vers l'infini pour les faibles valeurs de PO très fréquentes, on a considéré les coordonnées polaires de chaque point, soit :

$$\theta = \text{Arctg} \frac{VA/VAmax}{PO/POmax} \qquad \rho = \sqrt{(VA/VAmax)^2 + (PO/POmax)^2}$$

Si le module n'est pas trop faible, l'argument θ à lui seul suffit à définir la dureté du terrain. On a donc défini un peu arbitrairement trois catégories de terrain :

$0 < \theta < \frac{\pi}{8}$ calcaire dur

$\frac{\pi}{8} < \theta < \frac{3\pi}{8}$ calcaire tendre

$\frac{3\pi}{8} < \theta < \frac{\pi}{2}$ calcaire "altéré"

En fait le terrain "altéré" correspond à deux réalités bien distinctes :

- dans les calcaires karstiques, il s'agit bien de calcaire très altéré ou de poches karstiques vides ou à remplissage meuble ;
- dans les calcaires gris ou les marno-calcaires, il s'agit de bancs argileux ou ligniteux.

Le nombre de points situés dans chacun des trois secteurs (en excluant la zone non significative proche de l'origine où $\rho < 0,05$) permet de définir la longueur ou le pourcentage de chaque type de terrain traversé par le sondage. Du fait des fortes variations de sondage à sondage, le plus intéressant est bien sûr de calculer les pourcentages moyens dans une même zone géographique et pour une même unité géologique, en pondérant les résultats de chaque sondage par la longueur de traversée de chaque unité géologique.

Accessoirement, deux autres étapes de traitement ont été mise en oeuvre pour chaque sondage :

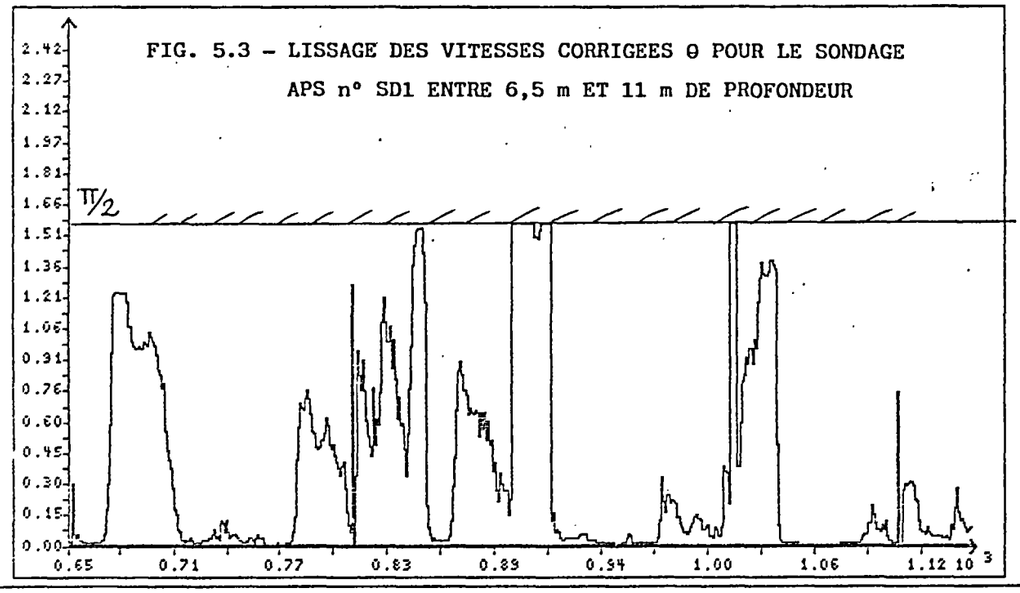
SONDAGE : SIAA variable : ARG rd = θ page N° 1

$\theta = \text{Arctg} \frac{VA/VAmax}{IO/IOmax}$

cote : 6.50 M echantillonnage : 10 zone : GLOBALE

: 11.49 M critere des Moyennes/variances outil : tricone ou caro

Valeur brute de θ (radian)



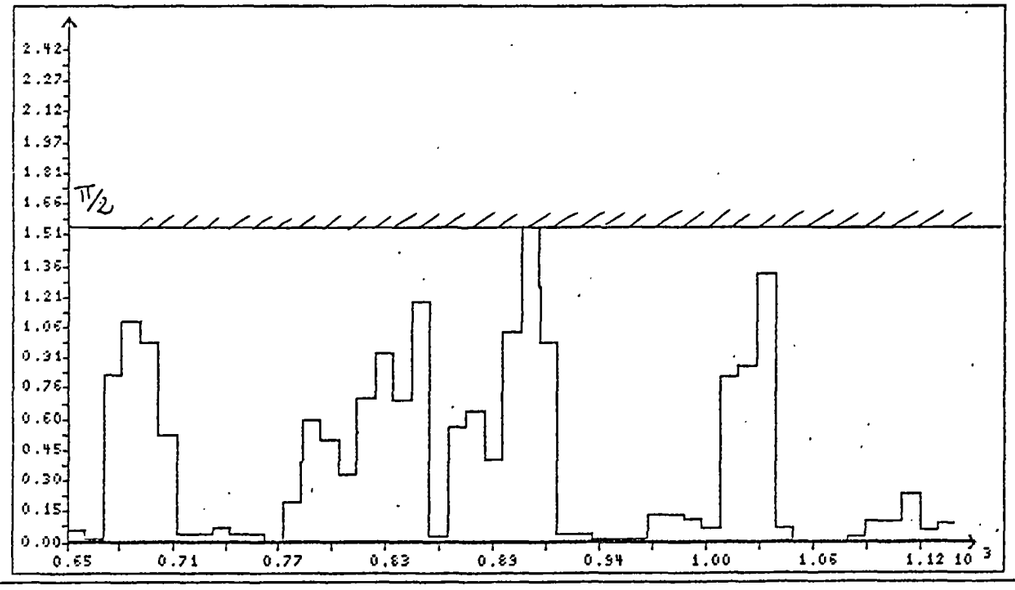
METRO BORDEAUX GRT

SONDAGE : SIAA variable : ARG rd = θ page N° 1

cote : 6.50 M echantillonnage : 10 zone : GLOBALE

: 11.49 M critere des Moyennes/variances outil : tricone ou caro

Valeur lissée de θ (radian) Profondeur en cm



METRO BORDEAUX GRT

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

- Lissage des valeurs de θ par plages successives de 10 cm, grâce à un critères de moyennes et variances (fig.5.3). Ce lissage permet une représentation graphique moins "agitée" de θ au droit de chaque sondage.

- Calcul des épaisseurs moyennes de bancs de chacune des trois catégories à partir des valeurs lissées de θ, et calculs statistiques sur la répartition de ces épaisseurs par sondage, par terrain ou par zone géographique.

5.3 – Résultats du traitement des paramètres

Le traitement exposé ci-dessus a été effectué conjointement pour 18 sondages destructifs de l'APS Métro, 38 sondages de l'APD Métro, et tous les sondages de reconnaissance du Peugue-Devèze, ces derniers ayant été réalisés exactement avec le même matériel et le même personnel que ceux de l'APD.

On trouvera sur les figures 5.4 et 5.5 un exemple des résultats obtenus dans les traversées du calcaire karstique pour l'ensemble des sondages destructifs de l'APS ayant fait l'objet d'un traitement ; une feuille analogue a bien sûr été établie pour chaque sondage et au sein de chacun pour chaque terrain et éventuellement chaque outil.

Le pourcentage des trois catégories de terrain dur, tendre et "altéré" (avec somme égale à 100 %) rencontrées par chaque sondage, a été représenté sur les figures 5.6 et 5.7, en fonction des Pm des lignes A et B. On a éliminé les sondages ayant traversé une même unité géologique (CK ou MC) sur une longueur insuffisante pour être représentative (moins de 3 m).

L'interprétation est surtout intéressante pour le calcaire karstique, représenté dans la partie haute de chaque figure.

De plus, on a présenté sur un tableau (fig. 5.8) les résultats de l'analyse globale des vitesses corrigées θ et des épaisseurs de bancs pour le calcaire karstique. On notera tout de suite que les pourcentages de terrain tendre et altéré paraissent légèrement plus grands au carottier, ce qui s'explique par la plus petite quantité de terrain à détruire, d'où une vitesse corrigée plus grande ; ce résultat est corroboré par des expériences d'étalonnage faites sur des sondages très voisins du Peugue-Devèze.

Les conclusions préliminaires que l'on peut tirer sont les suivantes :

- Karstification nettement plus forte sur la ligne B que sur la ligne A : 17 % de terrain "altéré" contre 7 % ; le groupe de sondages des Capucins fait cependant exception par sa très forte karstification.

FIG. 5.4 – ANALYSE GLOBALE DES SONDAGES DESTRUCTIFS APS

Ligne A – Calcaire karstique

ANALYSE DES DONNEES SPATIALES

METRO APS ligne A : sondage : AD-KT. etude : GLOBALE

ZONE : calcaire karstique OUTIL : tricone d=102mm

.....ETUDE DU TERRAIN .....

hauteur globale	:	78.60 m
hauteur utile	:	76.57 m
hauteur residuelle	:	2.03 m

.....CARACTERISTIQUES DE CROISEMENT .....

indice de zone d'alteration	:	6.60 %
indice de zone tendre/mi-tendre	:	29.02 %
indice de zone dure	:	64.39 %

.....CARACTERISTIQUES STATISTIQUES.....

ZONE DURE

moyenne des zones	:	21 cm
ecart type	:	44 cm
extremum	:	
min	=	1 cm
max	=	352 cm

ZONE TENDRE/MI TENDRE

moyenne des zones	:	8 cm
ecart type	:	12 cm
extremum	:	
min	=	1 cm
max	=	64 cm

ZONE ALTEREE

moyenne des zones	:	8 cm
ecart type	:	13 cm
extremum	:	
min	=	1 cm
max	=	78 cm

TABLEAUX STATISTIQUES

classes cm	alterée %	tendre %	dure %
0...	79.37	76.73	64.56
10...	11.11	9.09	13.08
20...	3.17	6.55	4.64
30...	3.17	4.36	2.95
40...	1.59	0.36	1.69
50...	0.00	2.91	4.64
75...	1.59	0.00	3.38
100...	0.00	0.00	3.38
150...	0.00	0.00	0.00
200...	0.00	0.00	1.69
400...			
TOTAL	100	100	100

classes cm	alterée Ni	tendre Ni	dure Ni
0...	50	211	153
10...	7	25	31
20...	2	18	11
30...	2	12	7
40...	1	1	4
50...	0	8	11
75...	1	0	8
100...	0	0	8
150...	0	0	0
200...	0	0	4
400...			
TOTAL	63	275	237

FIG. 5.5 – ANALYSE GLOBALES DES SONDAGES DESTRUCTIFS APS

Ligne B – Calcaire karstique

ANALYSE DES DONNEES SPATIALES

METRO APS ligne B : sondage : BD-KT. etude : GLOBALE

ZONE : calcaire karstique OUTIL : tricone d=102mm

.....ETUDE DU TERRAIN .....

hauteur globale	:	89.95 m
hauteur utile	:	87.17 m
hauteur residuelle	:	2.78 m

.....CARACTERISTIQUES DE CROISEMENT .....

indice de zone d'alteration	:	18.79 %
indice de zone tendre/mi-tendre	:	36.69 %
indice de zone dure	:	44.52 %

.....CARACTERISTIQUES STATISTIQUES.....

ZONE DURE

moyenne des zones	:	19 cm
ecart type	:	33 cm
extremum	:	
min	=	1 cm
max	=	174 cm

ZONE TENDRE/MI TENDRE

moyenne des zones	:	11 cm
ecart type	:	20 cm
extremum	:	
min	=	1 cm
max	=	186 cm

ZONE ALTEREE

moyenne des zones	:	13 cm
ecart type	:	24 cm
extremum	:	
min	=	1 cm
max	=	150 cm

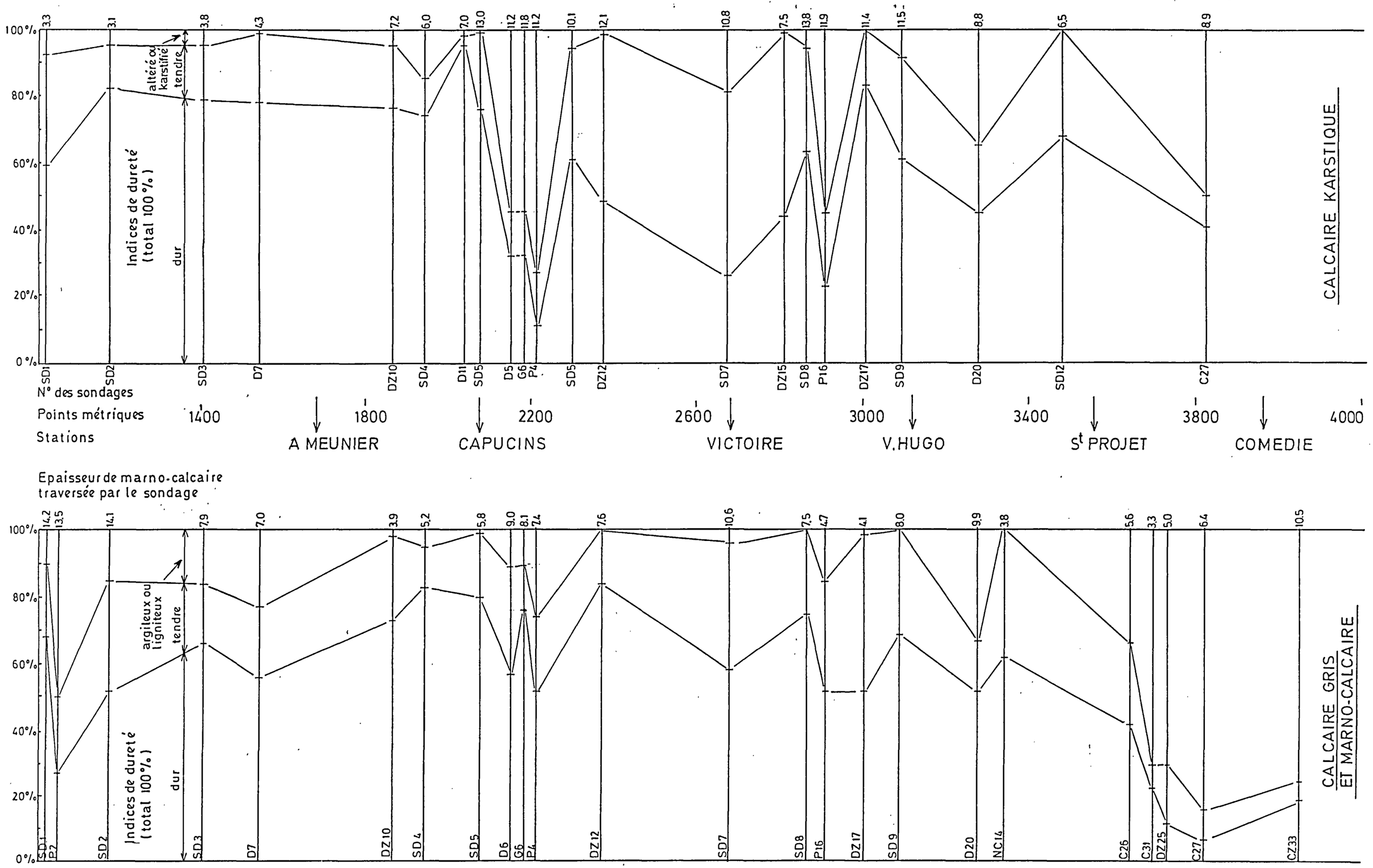
TABLEAUX STATISTIQUES

classes cm	alterée %	tendre %	dure %
0...	69.35	73.51	64.59
10...	14.52	9.27	15.79
20...	4.84	6.62	4.31
30...	3.23	5.96	2.39
40...	2.42	1.32	1.44
50...	1.61	1.99	2.87
75...	1.61	0.00	3.83
100...	1.61	0.66	3.35
150...	0.81	0.66	1.44
200...	0.00	0.00	0.00
400...			
TOTAL	100	100	100

classes cm	alterée Ni	tendre Ni	dure Ni
0...	86	222	135
10...	18	28	33
20...	6	20	9
30...	4	18	5
40...	3	4	3
50...	2	6	6
75...	2	0	8
100...	2	2	7
150...	1	2	3
200...	0	0	0
400...			
TOTAL	124	302	209

CONFRONTATION DES INDICES DE DURETE CALCULES SUR LES SONDAGES DE LA LIGNE A.

FIGURE 5.6



CONFRONTATION DES INDICES DE DURETE CALCULES SUR LES SONDAGES DE LA LIGNE.B.

FIGURE 5.7

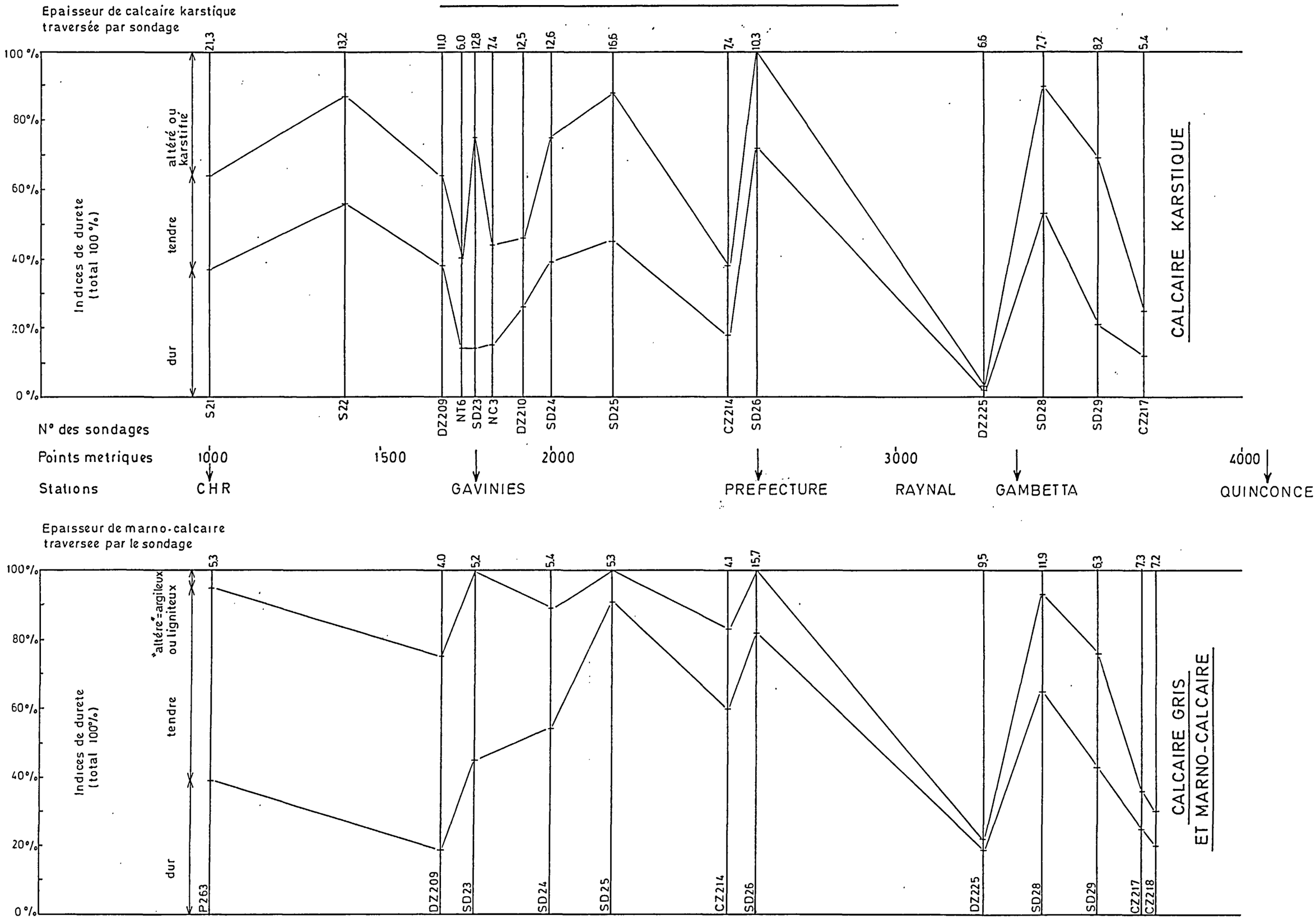


FIG. 5.8 – TRAITEMENT GLOBAL DE PARAMETRES DE FORAGE
PAR ZONE GEOGRAPHIQUE ET PAR OUTIL
CALCAIRE KARSTIQUE

ZONE	METRO LIGNE A	METRO LIGNE B		PEUGUE-DEVEZE	
OUTIL DE FORAGE	Tricône	Tricône	Carottier	Tricône	Carottier
- EPAISSEUR DE TERRAIN TRAITEE	76,57 m	87,17 m	19,63 m	51,74 m	55,23 m
- VITESSE CORRIGEE θ					
% altéré	6,6	18,8	26,0	36,8	38,9
% tendre	29,0	36,7	43,9	30,1	37,8
% dur	64,4	44,5	30,1	33,1	23,3
- EPAISSEUR DES BANCS					
. bancs durs : max.	352 cm	174 cm	99 cm	182 cm	98 cm
moyenne	21 cm	19 cm	14 cm	16 cm	9 cm
. bancs altérés :					
max.	78 cm	150 cm	96 cm	124 cm	149 cm
moyenne	8 cm	13 cm	11 cm	15 cm	9 cm

N.B. 1) Les derniers sondages de la campagne APD étant en cours de traitement, l'analyse globale des paramètres pour les lignes A et B ne porte que sur les seuls sondages APS.

2) La longueur cumulée de traversée du calcaire karstique dans les sondages carottés de l'APS sur la ligne A est insuffisante (6,50 m) pour être significative dans une comparaison globale.

- Pourcentage de terrain dur plus faible sur la ligne B (44 %) que sur la ligne A (64 %).
- Epaisseur des bancs durs : maximum 2 à 3 m
  moyenne 20 cm
- Epaisseur des bancs "altérés" : maximum 1 à 1,50 m
  moyenne 12 cm

La plus forte karstification observée sur le tracé du Peugue-Devèze pourrait s'expliquer par le fait qu'il coïncide à peu près avec l'axe de drainage de ces deux rivières.

Enfin, il importe de mentionner une corrélation très intéressante établie sur le Peugue-Devèze entre les valeurs de vitesse corrigée θ issues de sondages carottés et les résistances à la compression simple des échantillons prélevés aux mêmes cotes dans les mêmes sondages :

$Rc = -17,8\ \theta + 23,3$ avec un coefficient de corrélation de 0,9
Rc étant en Mpa et θ en radian

Grâce à cette corrélation a priori transposable aux sondages du métro, on peut situer la limite entre terrains tendres et durs, correspondant à $\theta = \frac{\pi}{8}$, aux environs de 16 MPa.

La corrélation est moins bonne pour les fortes vitesses d'avancement et fait intervenir l'indice de qualité de la roche ; elle conduit néanmoins à avancer une correspondance entre la limite terrain tendre/terrain altéré ($\theta = \frac{3\pi}{8}$) et une résistance de 10 MPa environ.

Ce document est la propriété de S.A. MATRA TRANSPORT - GRI et ne peut être reproduit ou communiqué sans son autorisation.

ANNEXE 1

COUPES ET CARTES GEOLOGIQUES

N° B.R.G.M.

ANNEXE 1 : COUPES ET CARTES GEOLOGIQUES

- Coupes géologiques sur profils en long à 1/2 000
  - . Ligne A, St-Jean - A. Meunier 89-222-1
  - . Ligne A, A. Meunier - V. Hugo 89-222-2
  - . Ligne A, V. Hugo - P. Doumer 89-222-3
  - . Ligne A, P. Doumer - Grand Parc 89-222-4
  - . Ligne A, Place de l'Europe - Les Aubiers 89-222-5
  - . Ligne B, CHR - Préfecture 89-222-6
  - . Ligne B, Préfecture - Quinconces 89-222-7
  - . Bretelle de raccordement aux ateliers de Bruges 89-222-8

- Carte et coupes des vallées fossiles à 1/500

  - . Secteur St-Projet, coupe géologique transversale de la vallée fossile de la Devèze 89-222-9
  - . Secteur St-Projet, carte du toit du substratum 89-222-10
  - . Secteur Raynal, coupes géologiques de la vallée fossile du Caudéran 89-222-11
  - . Secteur Raynal : carte du toit du substratum . 89-222-12

- Implantation du réseau piézométrique Métro dans le secteur Quinconces - Jardin Public (1/2 000) 89-222-13

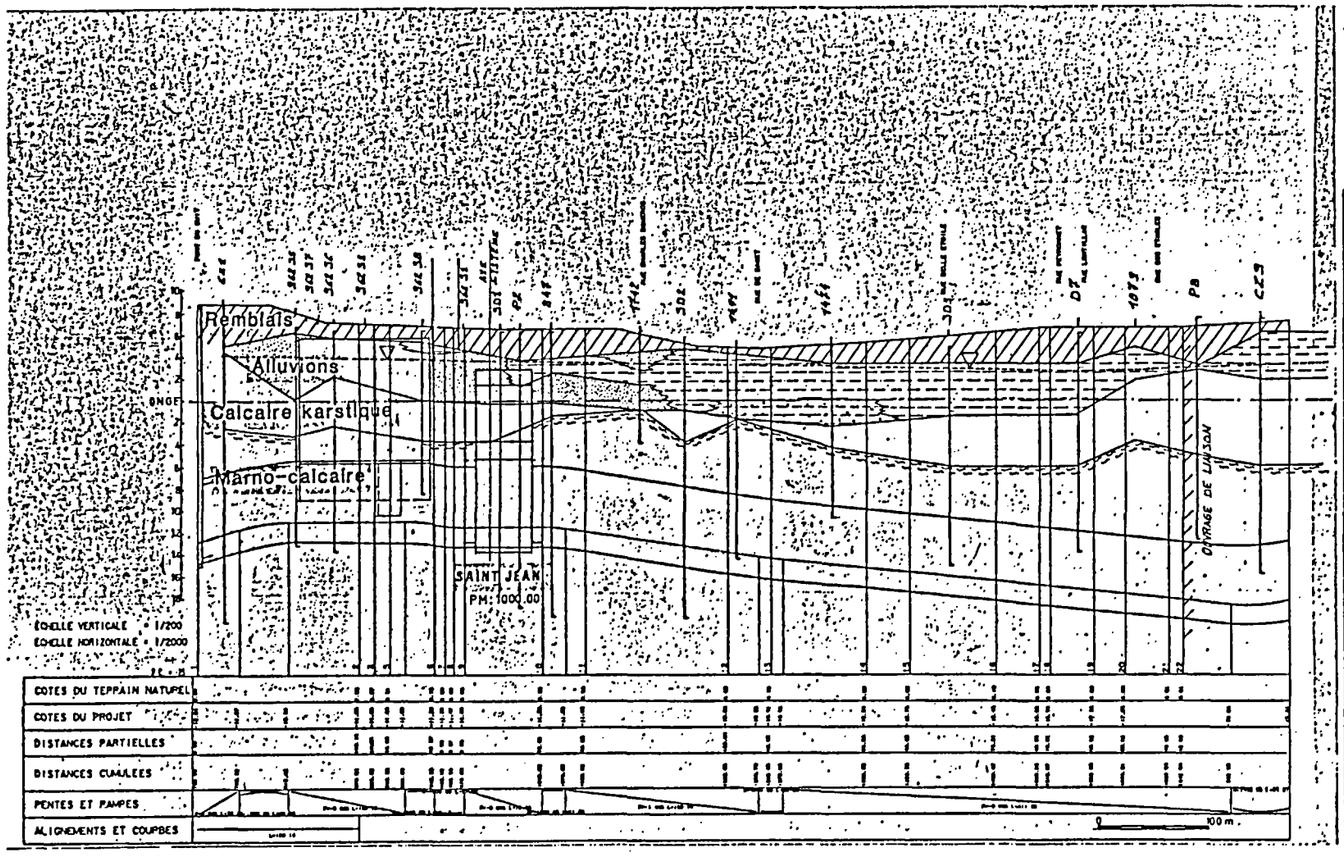
LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile à graviers (moyenne terrasse) et argile de décalcification
- Vases, argiles tourbes (vallées fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Karstique)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1988)



INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

A

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
A.SAINT-JEAN/LES AUBIERS

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

St JEAN-ANDRE MEUNIER

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date :
BROM.SOGELERG	AD.CC	JP	JP	16.3 89
N° d'ordonnancement interne	Modification		Echelles	Dossier N° :
89.222.1			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OUVRAGE

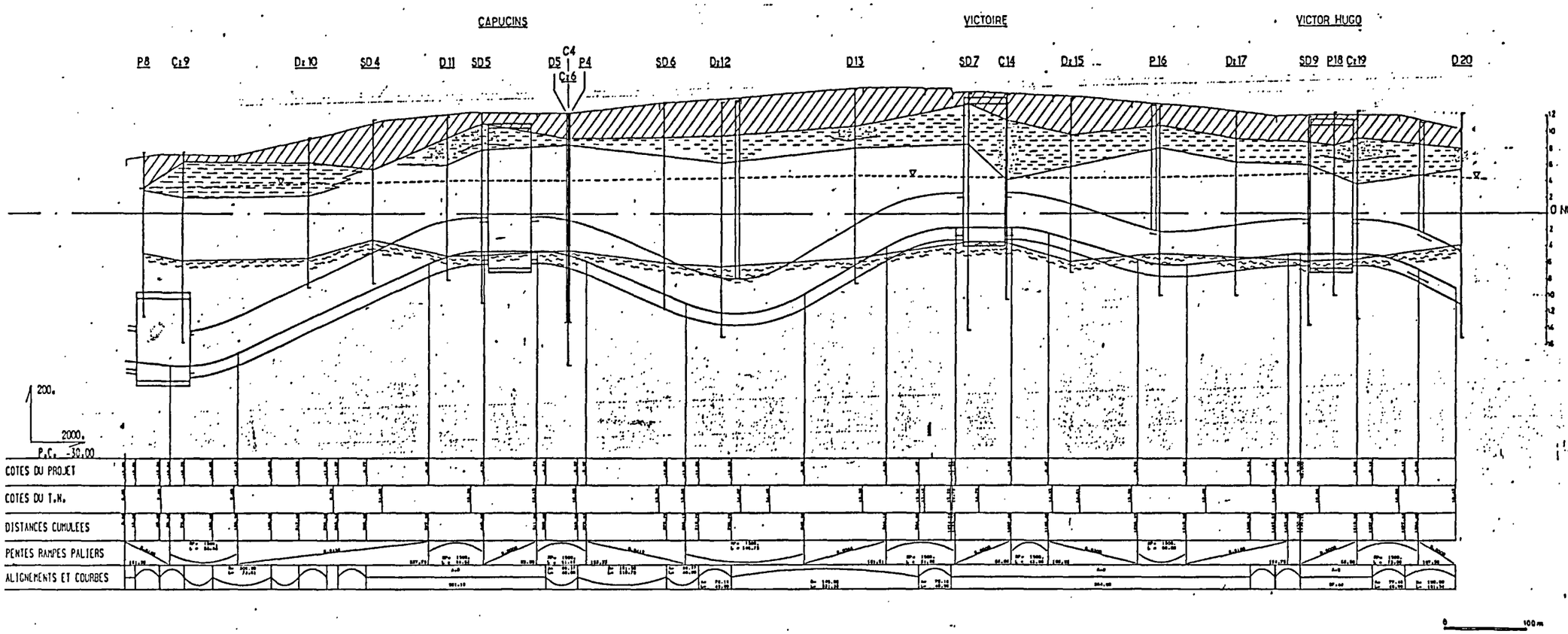
APD-GO-17-A-□□□-

MAITRE D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Responsable MATRA TRANSPORT
Rue Robert Caumont
Bureau du Lot n°6
33041- Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.52.37

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Mandataire SOCIETE DU METRO DE MARSEILLE
Rue Robert Caumont
Bureau du Lot n°6
33041- Bordeaux Cedex
TEL. 56 39 52 90

CO-Traitant(s) : SETEC = 30 %HP — SOGELERG = 30 %
SETEC = 30 % — SBA = 10 %



LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile à graviers (moyenne terrasse) et argile de décalcification
- Vases, argiles, tourbes (vallées fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Aquitanien)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1988)

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

A

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
A.SAINT-JEAN/LES AUBIERS

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

ANDRE MEUNIER-VICTOR HUGO

MAITRE D'OEUVRE PARTENAIRE	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date :
BRGM.SEEE	AD-CC	JP	JP	15.3.89
N° d'enregistrement interne	Modifications		Echelles	Dossier N°
89 222.2			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OEUVRE
APD-GO-17-A-□□□-

MAITRES D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Ingénierie MATRA TRANSPORT
Rue Ausone Courneau
Bureau du Lac B=B
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.93.27

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Mandataire SOCIETE DU METRO DE MARSEILLE
Rue Ausone Courneau
Bureau du Lac B=B
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.94.00

DO-Station 13 : MTE — SE AMP — SOGELERG — SETE
SETAL — SBA — SMCM

LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile à graviers (moyenne terrasse) et Argile de décalcification
- Vases,argiles tourbes (argiles fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Karstique)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1988)

ST PROJET — COMEDIE — QUINCONCES — PAUL DOUMER

D20 SD12 Tr21 Tr22 C26 T24 Dr25 T29 C27 P28 850 Tr32 Cr33 ST14 Tr34 SP15 E60 Tr62 Tr44 Cr50
P21 SC10 T23 SP11 C31 T30 Cr65 Cr61

0 NGF

0 NGF

200.

2000.

P.C. -30.00

S DU PROJET

S DU T.N.

ANCES CUMULEES

ES RAMPES PALIERS

GNEMENTS ET COURBES

0 100 m

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

A

VAL
MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
A.SAINT-JEAN/LES AUBIERS

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

VICTOR HUGO-PAUL DOUMER

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date :
BROM-SEEE	AD.CC		J.P	16 3 89
N° d'enregistrement interne	Modifications		Echelles	Dossier N°
89.222.3			H 1/2000 V 1/200	

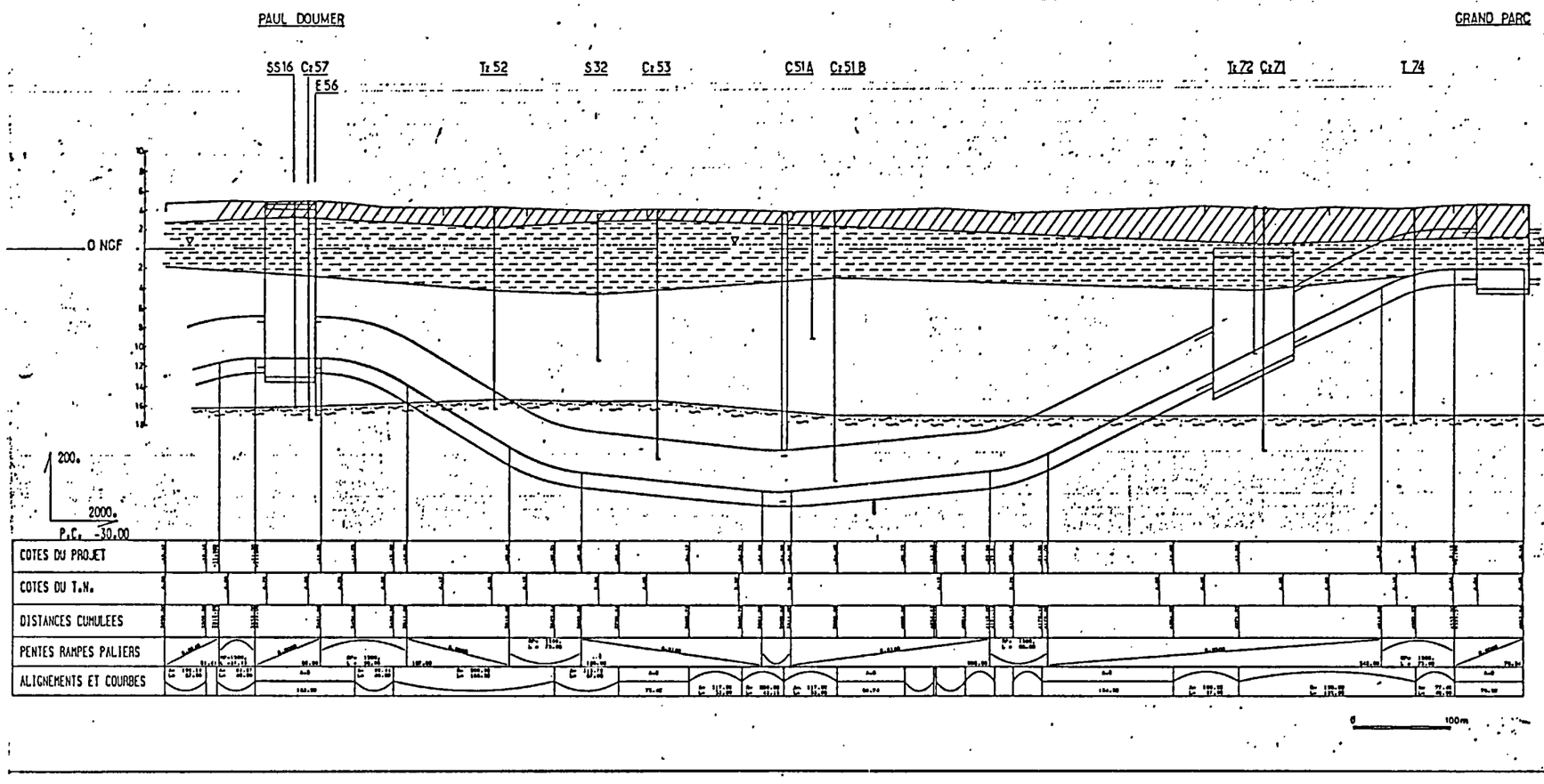
CODE MAITRE D'OUVRAGE

APD-GO-□□-□-□□□-

MAITRES D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Bordeaux MATRA TRANSPORT
Rue Fabert Courrèges
Bureaux de Lac 3-4
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.91.92

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Bordeaux 90 R.T. DU METRO DE BORDEAUX
Rue Fabert Courrèges
Bureaux de Lac 3-4
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.91.92



LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile à graviers (moyenne terrasse) et argile de décalcification
- Vases, argiles, tourbes (vallées fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Horstique)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1988)

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

A

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
A.SAINT-JEAN/LES AUBIERS

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

PAUL.DOUMER-GRAND.PARC

MAITRE D'OEUVRE PARTAGE	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date :
BROM.SEEE	AD - CC		J.P.	16.3.89
N° d'enregistrement interne	Modifications		Echelles	Dossier N° :
89.222. 4			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OUVRAGE

APD-GO-17-A-□□□-

MAITRE D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Succursale MATRA TRANSPORT
Rue Robert Caumont
Bureau du Lot N°8
33041-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.80.27

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Succursale SOCIETE DU METRO DE MARSEILLE
Rue Robert Caumont
Bureau du Lot N°8
33041-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.80.80

LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile plastique (moyenne terrasse) et argile de décalcification
- Vases, argiles tourbeuses (vallées fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Karstique)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1988)

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

A

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
A SAINT-JEAN/LES AUBIERS

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

PLACE DE L'EUROPE.LES AUBIERS

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	Dessiné par	Vérifié par	Approuvé par	Date
BROM.SETI	AD.CC		J.P	16.3 89
N° d'enregistrement bureau	Modifications		Echelles	Dossier n°
89.222.5			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OUVRAGE

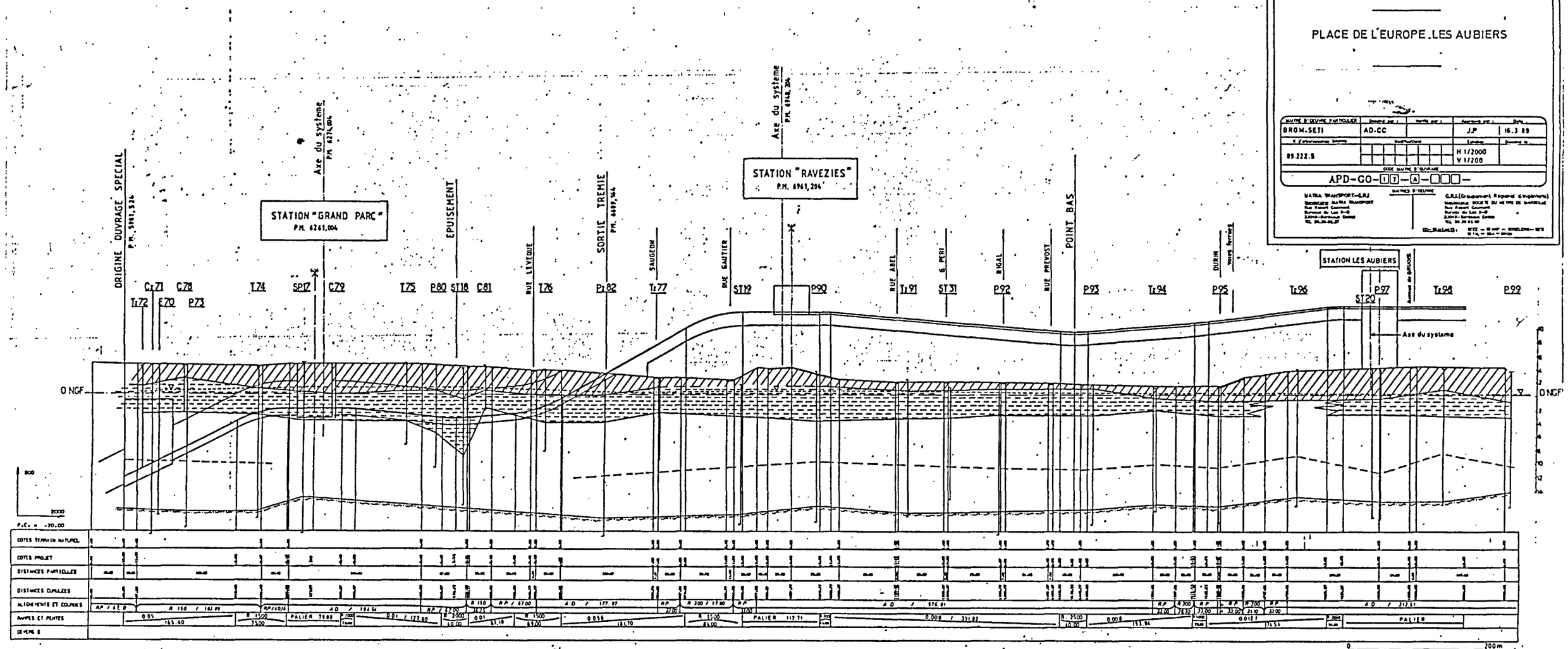
APD-GO-11-A-□□□-

MAITRE D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Ingénierie MATRA TRANSPORT
Rue Ernest Cormont
Bâtiment du Lac n°4
33300-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.04.37

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Immeuble ROCHE N. DU METRO DE BORDEAUX
Rue Ernest Cormont
Bâtiment du Lac n°4
33300-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.04.50

ECH. HAUTEURS : 1/200 — ECH. LONGUEURS : 1/2000



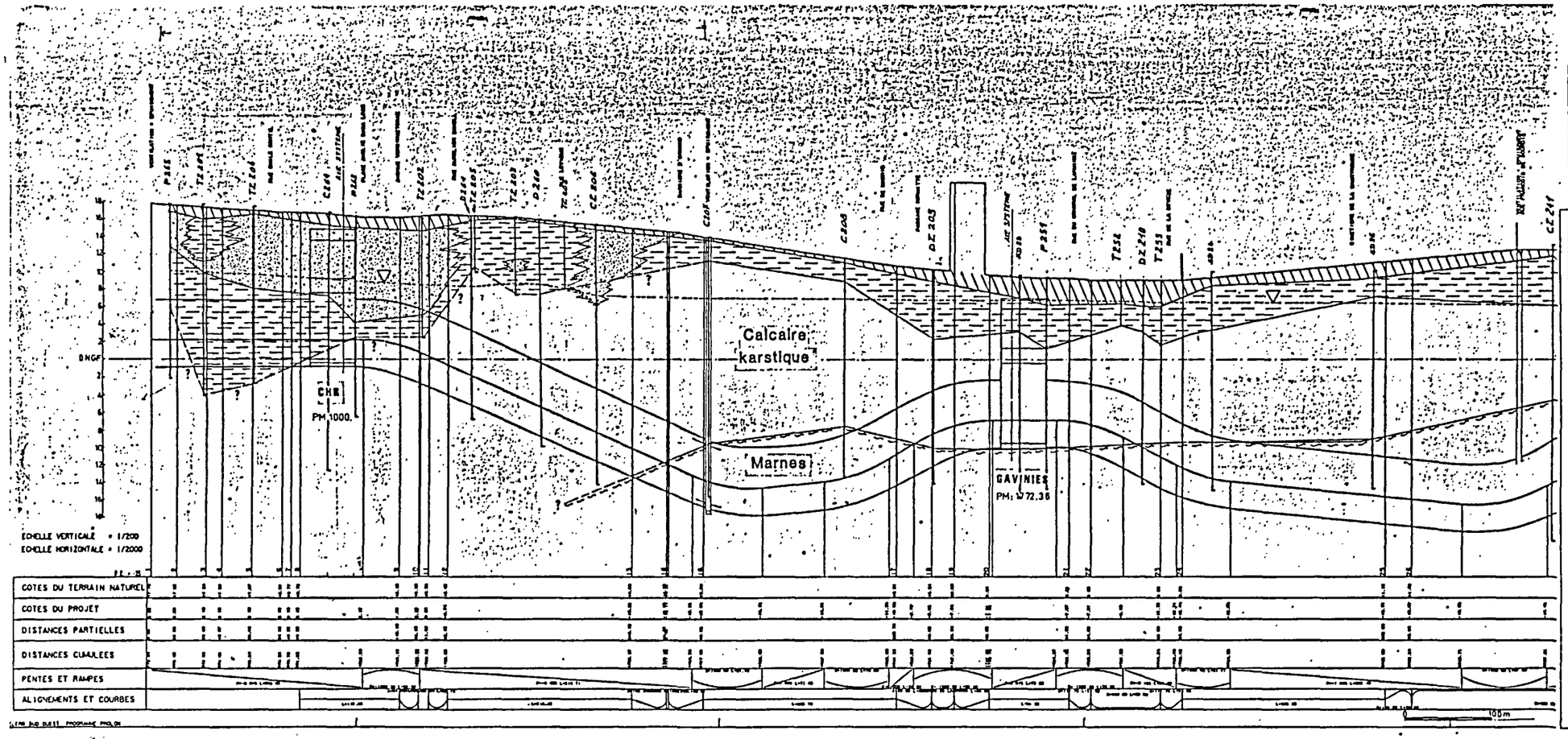
LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile à graviers (moyenne terrasse) et argile de décalcification
- Vases argiles tourbes (vallons fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Karstique)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1989)



INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

B

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
B. C.H.R. / QUINCONCES

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

CHR.PREFECTURE

MAITRE D'OEUVRE PARTAGEE	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date
BRGM.SOGELERG	AD.CC		JP	16 3 89
N° d'enregistrement interne	Modifications		Echelle	Dessin n°
89 222 6			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OUVRAGE

APD-GO-[1][7]-[A]-[ ][ ][ ]-

MAITRE D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Succursale MATRA TRANSPORT
Rue Robert Caumont
Bureau du Lac 3-5
33041-Bordeaux Cedex
TEL 56 39 02 37

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Succursale SOCIETE DU METRO DE MARSEILLE
Rue Robert Caumont
Bureau du Lac 3-5
33041-Bordeaux Cedex
Tél. 56 39 02 39

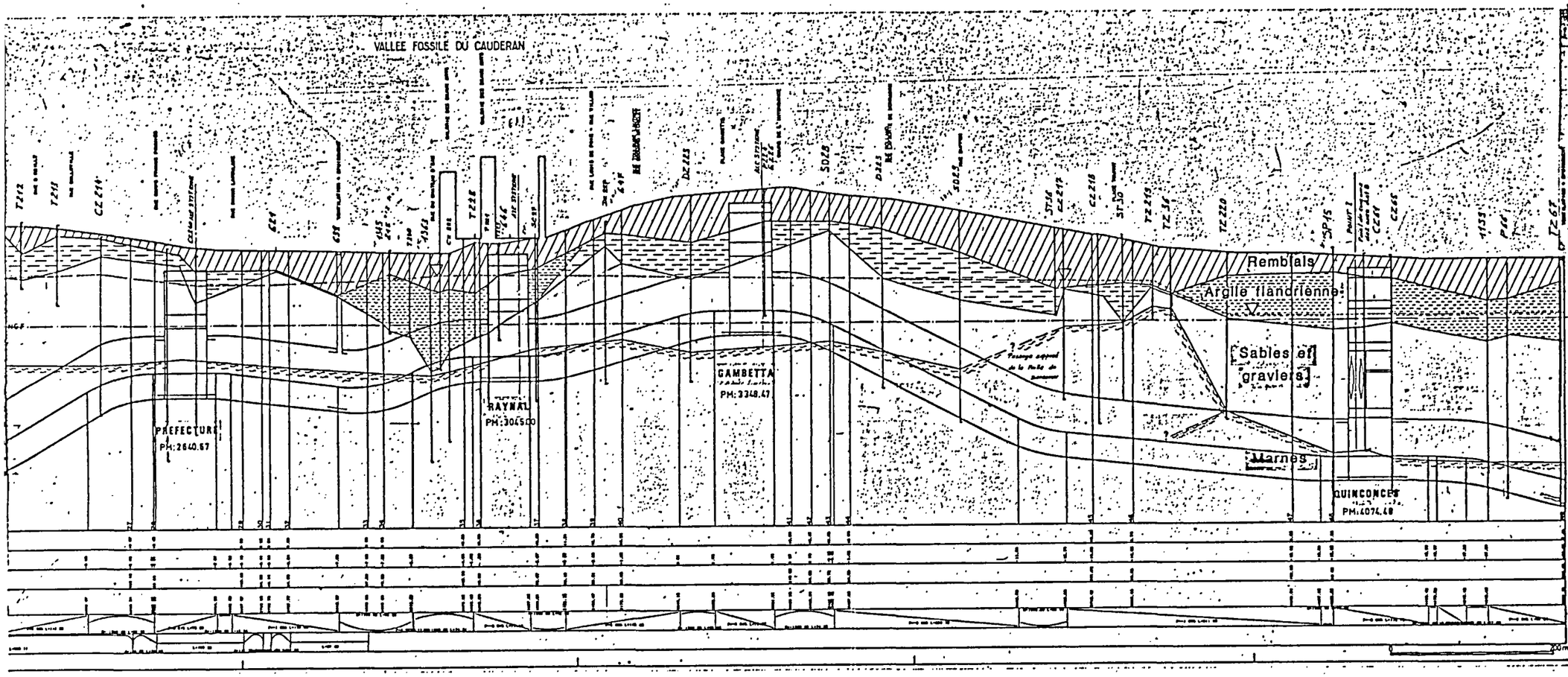
LEGENDE

Formations superficielles

- Remblais
- Alluvions sablo-graveleuses
- Argile à graviers (moyenne terrasse) et argile de décalcification
- Vases, argiles tourbeuses (vallées fossiles et Flandrien du domaine alluvial)

Substratum

- Calcaire coquillier jaune (Kimmeridgien)
- Calcaire coquillier gris et marno-calcaire
- Marnes Sannoisiennes
- Niveau de la nappe (février 1989)



INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

B

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO

B. C.H.R. / QUINCONCES

AVANT-PROJET DETAILLE

COUPE GEOLOGIQUE

PREFECTURE-QUINCONCES

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	DESSINE PAR	VISE PAR	DATE DE MISE EN SERVICE	STYLE
BROM-SOGELERG	AD-CC		JP	16 3 89
N° d'affaire interne	Modifications		Echelle	Dessin N°
89.222.7			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OUVRAGE

APD-GO-17-A-□□□-

MAITRES D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Bordeaux Matra Transport
Rue Raoul Lautrec
Bouliac du Lac Nord
33049-Bordeaux Cedex
TEL 56.98.91.37

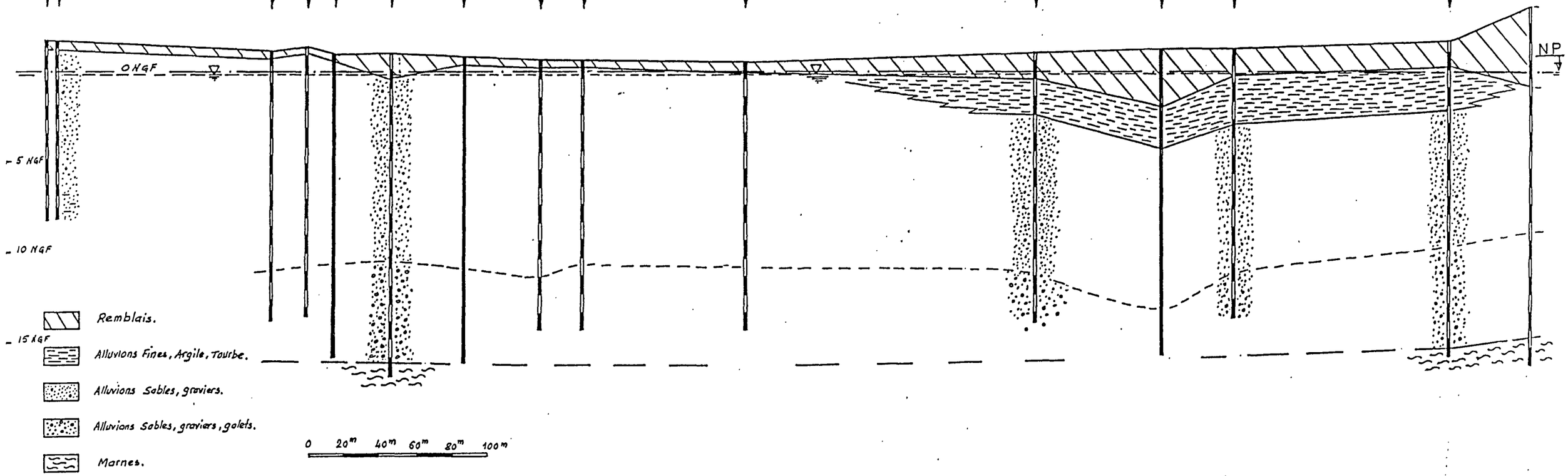
G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Bordeaux Matra Transport
Rue Raoul Lautrec
Bouliac du Lac Nord
33049-Bordeaux Cedex
TEL 56.98.91.92

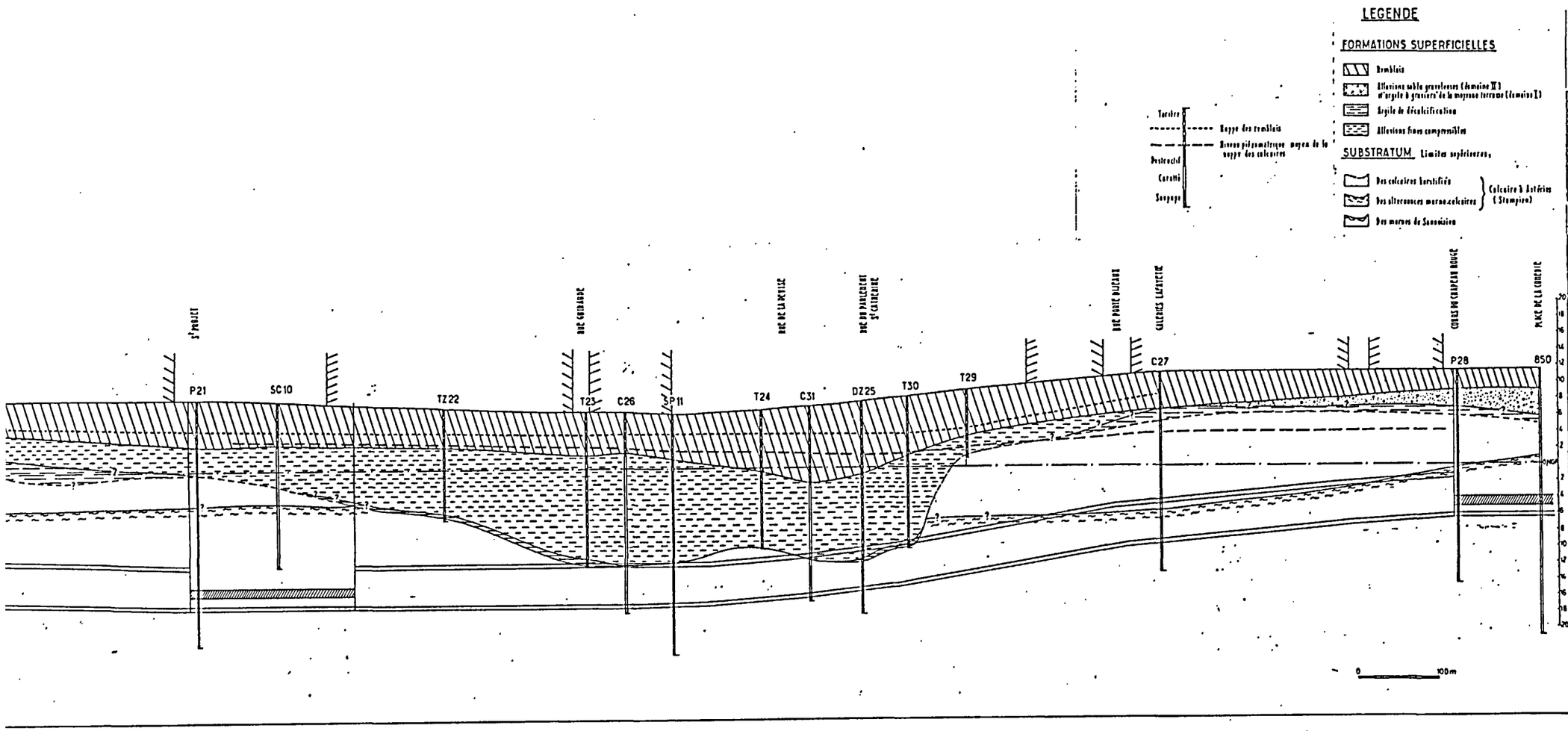
B.R.G.M-FEVRIER 1989
PLAN n° 89.222.8

COUPE GEOLOGIQUE DE LA BRETELLE VERS LES ATELIERS DE BRUGES

OUEST — EST — LIGNE A. Les AUBIERS

ST35 +1.89 | ST34 +1.82 | T180 +1,21 | P191 +1,12 | T181 +1,52 | Tz 182 +1.02 | P190 +0,90 | T183 +0,72 | T184 +0,72 | T185 +0,59 | Tz 186 +1,14 | P189 +2,96 | Tz 187 +1,33 | Tz 188 +1,70 | Tz 96 +3,74





LEGENDE

FORMATIONS SUPERFICIELLES

- Remblais
- Alluvions sable graveleuses (Formation IV) et argile à graviers de la moyenne terrasse (Formation I)
- Argile de décalcification
- Alluvions fines compressibles

SUBSTRATUM Limites supérieures

- Des calcaires karstifiés
- Des alternances marno-calcaires } Calcaire à Astéries (Stampien)
- Des marnes de Saucats

Tarentien — Nappe des remblais
Burdigalien — Niveau piézométrique moyen de la nappe des calcaires
Aquitanien
Carnien
Sannoisien

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

A

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
A.SAINT-JEAN/LES AUBIERS

AVANT-PROJET DETAILLE

SECTEUR St PROJET

COUPE GEOLOGIQUE DETAILLEE DE LA VALLEE FOSSILE DE LA DEVEZE

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date :
BROM.SEEE	A.D	J.P.C	J.P	16 3 89
N° d'enregistrement interne	Modifications		Echelles	Dossier N°
89.2229			H 1/2000 V 1/200	

CODE MAITRE D'OEUVRE
APD-GO-□□-□-□□□-

MAITRES D'OEUVRE

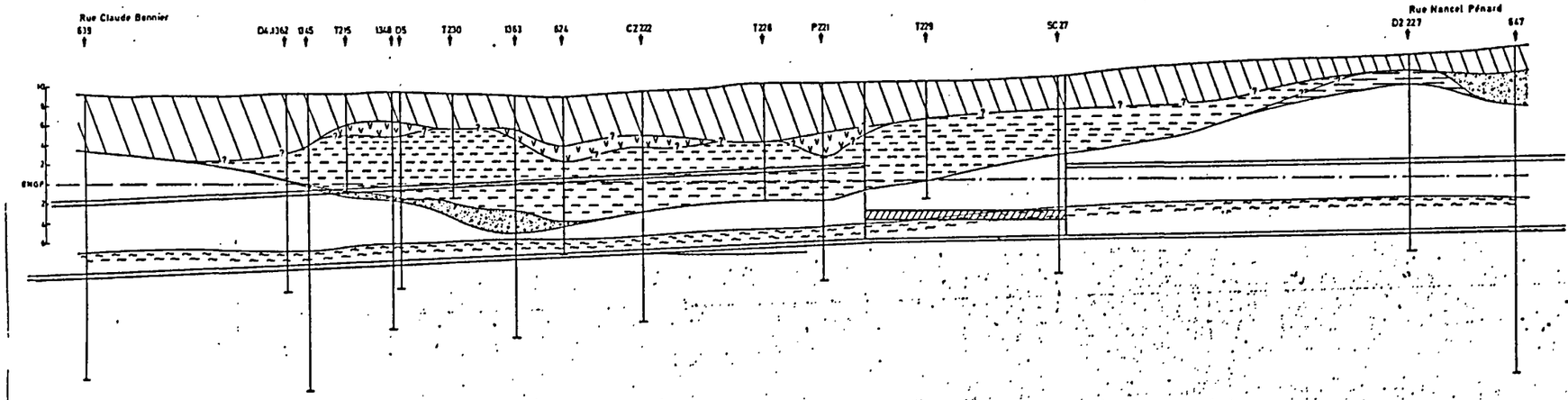
MATRA TRANSPORT-G.R.I
Secrétariat MATRA TRANSPORT
Rue Fabert Lauriston
Bureau de Lac 1-6
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.93.37

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Secrétariat SOCIETE DU METRO DE BORDEAUX
Rue Fabert Lauriston
Bureau de Lac 1-6
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.93.00

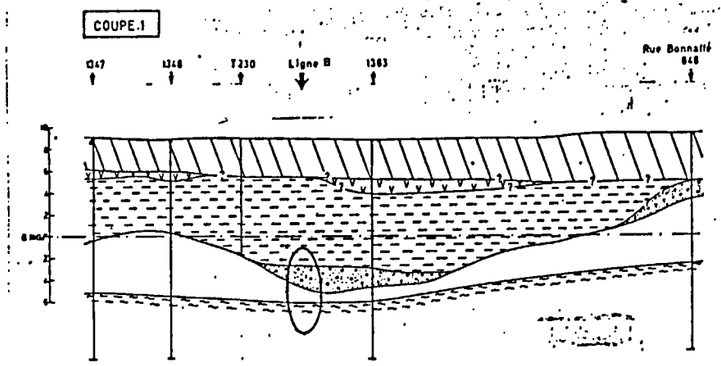
CO-TRAITANTS : SETE = SEAM = SYSTELOR = SETE
SETAL = SBA = SPEM

Puy - Berland
Rue de Cheverus
Rue Poquelin Moliere
Rue de Castillon
Place Puy-Paulin
Rue Guillaume Brochon
Rue Paul Pastere
Rue des Combes
Rue des Trois Conils
Rue Dudon
Archives Municipales
1802
1803
1806
1807
Rue Guillaume Tuteil
Imp. Saint-Projet
Place Saint-Projet
P2 P1 P1
Rue Laubes
Rue Sainte Catherine
TZ22
Rue de la Merci
Rue Arnaud Miqueu
Rue du Mirail
Rue Saint-Sim
Rue Lorraine
Ravez
Rue Cancera
Rue du Parlement Sainte Catherine
Rue des Piliers de Tutelle
Rue Saint Remi
Rue Metivier
Cour de Mai
Rue Dieux
Rue Morgan
Rue Saint Maixent
Rue Bourbon
Rue Gabriel
Rue Bouquière
Rue Ferrere
Rue Lalande
Rue Mauvezin
Rue Ste Colombe
Rue Ste Croix
Rue Ste Eulalie
Rue Ste Puy Paulin
Rue Ste Rémi
Rue Ste Sauveur
Rue Ste Thomas
Rue Ste Vincent
Rue Ste Virgile
Rue Ste Voltaire
Rue Ste Zacharie
Rue Ste Zénon
Rue Ste Zita
Rue Ste Zoé
Rue Ste Zozime
Rue Ste Zozime
Rue Ste Zozime

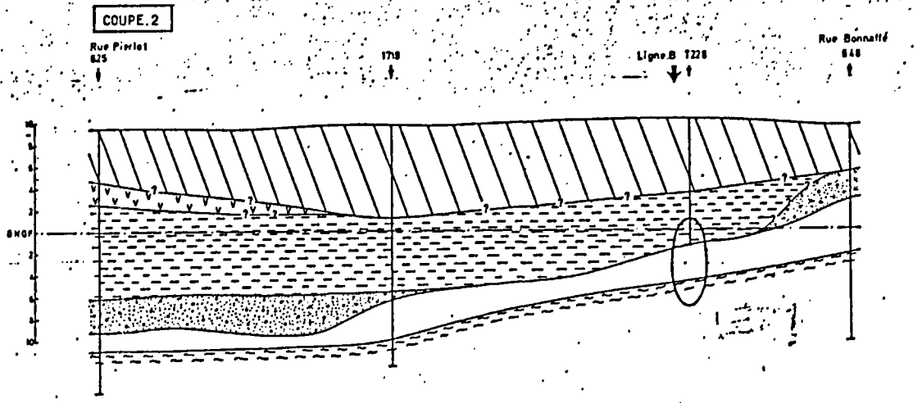
COUPE DANS L'AXE DE LA LIGNE B



COUPE 1



COUPE 2



LEGENDE

FORMATIONS SUPERFICIELLES

- Remblais
- Alluvions sablo graveleuses (formation B) et argile à passées de la moyenne terrasse (formation F)
- Argile de décalcification
- Alluvions fines compressibles
- Tourbe

SUBSTRATUM — Limites supérieures

- Des calcaires lacustres — Calcaire à Astéries (Stampien)
- Des alternances marno-calcaires — Calcaire à Astéries (Stampien)

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

B

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO

AVANT-PROJET DETAILLE

CHR QUINCONCES

COUPE GEOLOGIQUE DETAILLEE DU SECTEUR RAYNAL

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date
BRGM.SOGELERG	AD	JP.C	J.P	16.3.89
N° d'enregistrement interne	Modifications		Echelle	Dessiné le
89.222.11			H 1/500 V 1/200	

CODE MAITRE D'OEUVRE

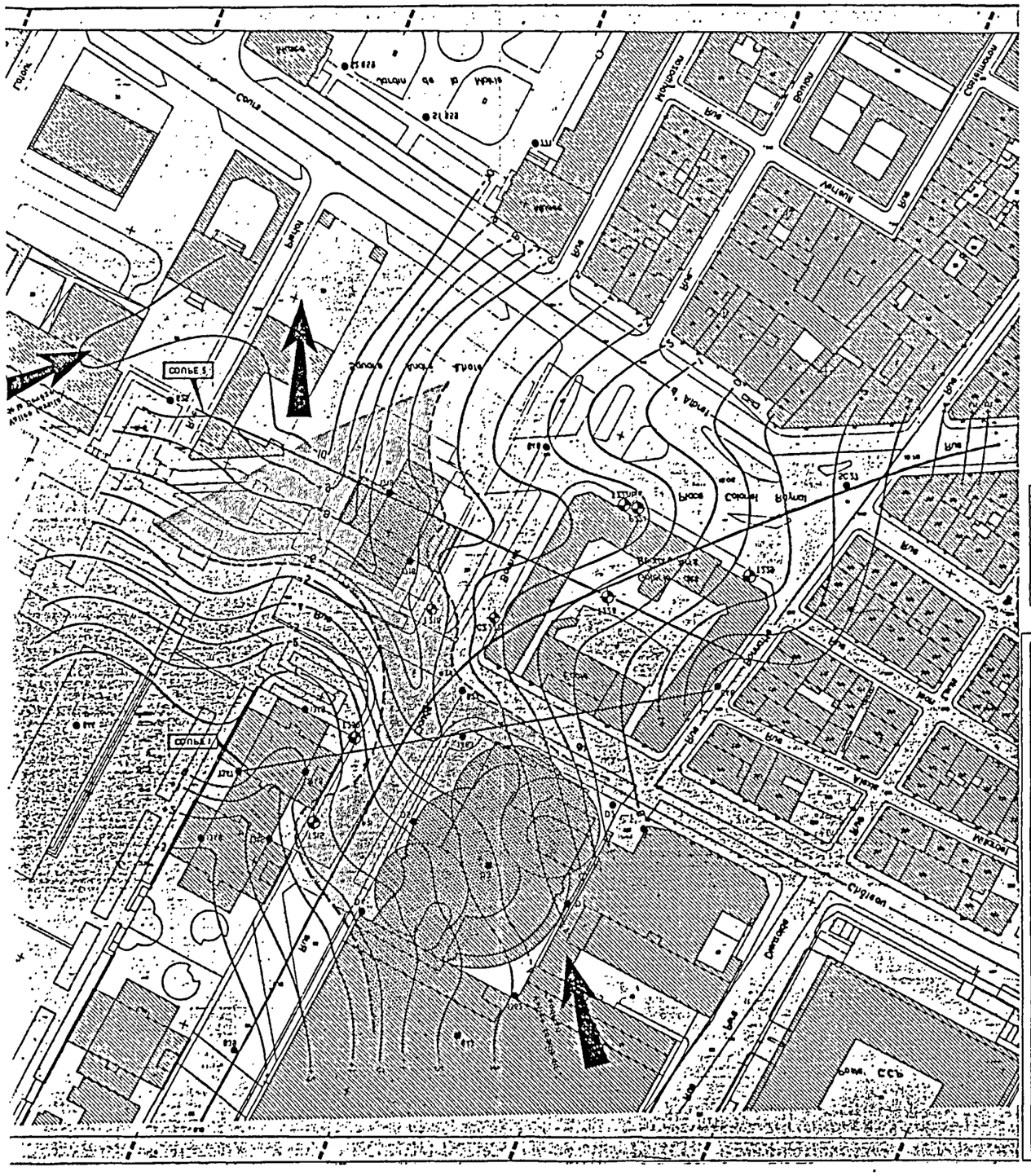
APD-GO-17-A-216-

MAITRES D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I.
INGENIEURS MATRA TRANSPORT
Rue Robert Caumont
Bureau du Lac 3-4-5
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.03.37

G.R.I. (Groupement Régional d'Ingénierie)
Mandataire SOCIETE DU METRO DE BRUXELLES
Rue Robert Caumont
Bureau du Lac 3-4-5
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.03.90

Co-Traitants : STEC — SEAEP — SOGELERG — SETE — SBA — SPIEH



LEGENDE

- Sondage A.P.D. Hélio
- Autre sondage
- Extension des sables et graviers de fond de vallée
- Courbe isohypse du toit du substratum calcaire (cote N.G.F.)

0 10 20 30 40 50 m

INDICE	DATE	NATURE DE LA MODIFICATION	ORIGINE

COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX
Esplanade Charles de Gaulle
33076-BORDEAUX Cedex
TEL-56.98.91.92

B

VAL

MATRA TRANSPORT
G.R.I.
Groupement Régional d'Ingénierie

METRO
B. C.H.R. / QUINCONCES
AVANT-PROJET DETAILLE

SECTEUR RAYNAL

CARTE DU TOIT DU SUBSTRATUM

MAITRE D'OEUVRE PARTICULIER	Dessiné par :	Vérifié par :	Approuvé par :	Date :
BRGM-SOGELERG	A.D	JP.C	JP	16.3.89
N° d'enregistrement du dessin	Modifications		Echelle	Dessiné le
89.222.12			1/500	

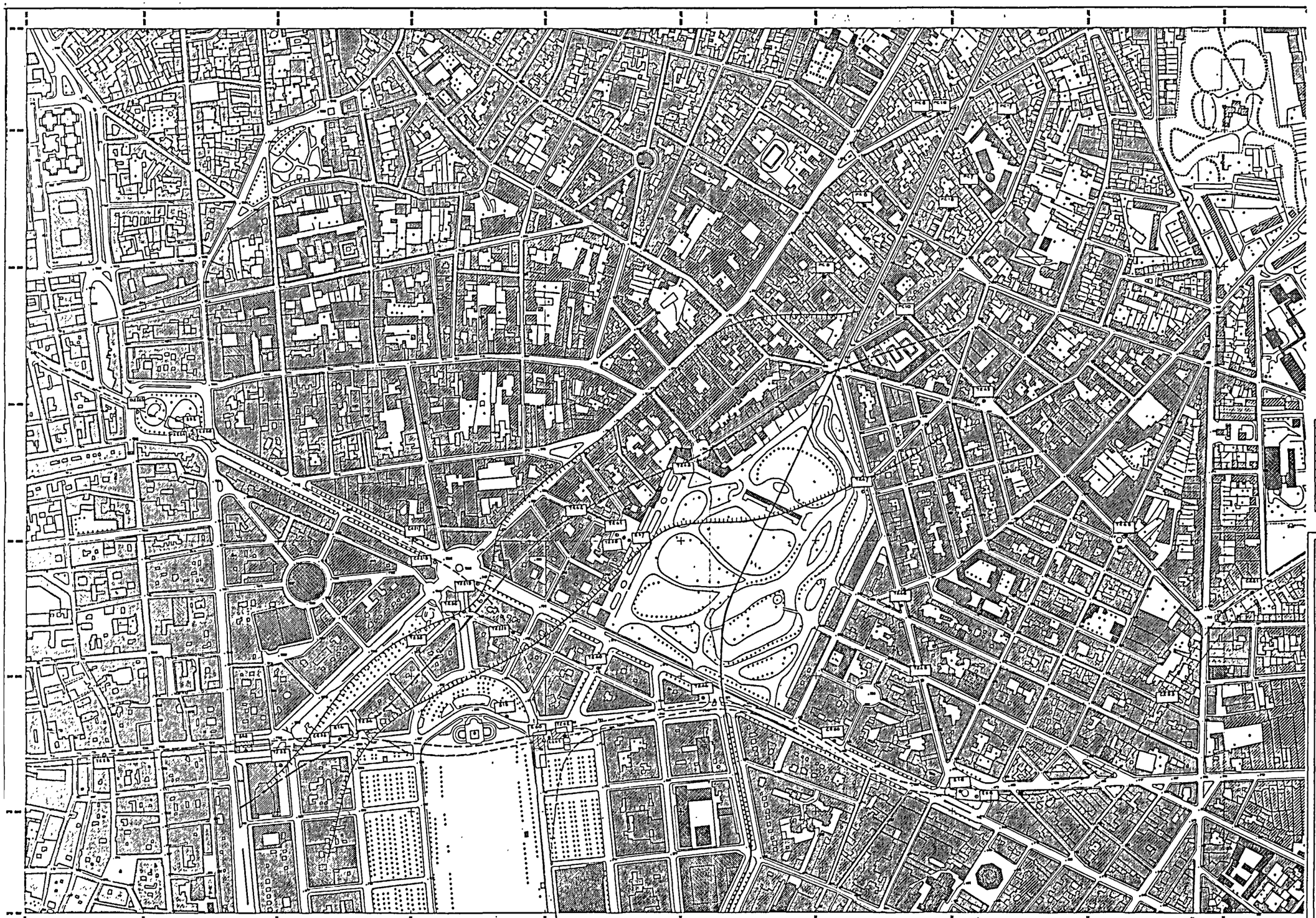
CODE MAITRE D'OUVRAGE
APD-GO-17-A-2116-

MAITRES D'OEUVRE

MATRA TRANSPORT-G.R.I
Département MATRA TRANSPORT
Rue Robert Caumont
Domaine du Lac 3ème
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.93.37

G.R.I (Groupement Régional d'Ingénierie)
Représenté par SOCIETE DU METRO DE BORDEAUX
Rue Robert Caumont
Domaine du Lac 3ème
33049-Bordeaux Cedex
TEL. 56.39.92.90

CO-TRAITANTS : BCEOM — SEMOF — SOGELERG — SETEC — SEA — SPIEE


P 1
P 2
P 3
P 4
P 5
P 6
P 7
P 8
P 9
P 10
P 11
P 12
P 13
P 14
P 15
P 16
P 17
P 18
P 19
P 20
P

ANNEXE 2

IMPLANTATION DES SONDAGES

- Ligne A : planches A1 à A39
- Bretelle des ateliers de Bruges : planche A 40
- Ligne B : planches B1 à B22

  (NB : les éléments géométriques cotés sur le tracé de la ligne B ne doivent pas être utilisés pour le projet)

Identification des sondages

Sondage de la campagne APD Métro (Sept. 88 - Fév. 89)

E = puits pour pompage d'essai

P = pressiomètre

D = destructif

C = carottage

T = tarière seule

Z en indice = piézomètre

Sondage de la campagne APS Métro (Janvier-Février 1988)

SD = sondage destructif

SC = sondage carotté

SP = pressiomètre

SS = soupape

Autre sondage avec son numéro national d'archivage au BRGM (sur la feuille Bordeaux 0803-6X-++++)

Esmangard

Loti

Rue

8.79

7.18

Charles

A 1

Bézi

150

280

279

278

286

285

284

283

282

252

251

247

248

249

250

253

254

277

276

214

208

210

422

34

35

CZ 1

962 S5

Aé

962 S6

Rampe

Accès

Parking

6.50

962 S7

962 S3

Guit

du

Gare

Eugène Le Roy

Rue

Béziers

Domercq

A 2

Rampe Accès Parking

Rampe Accès Parking

5.DP

6.50

6.58

6.32

6.35

S1

P2

847

962
S1

962
S8

Escalator

Aé

Aé

Aé

Aé

Gare SAINT - JEAN

Cours de

Rue des Résl

Rampe Sortie Parking

Rampe Sortie Parking

Charles

Pont

en

U

Aé

A 3

SD2

1471

1742

5.11

6.19

6.35

.649

.483

LIGNE A. (2) GARE St JEAN

A 4

Tauzia

Jean Descas

Rue

de

de

Rue des Résiniers

Saget

Cazaubon

Rue

Charles

SD2

1474

1471

4.95

4.68

5.11

A 5

Belle

Etoile

SD 3

Tuzid

de

Grenier

Pe

SDS

284 650

285 000

285 650

Rue du Fort

Rue des

Rue de l'Abattoir

Rue

Dom. Devienne

Scolaire

André Meunier

Mutiles

211

212

Groupe

Douves

Gerbier

Rue du Mouton

Rue

Place

And

A 7

Marbotin

École de Rééducation Professionnelle des Mutilés

Marché

Rue

Rue

Rue

des Douves

Malet

Jules

A 8

1283

285 250

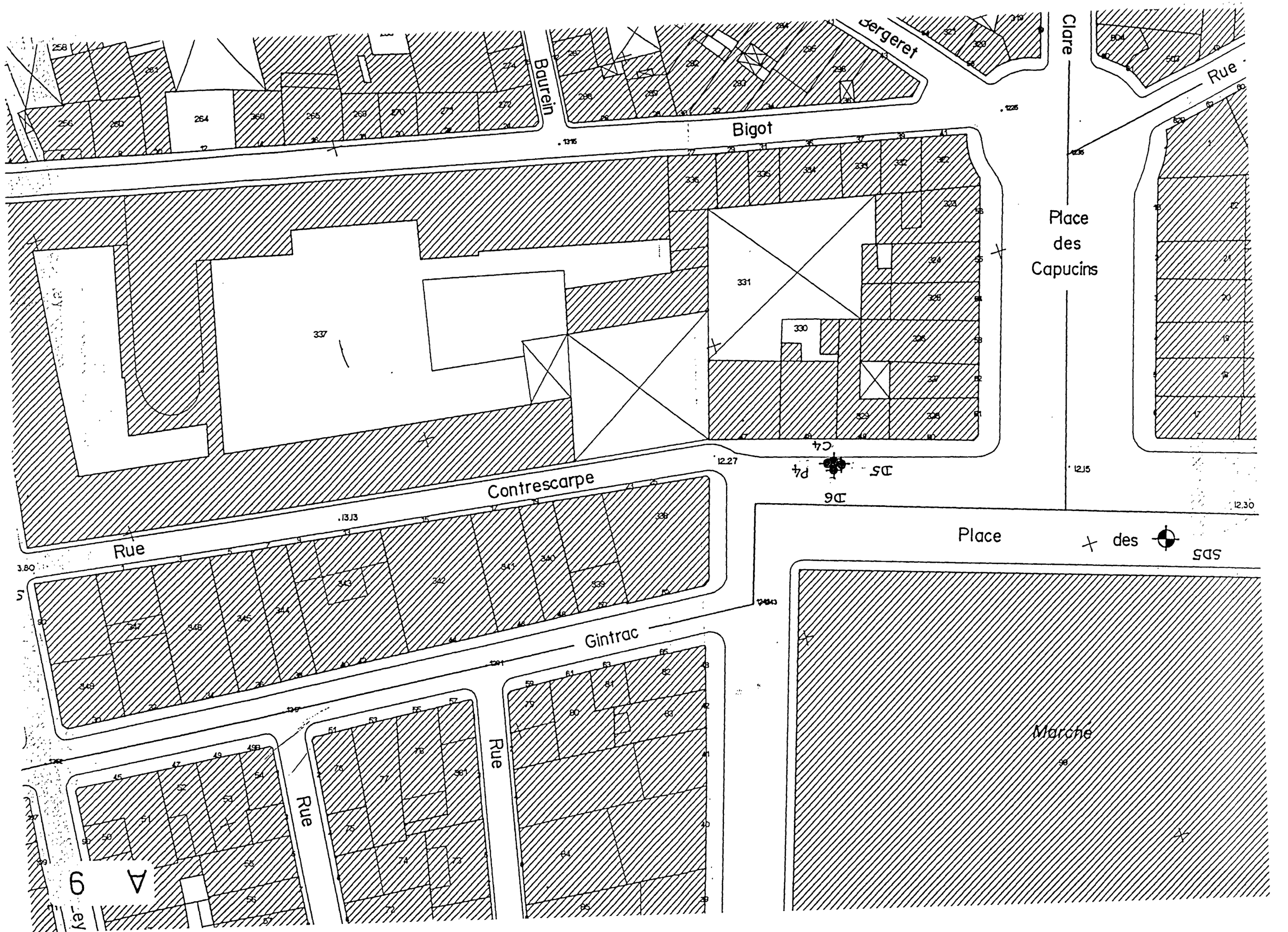
285 200

285 150

185

197

18


Bergeret
Baurein
Bigot
Clare
Rue
Place
des
Capucins
Contrescarpe
Rue
Gintrac
Rue
Rue
Place
des
Marché

Gradis

Paul

Rue

Faculté de Médecine et Pharmacie

Rue

Elie

Candale

Rue

Institut Dentaire

Leyteire

Cours

A 10

Rue Elie

Candale

Place de la Victoire

Cours

Institut Dentaire

15

Rue

Tiffonet

Passage

Imp. Tiffonet

Cours — de — la —

Rue

D213

A 11

878

1383

1250

348

349

358

363

373

305

306

307

300

301

302

304

303

308

334

336

335

333

330

331

329

347

369

370

371

372

364

365

14.79

1476

1483

1433

1447

1620

1540

1545

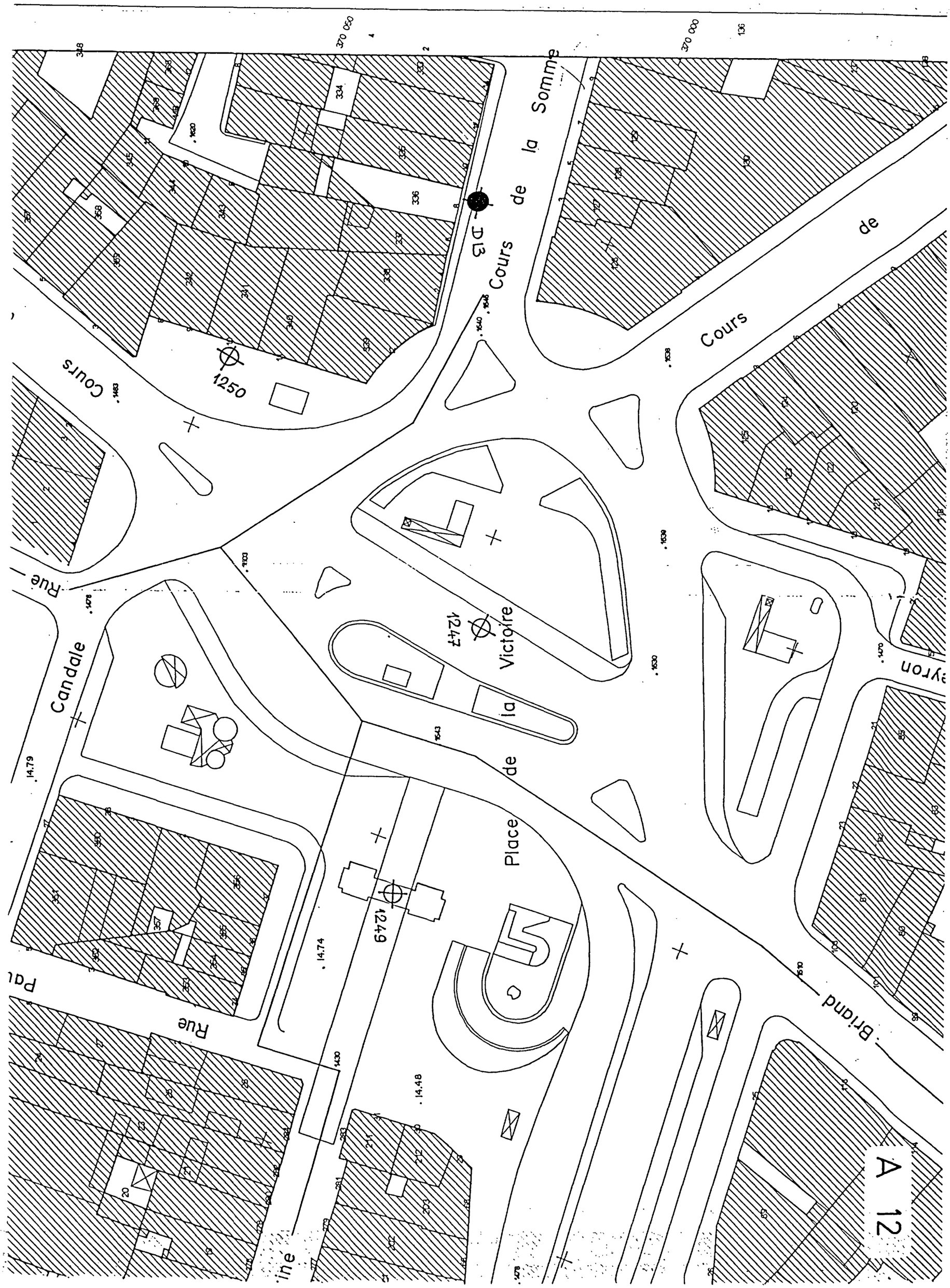
1488

1526

285 300

285 250

285 200


370 050
370 000
D13
Cours de la Somme
Cours
1250
1247
Victoire
Place de la
1249
Candale
Rue
Briand
A 12

Sainte

Place Général Sarrail

Catherine

Rue André Dumercq

Rue d'Alembert

Rue Moulinié

l'Oly

Cours

Pasteur

Rue

Moulinié

Veyrines

Tombe

Saincric

Caisse S.S.

IV

Henri

A 13

D215

C14

.1421

.1433

.1401

.1478

.14.69

Tessier

Rue

Canihac

Rue

Cours

Synagogue

Rue

Pasteur

Rue

Canihac

Rue

Capeyron

Magendie

Rue

Labirat

de

la

Paul

Lande

Bourse du Travail

A 14

A 15

Rue

Cursol

Pasteur

Rue Paul Louis Lande

Rue de Cours la Lande

Rue Canihac

Hugo

Paul

Musée d'Aquitaine

CZ19

P18

SD9

1716

12.20

12.06

1193

1189

1179

1284

369 800

369 850

369 900

Rue Duffour Dubergier
Rue de la Basse Porte
Rue
D20
.1043
.1034
236.DP
237
235
234
239
240
241
Groupe Scolaire
8.64 Bert
des
d'Alsace
NC14
CK=-0,1
et
CK=+6,1
CK=+6,8
8,40
CK=+4,5
CK=+4,5
CK=-2
NG=-4,6
7.87
9.09
S12
A 16
Rue
Archi
Munic
Rue
Loup
1801
1802
1806

A 17

Archives Municipales

Rue Guérin

Tustal

Conils

Imp. Saint - Projet

Place Saint - Projet

P21 Pz21

SC10

Tz 22

Catherine

Imp de la Merci

Loupi

Sainte

Rue de la Merci

Rue

Arnaud

Miqueu

1806

1807

1805

1804

1803

CK +4,5

CK +2

MC = -4,6

MC = -5,0

CK = -0,8

Dudon
Guiraude
Imp. 25 Guiraude
Imp. Ste Catherine
Margaux
Alaudettes
des
Rue
Dijeaux
A 18
SDB
CK=+0,2
T29
Sainte
T30
Dz25
C31
T24
S11
C26
T23
Rue
Cancéra
Devise
la
Rue
du
Parlement
Piliers
des
Rue
du
de
Sai

Rue

Rue

Saige

l'Intendance

Mautrec

A 19

260.DP

Dijeaux

Catherine

P28

C27

Rue de la Maison Daurade

115.DP

Cours du

+850

Place de la Comédie

Tz 32

Grand - Théâtre

pass. de la Galerie Bordelaise

Rue

de

Tutelle

A 20

Allées

Rue

Gobineaux

ST34

CZ33

XXX Juillet

du

Cours

Rue de l'Esprit

Allées

Allée

Place des Quinconces

(Esplanade)

407

406

8.DP

9.DP

78.DP

.1078

.1223

.1027

.1006

.899

.937

.914

.923

10.91

10.43

9.56

11.45

21

59

286 750

286 800

286 840

369 745

369 750

369 800

369 850

369 900

Rue Montaigne

Tourny

Tz35

Rue de Seze

Rue du Château

Trompette

Rue

Gobineau Tz34

ST34

XXX Juillet

du

Place des Quinconces

Allée de Los Angeles

Allée

.1109

.1009

.1034

.1078

.1027

.994

.937

.899

.9.23

10.43

.9.56

9.DP

Quinconces

Munich

8.DP

9.DP

.889

9.23

9.56

.1005

d'Orléans

10.43

Juillet

XXX

du

Cours

Angeles

Los

Rue

Gobineau

STI4

T234

.974

.1078

.1027

.1068

9 39

A 22

369 950

369 900

369 850

Cz 65
7.70
Bristol
.796
8.01
1.DP
E 60B
E 60A
P64
Tz 62
Cz 61
7.82
KR
1158
9.37
9.39
Monument
des Girondins
1934
Allée
de
SP15
Los
.968
Foch
840
769
Gourgue
A 23
851
Place des Quinconces

Arnozan

Rond- Point

attre de Tassigny

Cours

Maréchal

Ferrère

Rue

de

Verdun

Cours

Jardin

Public

A 24

Tz 44

Tz 40

39.DP

25.DP

Jardin Public

A 25

Rue

Tz 44

Rond - Point Maréchal de Lattre de Tassigny

1164

5.43 Foch

Cours

4.98

4.81

4.72

Place
Mitchell
.534
Impasse
Mitchell
.511
.840
Henri
Rue
.502
Impasse
Clémenceau
.511
Course
la
.498
.475
A 26
Cz 50
4.59
4.33
4.69
Verdun
4.86
4.76
.446
.448
.445
.447
.449
.451
.453
.455
.457
.459
.461
.463
.465
.467
.469
.471
.473
.475
.477
.479
.481
.483
.485
.487
.489
.491
.493
.495
.497
.499
.501
.503
.505
.507
.509
.511
.513
.515
.517
.519
.521
.523
.525
.527
.529
.531
.533
.535
.537
.539
.541
.543
.545
.547
.549
.551
.553
.555
.557
.559
.561
.563
.565
.567
.569
.571
.573
.575
.577
.579
.581
.583
.585
.587
.589
.591
.593
.595
.597
.599
.601
.603
.605
.607
.609
.611
.613
.615
.617
.619
.621
.623
.625
.627
.629
.631
.633
.635
.637
.639
.641
.643
.645
.647
.649
.651
.653
.655
.657
.659
.661
.663
.665
.667
.669
.671
.673
.675
.677
.679
.681
.683
.685
.687
.689
.691
.693
.695
.697
.699
.701
.703
.705
.707
.709
.711
.713
.715
.717
.719
.721
.723
.725
.727
.729
.731
.733
.735
.737
.739
.741
.743
.745
.747
.749
.751
.753
.755
.757
.759
.761
.763
.765
.767
.769
.771
.773
.775
.777
.779
.781
.783
.785
.787
.789
.791
.793
.795
.797
.799
.801
.803
.805
.807
.809
.811
.813
.815
.817
.819
.821
.823
.825
.827
.829
.831
.833
.835
.837
.839
.841
.843
.845
.847
.849
.851
.853
.855
.857
.859
.861
.863
.865
.867
.869
.871
.873
.875
.877
.879
.881
.883
.885
.887
.889
.891
.893
.895
.897
.899
.901
.903
.905
.907
.909
.911
.913
.915
.917
.919
.921
.923
.925
.927
.929
.931
.933
.935
.937
.939
.941
.943
.945
.947
.949
.951
.953
.955
.957
.959
.961
.963
.965
.967
.969
.971
.973
.975
.977
.979
.981
.983
.985
.987
.989
.991
.993
.995
.997
.999
1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
37
39
41
43
45
47
49
51
53
55
57
59
61
63
65
67
69
71
73
74
75
77
79
81
83
85
87
88
89
91
92
93
95
96
97
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
127
128
129
130
131
132
133
134
135
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
170
171
172
173
181
183
184
186
187
188
189

Impasse

Course

Rue

Verdun

4.86

4.76

Tourat

Cornac

Cours Portal

Place Paul Doumer

SS16

Cz57

C58

P55

E56

784

A 27

369 900

369 950

370 000

Cours

Rue

Sainte

Eugénie

Portal

Rue

Rue

Rue

Cours

Evrard

de

Fayolle

Jacques

Rabaud

Cantemerle

Frère

PM

370 000

A 28

A 29

Salnte Elisabeth

Impasse

Mon.

Rue

Rue

Rue

Cours

Rue

Jacques

Jean

Tz52

S32

CZ53

Godard

3.98

4.14

4.03

3.96

.429

.366

.400

.388

.389

.390

.392

.393

.394

.395

.396

.397

.398

.399

.400

.401

.402

.403

.404

.405

.406

.407

.408

.409

.410

.411

.412

.413

.414

.415

.416

.417

.418

.419

.420

.421

.422

.423

.424

.425

.426

.427

.428

.429

.430

.431

.432

.433

.434

.435

.436

.437

.438

.439

.440

.441

.442

.443

.444

.445

.446

.447

.448

.449

.450

.451

.452

.453

.454

.455

.456

.457

.458

.459

.460

.461

.462

.463

.464

.465

.466

.467

.468

.469

.470

.471

.472

.473

.474

.475

.476

.477

.478

.479

.480

.481

.482

.483

.484

.485

.486

.487

.488

.489

.490

.491

.492

.493

.494

.495

.496

.497

.498

.499

.500

.501

.502

.503

.504

.505

.506

.507

.508

.509

.510

.511

.512

.513

.514

.515

.516

.517

.518

.519

.520

.521

.522

.523

.524

.525

.526

.527

.528

.529

.530

.531

.532

.533

.534

.535

.536

.537

.538

.539

.540

.541

.542

.543

.544

.545

.546

.547

.548

.549

.550

.551

.552

.553

.554

.555

.556

.557

.558

.559

.560

.561

.562

.563

.564

.565

.566

.567

.568

.569

.570

.571

.572

.573

.574

.575

.576

.577

.578

.579

.580

.581

.582

.583

.584

.585

.586

.587

.588

.589

.590

.591

.592

.593

.594

.595

.596

.597

.598

.599

.600

.601

.602

.603

.604

.605

.606

.607

.608

.609

.610

.611

.612

.613

.614

.615

.616

.617

.618

.619

.620

.621

.622

.623

.624

.625

.626

.627

.628

.629

.630

.631

.632

.633

.634

.635

.636

.637

.638

.639

.640

.641

.642

.643

.644

.645

.646

.647

.648

.649

.650

.651

.652

.653

.654

.655

.656

.657

.658

.659

.660

.661

.662

.663

.664

.665

.666

.667

.668

.669

.670

.671

.672

.673

.674

.675

.676

.677

.678

.679

.680

.681

.682

.683

.684

.685

.686

.687

.688

.689

.690

.691

.692

.693

.694

.695

.696

.697

.698

.699

.700

.701

.702

.703

.704

.705

.706

.707

.708

.709

.710

.711

.712

.713

.714

.715

.716

.717

.718

.719

.720

.721

.722

.723

.724

.725

.726

.727

.728

.729

.730

.731

.732

.733

.734

.735

.736

.737

.738

.739

.740

.741

.742

.743

.744

.745

.746

.747

.748

.749

.750

.751

.752

.753

.754

.755

.756

.757

.758

.759

.760

.761

.762

.763

.764

.765

.766

.767

.768

.769

.770

.771

.772

.773

.774

.775

.776

.777

.778

.779

.780

.781

.782

.783

.784

.785

.786

.787

.788

.789

.790

.791

.792

.793

.794

.795

.796

.797

.798

.799

.800

.801

.802

.803

.804

.805

.806

.807

.808

.809

.810

.811

.812

.813

.814

.815

.816

.817

.818

.819

.820

.821

.822

.823

.824

.825

.826

.827

.828

.829

.830

.831

.832

.833

.834

.835

.836

.837

.838

.839

.840

.841

.842

.843

.844

.845

.846

.847

.848

.849

.850

.851

.852

.853

.854

.855

.856

.857

.858

.859

.860

.861

.862

.863

.864

.865

.866

.867

.868

.869

.870

.871

.872

.873

.874

.875

.876

.877

.878

.879

.880

.881

.882

.883

.884

.885

.886

.887

.888

.889

.890

.891

.892

.893

.894

.895

.896

.897

.898

.899

.900

.901

.902

.903

.904

.905

.906

.907

.908

.909

.910

.911

.912

.913

.914

.915

.916

.917

.918

.919

.920

.921

.922

.923

.924

.925

.926

.927

.928

.929

.930

.931

.932

.933

.934

.935

.936

.937

.938

.939

.940

.941

.942

.943

.944

.945

.946

.947

.948

.949

.950

.951

.952

.953

.954

.955

.956

.957

.958

.959

.960

.961

.962

.963

.964

.965

.966

.967

.968

.969

.970

.971

.972

.973

.974

.975

.976

.977

.978

.979

.980

.981

.982

.983

.984

.985

.986

.987

.988

.989

.990

.991

.992

.993

.994

.995

.996

.997

.998

.999

.1000

Rue

Rue

Cazalis

Marsan

Eglise
Notre - Dame

Rue

Condorcet

Cours
de
Luze

Albert

Camille

Rue

A 30

C 51 B

C 51 A

3.98

3.84

3.86

Lucien

Luze

Rue

Rue

Rue

Cours

des Fêtes

A 31

3.98

4.05

4.20

3.80

101

369 700

369 650

369 600

1105

1106

1108

1109

Guestier

Luze

3.80

3.89

801

706

s1

22

89

71

.420

.4.06

.4.30

de

.4.51

Généraux

432

Rue

des

Duché

Piscine

A 32

ours

13

74

4.12

4.14

Place de l'Europe

4.28

4.16

4.37

Cours

Rue Louis Gendreau

A 33

288 550

288 500

288 450

288 400

A 34

Centre

SP17

C79

Tz 74

4,54

4,12

Chapelle de Tivrie

Portmann

Frères

Centre Social

Foyer des Personnes Agées

A 35

Maryse

4.54

4.49

C79

4.46

4.43

T75

Chapelle de la Trinité

11

Rue des

Frér

A 36

Bastié

Lévêque

Rue

François

T76

P80

C81

ST18

18

.392

.363

3.53

4.04

3.83

.348

288.400

288.400

3

7

8

Saugeon
Counord
A 37
Emile
Pz 82
TZ 77
2.50
16
82
14
13
12
11
81
78
8
75
74
73
72
241
239
237
235
233
231
76
77
80
229
228
280
9
30
31
32
10
12
302
297
295
29

A 38

VIADUCS 1245.70 N

RAVEZIES
PM 6222.00

P90
P91
P92
P93
ST19
ST31
P62
610

BOUTAUT
LA PROVIDENCE
CAMP GUYNEMER
TREMIE
USINE
Melox
Boulevard
Avenue
Cours
Rue

A 39

9600

9800

1000

r.475.

CHAVAILLE

PETIT BRUGES

LA PROVIDENCE

CAMP GUYNEMER

LES AUBIERS
PM 708+1.00

EXTREMITÉ
DU PROJ
PM 7286.

P92 P93 Tz94 P95 Tz96 P97 Tz98 P99

245.70

Hmatsud

Foyer

Poste de Gendarmerie

A.D. L 251.15

CLO L 40.00

R 210.00 L 151.12

R 300.00 L 124.23

CLO L 40.00

PM 697.00

A.D. L 184.88

CLO L 40.00

R 400.00 L 48.98

40.00

40.00

290,200

290,000

289,800

T181 T182 T183 T184 T185 T186 T187 T188

P191 P190 P189 P99 P98 P97 P96 P95 P94

Tz182 Tz186 Tz187 Tz188 Tz96 Tz98 Tz94

369,400 369,600 369,800

RUNN

A 40

B 1

RUE LAURENT SENS

RUE EMILE GENTIL

PARKING

RUE DE LA PELOUSE DE DOUET

P265

CENTRE
367403.211
285573.562

Tz 201

800

AD 20.00

AD
10.00

⌀=35.00

850

R=300
DEVT=18.961

900

AD
6.50

AD
22.00

⌀=35.00

PARKING

Tz 204 TRANSFO

367357.035
285273.186

367377.035
285273.274

367387.035
285273.318

367422.019
285274.152

367440.894
285275.938

367475.413
285281.680

PARK

367 300

367 350

367 400

367 450

B 2

RUE DU GRAND MAURIAN

RUE EMILE GENTIL

285 350

PLACE AMELIE RABA-LEON

13,m

1050

AD=45.142

STATION C.H.R.

P263

AD 10.00

367589.60
285304.20

285 300

PARKING

952

AD 10.00

CL 10.25

AD 6.50

CL 10.25

367538.65
285293.80

900

AD 22.00

AD 16.50

CL=35.00

PARKING

367529.938
285292.021

367509.819
285288.094

Tz 204 TRANSFO

367519.890
285290.000

367475.413
285281.680

PARKING

Cz 264 37.00

52.00

7 450

7 500

7 550

7 600

B 3

RUE AURELIEN SCHOLL

CENTRE
367572.547
285708.995

Tz 202

Tz 203

D 261

D 260

1200

AD=216.200

1050

AD=45.142

CL=16.00

R=400
DEVT=17.738

1100

RUE FRANTZ DESPAGNET
CL=16.00

Tz 205

367644.713
285315.450

367660.368
285318.754

367677.579
285323.031

367692.960
285327.437

AVENUE VERCINGETORIX

SOGELERG 27/2/89

B 4

Y=285 400

RUE LEVIEUX

BD ANTOINE GAUTIER

CENTRE
367756.097
285950.605

R=580
DEVT=2.507

C207

1300

1350

1400

1250

RUE FRANTZ DESPAGNET

CL=40.00

CL=40.00

AD=216.200

285 350

T266

Cz 206

367900.397
285388.368

367941.020
285400.875

367938.641
285400.081

PARC LESCURE

MAURICE MARTIN

X=367 800

X=367 850

X=367 900

B 5

BD ANTOINE GAUTIER

C207

C208

RUE D'ORNANO

1500

1550

1600

AD=223.704

1400

1082

(13)

CL=40.00

X=367378.627
Y=285414.435

367941.020
285400.875

367938.64
285400.081

BD MARECHAL LECLERC

AV. MAURICE MARTIN

B 6

1650

1600

1550

1500

C 208

AD=223.704

RUE D'ORNANO

1082

368 88.073
285 93.085

RUE DE MADRID

B 7

RUE GENERAL DE LARMINAT

PLACE GAVINIES

PASSAGE HERMITTE

STATION GAVINIES

RUE MATHIS

E250A

S23

E250B

1712

1809

1800

NC3 (CETE)

P251

1810

C3

985

1750

1700

CENTRE
368150.432
285650.298

368278.00
285550.60

368329.60
285600.80

368321.007
285592.439

368285.168
285557.573

368276.620
285549.257

368224.880
285508.674

368246.834
285522.601

PD11.926

CL=40.00

CL=40.00

R=160
DEVT=26.028

Dz 209

12m

96

30.00

650

285 600

285 550

B 8

RUE GÉNERAL

PLACE GAVINIES

RUE DE LA DEVEZE

1772,359

A

STATION GAVINIES

17,96

1800

1812

500

368

39.00

DE

368329.60
2856800.80

LARMINAT

1850

AD=29.610

NC3(CETE)

CL=25.00

P251

368321.007
2855922.439

368342.232
2856113.087

368 350

1552

1553

1553

368360.005
2856130.668

CENTRE
368002.498
2859980.223

1900

T252

R=500
DEVT=80.577

1950

T253

CL=25.00

Dz 210

1119

368461.562
2855922.562

RUE

B 9

S24

1950

2000

2050

21n

T253

CL=25.00

AD=247.935

2nd

368411.461
285692.562

368425.500
285713.247

Dz210

1119

1112

1118

ABRIA

B 10

SE

2250

R=400
DEVT=326.148

2200

CL 30.00

2150

368571.520
285931.602

368554.549
285906.852

S25

Y=286 100

Y=286 050

Y=286 000

B 11

EGLISE

SAINT-BRUNO

GROUPE SCOLAIRE

RUE O'REILLY

RUE FRANÇOIS DE SOURDIS

RUE COURPON

T212

T213

Cz 241

R=400
DEVT=326.148

CENTRE
368895.789
285697.403

CIMETIERE DE
LA CHARTREUSE

1527

1528

B 12

LEVILLE

CZ 214

CZ 240

2650

2640

2600

2550

250

STATION

PREFECTURE

CL=30.00

AD=13.281

AD=44.

368843.963
286094.030

368873.796
286097.175

368887.02
286098.40

368938.80
286103.20

S26

616

1093

T213

RUE CORPS FRANC POMMIES

HÔTEL
DU
DÉPARTEMENT

B 13

RUE ROGER LATEULADE

621

639

2750

2800

2850

2700

CL=25.00

R=500
DEVT=10.116

CL=25.00

AD=97.882

CL=20.00

11.01

RUE CLAUDE BONNIER

369016.824
286109.764

369042.621
286110.704

368982.623
286107.261

369007.534
286109.360

369140.478
286112.877

369160.454
286113.766

CENTRE
369041.226
285610.497

134

CU le
FEV 1988

RUE BUNN...

RUE DU CHATEAU D'EAU

RUE CLAUDE BONNIER

T229

STATIC...

B 14

ECOLE

369270.931
286175.933

GALERIE DES BEAUX ARTS

3000

Id.048

AD

CL=20.00

T228

P221

Pz 221

369264.108
286168.559

296

Cz 222

CENTRE
369...7.141
286283.174

1363

369250.203
286150.187

646

290

R=150
DEVT F100.289

285

T216

T215

T230

369140.478
286112.877

369160.454
286113.766

1345

B 15

CHATEAU D'EAU

ECOLE

RUE BONNAFFE

ALEXIS MILLARDET

PASSAGE COLIGNAN

RUE LEON VALADE

RUE LOUIS DE FOIX

SAINT - SERNIN

CENTRE
369247.141
286203.174
1368

289

295

300

369270.931
286175.933

T228

CL=2

AD=d.046

3000

T229

369306.25
286214.10

3044,998

3050

T216

Cz 222

369250.203
286150.187

369264.108
286168.559

GALERIE DES BEAUX ARTS

P221

Pz 221

STATION RAYNAL

AD=10.133

CL=35.09

3100

SC27

R=200
DEVT=35.37

RUE DOCTEUR CHARLES NANCEL PENARD

646

COURS D'ALBRET

RUE BOULAN

369313.132
286221.536

369336.136
286247.897

RUE DE LA

CEN
369178.
286370.

B 16

STA
GAMBE

33m

369421.900
286435.000

Dz 225

395

GEORGES BONNAC

3200

Δ=135.959

RUE DE TOULOUSE LAUTREC

RUE EDMOND MICHELET

647

369369.616
286309.517

3150

L=35.00

Dz 227

CENTRE
369178.035
286370.388

RUE VILLENEUVE

RUE GENSONNE

369355.222
286277.626

FOIX

R=200
DEVT=35.37

B 17

STATION GAMBETTA

3300
3340
3326
13m
11.5
852
E226
P224
AL=10.00
CL=20.00
3460
3460
3450
3500
3500
R=800
DEVT=57.921
SD28
D2 223

369421.900
286435.000
369441.900
286483.000
369445.746
286492.230
369453.515
286510.658
CENTRE
370188.072
286193.758
369478.364
286562.984
369487.741
286580.529

369 450
369 500

RUE DE LA VIEILL

COURS DE

B 18

RUE ROLLAND

RUE LAFAURIE DE MONBADON

3500

Dz 223

3550

3600

3650

AL=289.045

COURS GEORGES CLEMENCEAU

S29

RUE

RUE CONDILLAC

RUE FENELON

BUFFON

UE MONTESQUIEU

AUSSEAU

B 19

RUE LHOTE

RUE HUGUERIE

PLACE TOURNY

3800

S30

CL=50.00

1156

Tz 219

369649.404
286878.597

3757

3736

Cz 218

369624.332
286835.364

Cz 217

Tz 36

3700

S36

AL=289.045

3650

B 20

4050

4000

AL=11.967

CL=50.00

(45)

369807.732
286984.132

369857.282
286990.712

SP15

3900

Tz 220

R=250
DEVT=195.228

CENTRE
369856.832
286739.052

Tz 36

1157

B 21

Tz 62

4104

P64

E260B

Cz61

4100

4150

4200

4250

E260A

AL=11.967

QUINCONCES

(45)

369869.192
286991.881

369921.942
286997.050

Cz65

.282
.712

1159

SP15

1158

1934

1933

B 22

Esplanade

2.DP

4.DP

287 050

P66

TZ67

7.17

de

6.97

6.74

6.45 Bristol

6.21

5.DP

287 000

286 950

ANNEXE 3

LOGS DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe MC
MARNO-CALCAIRE ET CALCAIRE GRIS

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	56	33.6	230.9	107.8	39.1	0.36*	99.5	1.54*
PL	52	4.4	5.0	5.0	0.1	0.02*	5.0	1.02*
E/PL	52	7.6	46.2	22.6	7.0	0.31*	21.5	1.40*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe AG
ARGILE A GALETS (Moyenn Terrasse)

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	46	0.7	24.9	4.8	4.6	0.95*	3.3	2.39*
PL	46	0.2	1.8	0.7	0.4	0.58*	0.6	1.82*
E/PL	46	3.0	15.0	6.3	3.1	0.48*	5.8	1.53*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe MS
MARNES SANNOISIENNES

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	27	41.9	233.7	89.7	43.1	0.48*	81.7	1.53*
PL	26	5.0	5.0	5.0	0.0	0.00*	5.0	1.00*
E/PL	26	8.9	46.7	18.3	8.6	0.47*	16.8	1.51*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe SG
SABLE GRAVE DU DOMAINE ALLUVIAL

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	121	3.8	36.2	14.2	6.9	0.48*	12.6	1.65*
PL	112	0.7	4.3	2.0	0.7	0.37*	1.8	1.48*
E/PL	112	4.4	10.5	6.6	1.4	0.21*	6.5	1.22*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe AT
TOURBE ET ARGILES DU DOMAINE ALLUVIAL

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	59	0.7	11.3	3.2	2.7	0.86*	2.4	2.01*
PL	59	0.2	1.1	0.5	0.3	0.61*	0.4	1.72*
E/PL	59	2.4	10.8	5.9	1.5	0.26*	5.7	1.28*

Parametres statistiques elementaires groupe R
REMBLAIS

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	17	1.5	10.6	6.3	3.0	0.48*	5.5	1.80*
PL	17	0.2	1.4	0.8	0.3	0.42*	0.7	1.70*
E/PL	17	4.5	12.0	8.0	2.0	0.26*	7.7	1.31*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe K
KARST (Cavités : materiau de remplissage)

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	74	0.5	27.6	11.7	7.4	0.64*	8.8	2.35*
PL	70	0.2	4.3	1.6	0.9	0.54*	1.3	1.95*
E/PL	70	2.3	14.5	6.8	2.4	0.36*	6.4	1.42*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe CK
CALC-KARSTIQUE

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	61	17.0	160.1	59.2	28.4	0.48*	53.1	1.60*
PL	30	1.6	5.0	4.7	0.8	0.17*	4.6	1.26*
E/PL	30	7.6	32.0	13.6	5.5	0.40*	12.8	1.42*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe VF
VASE DES VALLEES FOSSILES

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	67	0.4	8.2	3.0	1.9	0.64*	2.4	1.97*
PL	67	0.2	0.8	0.4	0.1	0.33*	0.4	1.39*
E/PL	67	1.7	18.2	6.7	3.4	0.51*	5.9	1.63*

Tableau no

Parametres statistiques elementaires groupe SL
SABLE LANDES

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff * variat.*	Moyenne geom	Deviation* geom *
E	19	5.3	18.6	9.5	3.8	0.40*	8.8	1.47*
PL	18	0.8	1.8	1.4	0.4	0.29*	1.3	1.38*
E/PL	18	5.1	9.5	6.6	1.0	0.16*	6.5	1.16*

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - VAL

Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N° P 2

Gare St Jean

NATURE DU SOL

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f ●

Pression Limite P_l ○

BARS

Δ Changement d'échelle Δ Chang! Ech. Δ Chang! Ech.

Chaussée 0.60
Sables graviers remblais 2.70
Argile et vase 5.00
Sable argileux 7.50
Calcaire marneux 10.00
25.30

Tarière

Tubage - ϕ 95mm

Bicône - ϕ 65mm

	P_l	P_f
1	24	1.4
2	38	2.6
3	53	4.2
4	63	5.3
5	69.4	9.4
6	93.3	27.2
7	144.9	>45
8	146.5	37.1
9	152.5	34.4
10	138.8	34.3
11	135.1	35.0

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - VAL

Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N° P 8

Plan A. Meunier

NATURE DU SOL

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f ●

Pression Limite P_l ○

BARS

Δ Changement d'échelle Δ Chang! Ech. Δ Chang! Ech.

T.V 0.50
Remblai à blocs divers 4.20
Argile 4.60
Calcaire 7.50
Marno-Calcaire 11.00
20.20

Tarière

Tubage - ϕ 95mm

Bicône - ϕ 65mm

	P_l	P_f
1	17.0	8.2
2	84.4	16.5
3	71.7	33.9
4	49.0	30.3
5	130.9	27.5
6	189.9	42.7
7	90.9	43.0
8	180.6	40.1
9		40.5

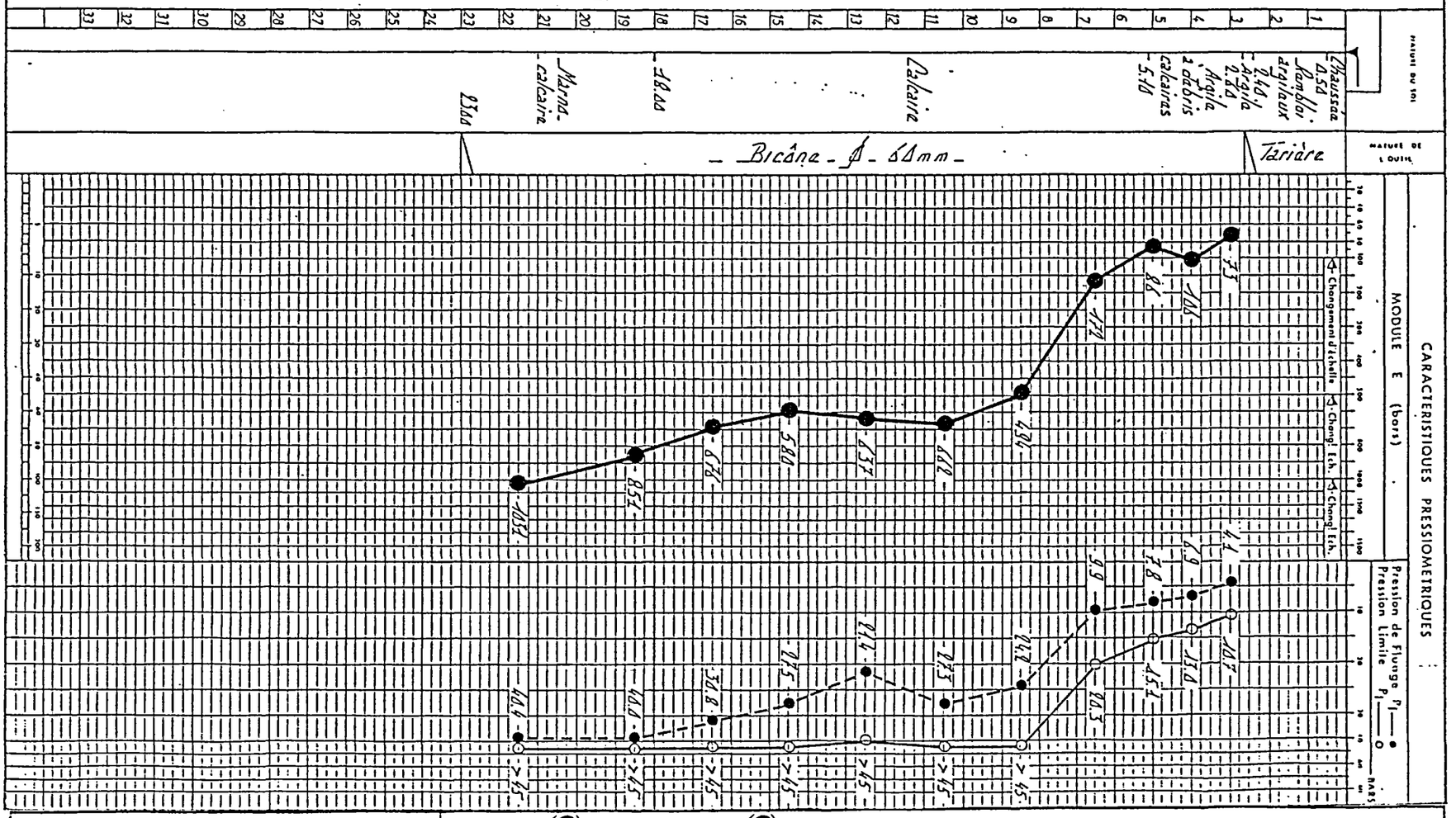
temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Cours Pasteur

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P-16

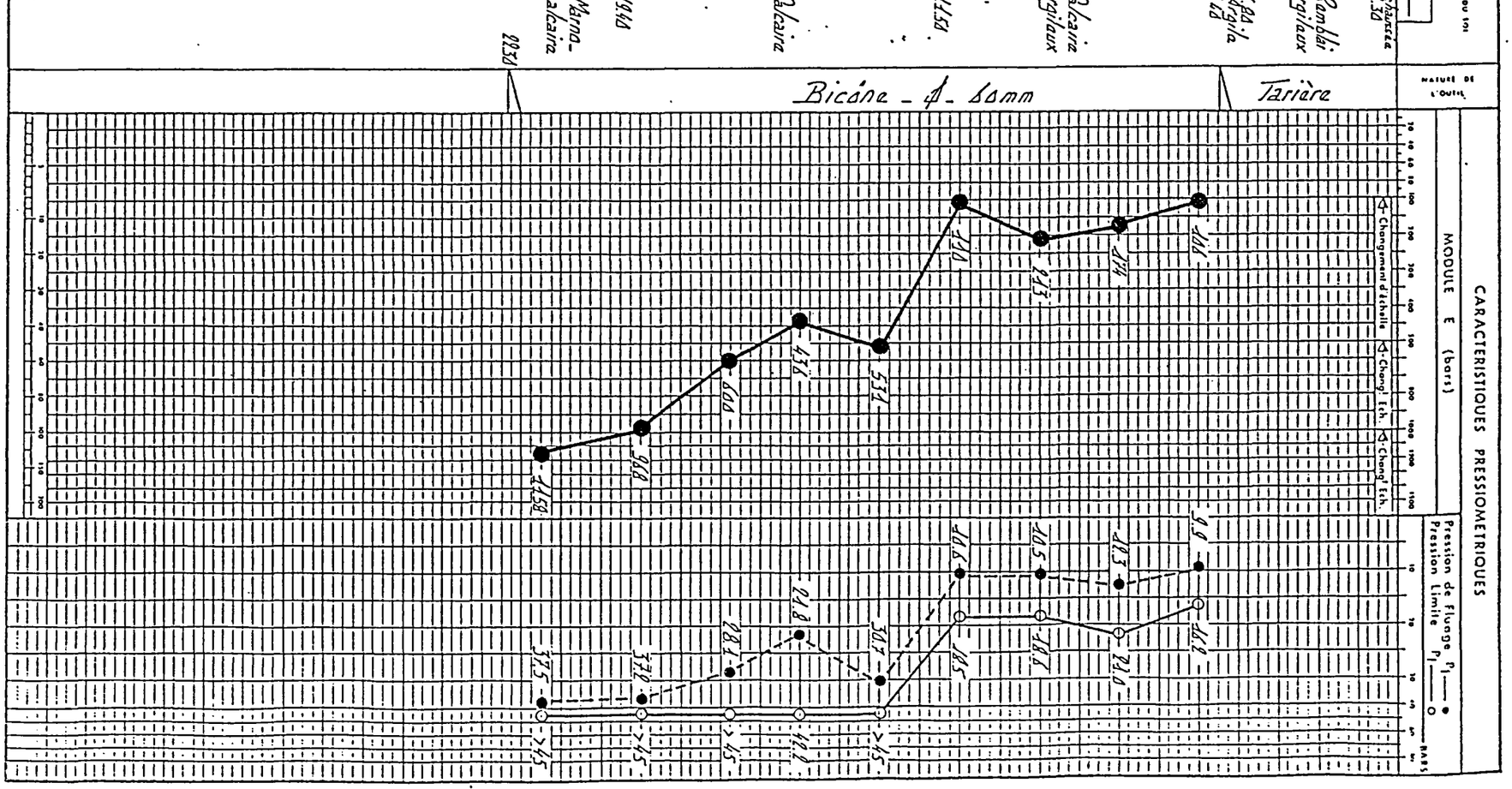
AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le _____ Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur _____ Trou obturé à ____ m.



Musée d'Aquitaine

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P: 18

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le janvier 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur _____ Trou obturé à ____ m.



SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - VAL

Effectué le _____ Niveau de l'eau _____ m.

Mise en station sur _____ Trou obturé à _____ m.

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N° P.11

Rue Ste Catherine

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars) — Pression de Fluage P_f —● — Pression Limite P_l —○ — BARS

Changement d'échelle — Chang! Ech. — Chang! Ech.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL — NATURE DE L'OUTIL

Remblais

5.80

Argile grise

9.10

Marno-calcaire

34.20

Tubage ϕ 63 mm

Battu ϕ 63 mm

	P_f	P_l
1	14	
2	17	
2.2		
2.6		4.4
2.4		4.3
2.5		4.2
1145		38.9
		745
237		22.9
		38.0
276		43.0
		41.7
2309		745
		>45
1477		36.3
		>45
951		27.2
		>45
1816		36.7
		>45
914		30.4
		>45
1103		34.1
		>45
951		28.2
		>45
818		28.1
		>45

Place St Projet (Sondage APS) SP11

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars) — Pression de Fluage P_f —● — Pression Limite P_l —○ — BARS

Changement d'échelle — Chang! Ech. — Chang! Ech.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL coupe Indicative — NGF — NATURE DE L'OUTIL

Remblais

5.50

Argile

18.20

Marno-calcaire

2050

Tubage ϕ 86 mm

BENTONITE — BICONE ϕ 63 mm et

	P_f	P_l
42		3.2
		6.3
36		3.4
		7.1
36		4.6
		7.3
42		4.8
		7.9
34		5.1
		8.0
32		5.1
		7.5
401		25.3
		>45
723		34.6
		>45
882		40.5
		>45
854		37.9
		>45
946		38.2
		>45
929		>45
		>45

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Comédie

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N° P.28

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le _____ Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur _____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Chaussée 0.50
Remblais 2.40
Argile vasarde 5.00
Calcaire à rognons argileux 11.50
Marno-calcaire 21.50

NATURE DE L'OUTIL

Bicône - ϕ - 63mm

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○
BARS

Plan P. Doumer

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N° P.55

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le 12 février 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur _____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Remblais 1.50
Argile 4.00
Sables et graves 20.50
Marne 23.00

Tubage - ϕ - 96mm

NATURE DE L'OUTIL

Tarière

Bicône - ϕ - 63mm

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○
BARS

Quinconces (Sondage APS)

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

NATURE DU SOL — coupe indicative — Nap

PROFONDEUR EN METRES

- Remblais — 2.50
- Argile — 9.80
- Sables — 17.00
- Sables et graves — 20.50
- Sables ? — 25.00
- Marno-calcaire — 29.00

Tubage Ø 96 mm et BENTONITE — Tubage Ø 63 mm et BICONE

MODULE E (bars) — Changement d'échelle — Chang! Ech. — Chang! Ech.

Pression de Fluage P_f —●— Pression Limite P_l —○—

Prof.	Module E	P_f	P_l
3.00	85	6.8	11.2
4.00	55	4.8	8.1
5.00	74	6.2	9.8
6.00	107	6.5	11.4
7.00	102	6.6	11.3
8.00	74	8.5	15.5
9.00	85	10.7	18.5
10.00	216	12.9	20.5
11.00	229	17.2	> 24
12.00	243	17.3	> 24
13.00	92	13.1	20.7
14.00	90	11.3	19.4
15.00	219	19.8	> 24
16.00	1394		31.9
17.00	2337		32.3

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL.: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - VAL

Effectué le 12 janvier 1989 — Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ — Trou obturé à ____ m.

tensol

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N° P 14

Quinconces

NATURE DU SOL — NATURE DE L'OUTIL

PROFONDEUR EN METRES

- Remblai — 3.00
- Argile — 8.90
- Sable — 18.00
- Sables et graves — 24.00
- Marne — 31.00

Tubage Ø 96 mm — Tubage Ø 63 mm

Tarière — Bicône Ø 63mm — Bicône Ø 63mm et Benoto

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars) — Changement d'échelle — Chang! Ech. — Chang! Ech.

Pression de Fluage P_f —●— Pression Limite P_l —○— BARS

Prof.	Module E	P_f	P_l
3.00	278	5.8	11.1
4.00	144	5.1	10.5
5.00	113	6.1	10.1
6.00	145	5.2	9.7
7.00	111	4.4	8.8
8.00	56	4.4	7.1
9.00	84	8.9	15.5
10.00	210	10.5	18.9
11.00	137	10.7	19.9
12.00	66	13.1	32.3
13.00	54	15.1	32.3
14.00	285	16.9	27.5
15.00	174	17.3	29.8
16.00	78	34.8	> 45
17.00	93	38.1	> 45
18.00	122	38.6	> 45
19.00	189		
20.00	197		
21.00	140		
22.00	292		
23.00	748		
24.00	1385		
25.00	1579		

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Quinconces

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P·66

AFFAIRE: BORDEAUX METRO-V.A.L
Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Remblai da blocs at argile — 0.33 — 4.80
Argile — 4.80 — 8.80
Tubage - ϕ - 96mm
Sable — 8.80 — 14.00
Sables at graves — 14.00 — 18.80
Sable argileux — 18.80 — 22.00
Marne — 22.00 — 24.50
24.50

NATURE DE L'OUTIL

Tarière
Bicône - ϕ - 63mm at Bentonite
Bicône - ϕ - 63mm

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle — Chang! Ech. — Chang! Ech. — Chang! Ech.

Pression de fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○

---

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

9d Parc
Place de l'Europe

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P·73

AFFAIRE: BORDEAUX METRO-V.A.L
Effectué le janvier 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Remblai an blocs — 0.40 — 2.70
Argile et vase — 2.70 — 6.70
Tubage - ϕ - 96mm
Sable — 6.70 — 14.00
Sables at graves — 14.00 — 18.50
Marne — 18.50 — 21.90
21.90m

NATURE DE L'OUTIL

Tarière
Bicône - ϕ - 63mm at Bentonite

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

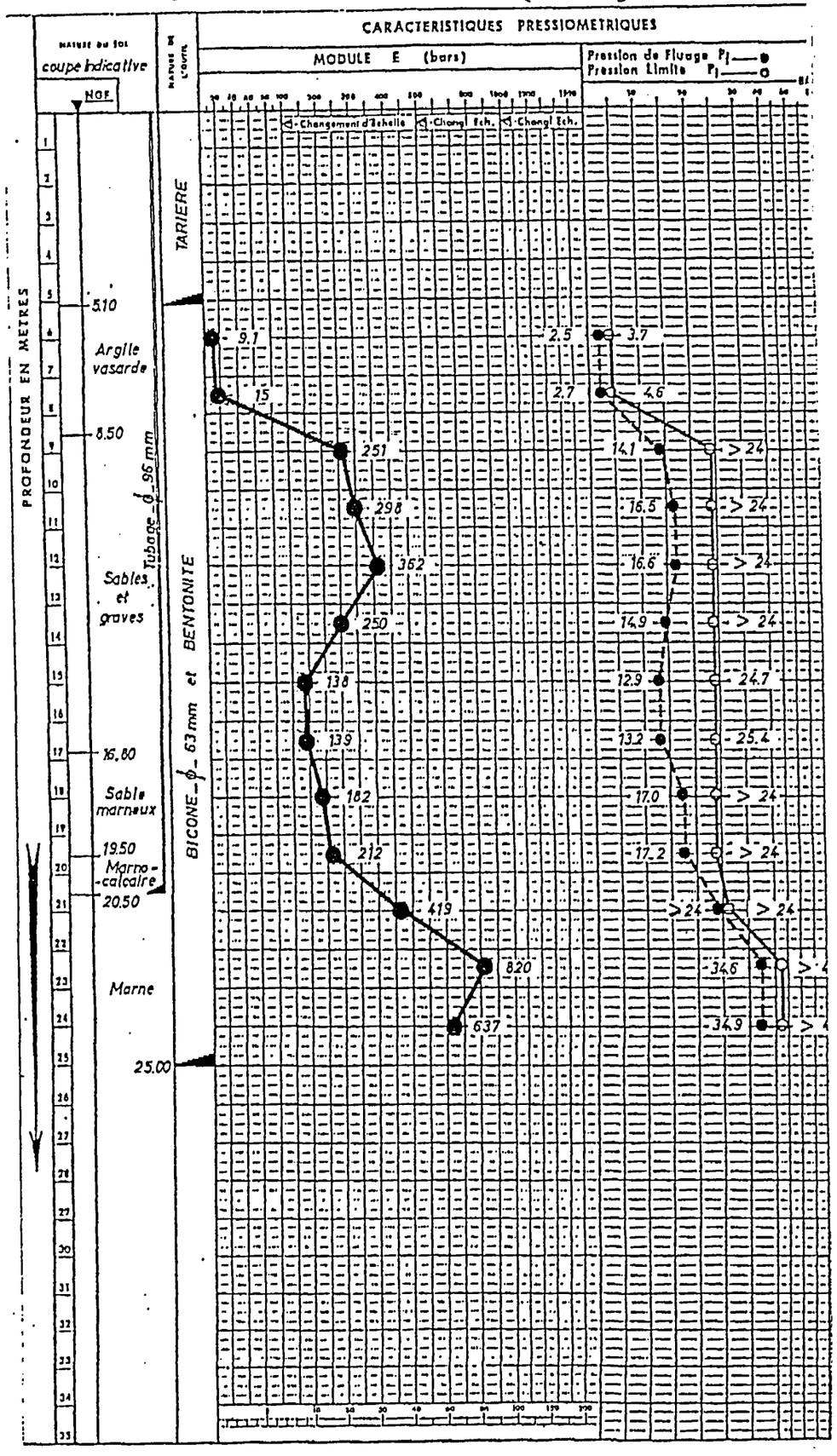
MODULE E (bars)

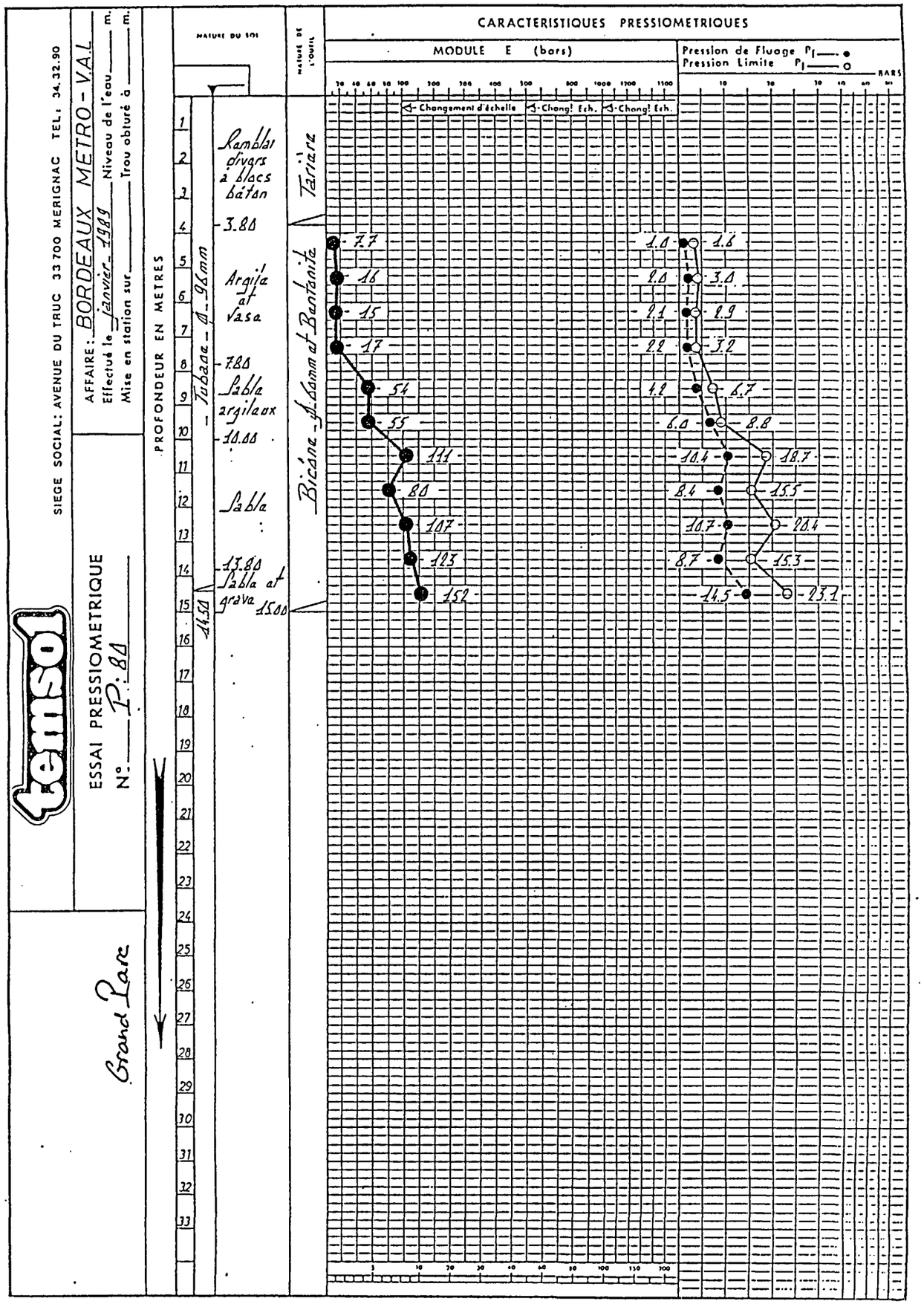
Changement d'échelle — Chang! Ech. — Chang! Ech. — Chang! Ech.

Pression de fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○

Grand Parc (Sondage APS)

SP17





temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Usine Gasquet

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: Pz.82

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le janvier: 1989 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Bâton et remblais divers 2.50
Argile Vaudaux 2.80
Argile et sable
Sable
Sables et graves
Marne
Tubage - ϕ - 96mm
Bicône - ϕ - 63mm at Bentonite
Tarière

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle

Pression de Fluage p_f —●
Pression Limite p_l —○

BARS

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Plan Ravesies

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P 90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le janvier - 1989 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Colluvions et remblais
Argile
Sable
Sable et grave
Marne
Tubage - ϕ - 96mm
Bicône - ϕ - 63mm at Bentonite
Tarière

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle

Pression de Fluage p_f —●
Pression Limite p_l —○

BARS

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L

Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N° P. 92

Rue Rigal

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f —●

Pression Limite P_l —○

BARS

Δ Changement d'échelle

grave argileuse 0.60

Argile sableuse

4.40

Tubage Ø 95mm

Sable

12.30

Sable et grave

18.60

19.10m

Marne

Biconique Ø 66mm

Biconique Ø 54mm et Pointe

20.00

	P_f	P_l
1	16	0.7
2	22	2.3
3	17	3.0
4	24	3.8
7	70	13.0
8	62	11.2
9	66	12.9
10	95	16.6
11	158	20.5
12	201	17.6
13	229	31.7
14	650	>44
15	713	>44

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L

Effectué le janvier 89 Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N° P. 93

Allée de Boutaut

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f —●

Pression Limite P_l —○

BARS

Δ Changement d'échelle

Remblai

Argile sableuse

4.50

Tubage Ø 95mm

Sable

12.40

Sable et grave

18.10

18.50m

Marne

20.50

Biconique Ø 66mm

Biconique Ø 54mm et Pointe

	P_f	P_l
1	14	1.4
2	13	1.1
3	12	1.4
4	17	1.8
6	112	11.0
7	87	13.3
8	79	13.7
9	72	12.5
10	163	21.1
11	235	25.3
12	233	21.9
13	302	>44
14	385	>44

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Rue Durin

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P:95

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Remblais divers 2.2a
Argile vasarde 4.4a
Sable 9.8a
Sable et graves 12.4a
Marne 17.4a
Tubage Ø 96mm 17.80m

NATURE DE L'OUTIL

Tarière
Bicône Ø 63mm et Bentonite 24.4a
Bicône 4.6a

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle
Chang! Ech.
Chang! Ech.

Pression de Fluage P_f —●
Pression Limite P_l —○

BARS

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Les Aubiers

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P:97

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le février 89 Niveau de l'eau ____ E.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ E.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

Remblai
Sable
Argile tourbeuse 6.6a
Sable et graves 15.2a
Marne 19.4a
Tubage Ø 96mm 19.5Am

NATURE DE L'OUTIL

Bicône Ø 63mm et Bentonite 22.8a

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle
Chang! Ech.
Chang! Ech.

Pression de Fluage P_f —●
Pression Limite P_l —○

BARS

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Les Aubiers

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P: 99

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

17.85m — Tubage Ø 98mm

Remblai végétal
Argile vasarsa 6.60
Sable 6.80
Argile vasarsa 6.80
Sable 11.40
Sables et graves 14.40
Marno-calcaire 17.60

Bicône 98 — Bicône Ø 63mm et Pantanita

Changement d'échelle — Chang. Ech. — Chang. Ech.

MODULE E (bars)

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○
BARS

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Ateliers de Bruges

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P: 189

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le février 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

8.05m — Tubage Ø 96mm

Remblai
Argile tourbeuse 5.50
Sable 8.00
Sables et graves 14.50
Sable 17.00

Bicône Ø 63mm et Pantanita

Changement d'échelle — Chang. Ech. — Chang. Ech.

MODULE E (bars)

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○
BARS

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Ateliers de Bruges

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N° P: 190

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le février - 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

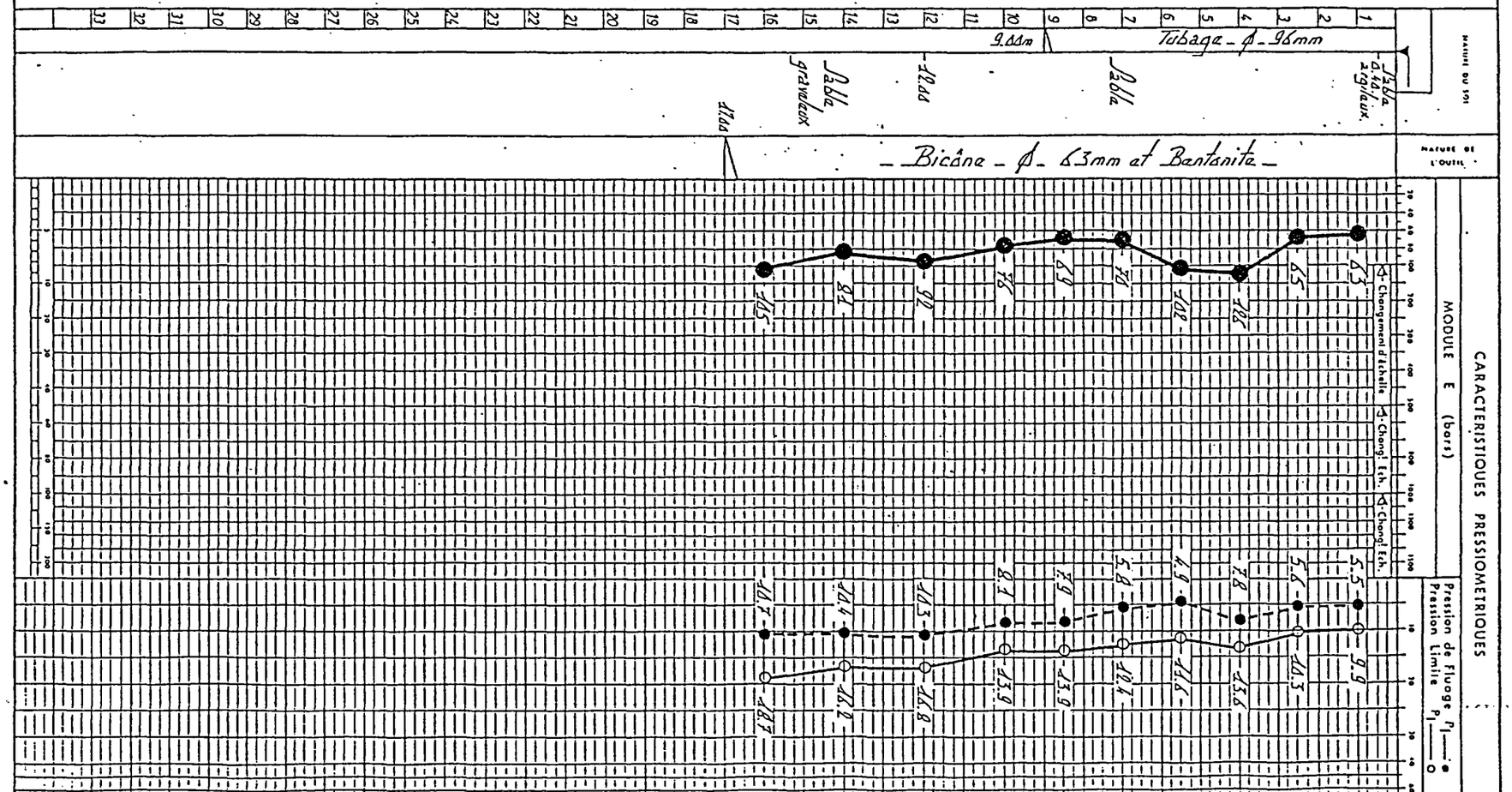
NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○

BARS



temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Ateliers de Bruges

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N° P: 191

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le février - 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

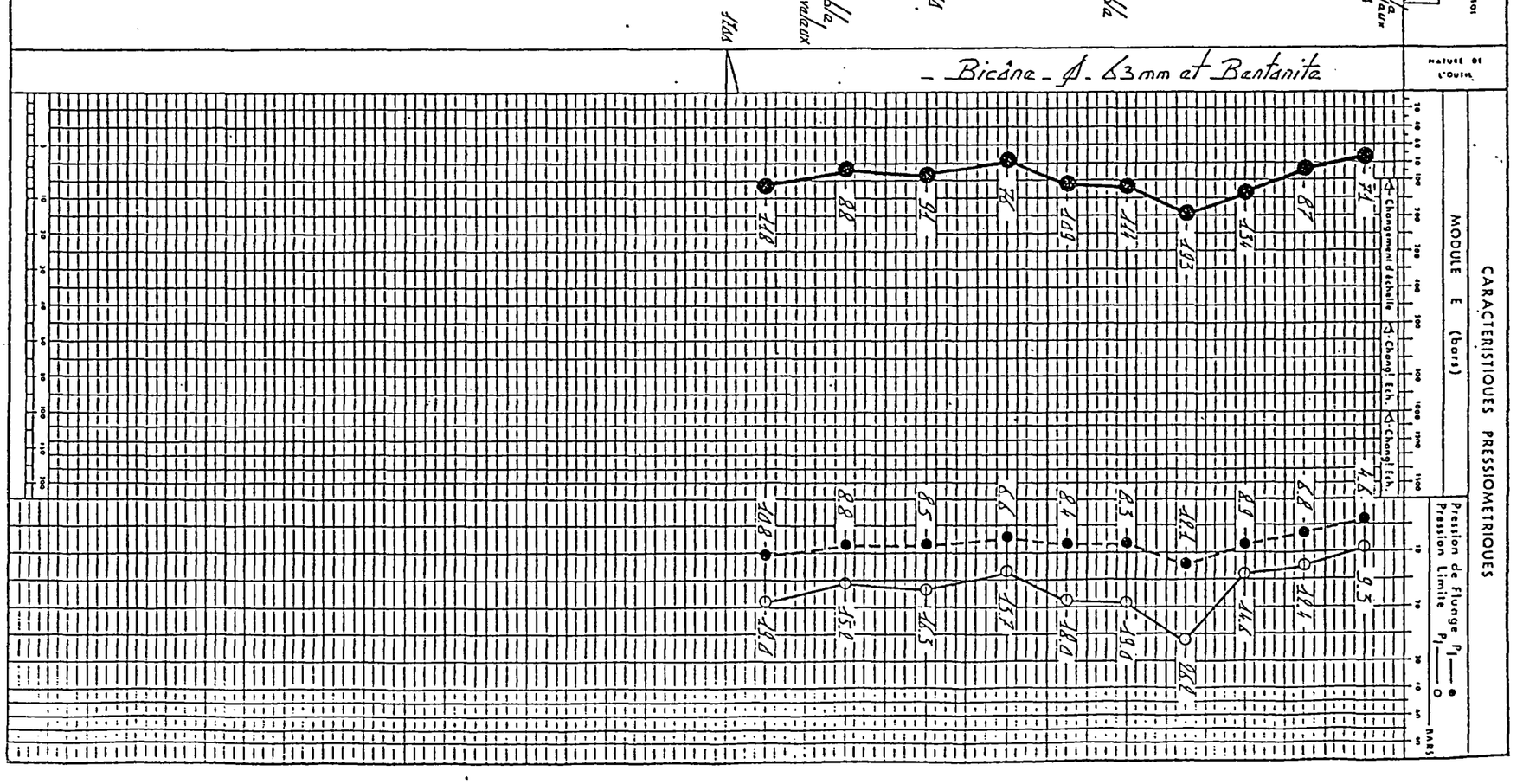
NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○

BARS



temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33.700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Plan Raynal

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P: 221

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le _____ Niveau de l'eau _____ m.
Mise en station sur _____ Trou obturé à _____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

NATURE DE L'OUTIL

Vasa faurbausa

Argila grisa

Argila argilaux

Marna-calcaira

Bicône - ϕ - 63mm

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle

Chang! Ech.

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○

BARS

Plan Gambetta

(essais effectués dans un vide de sondage)

temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P: 224

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L
Effectué le janvier 91 Niveau de l'eau _____ m.
Mise en station sur _____ Trou obturé à _____ m.

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

NATURE DE L'OUTIL

Remblai divers argilaux

Calcaire argileux

Calcaire

Marna blanchâtre

Tubage - ϕ - 95mm

Bicône - ϕ - 63mm

Tarière

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Changement d'échelle

Chang! Ech.

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○

BARS

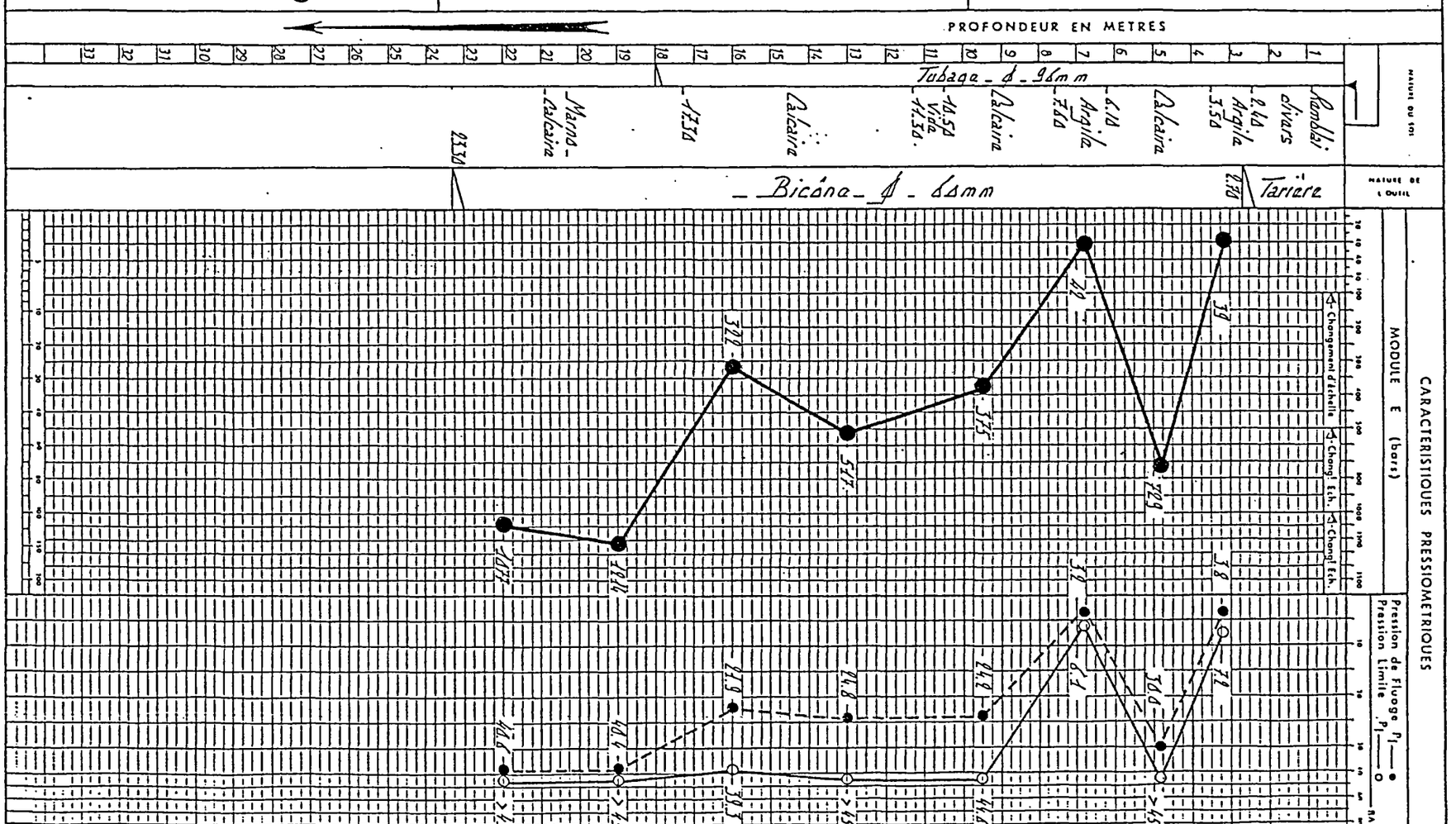
temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Plan gaviniès

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P·251

AFFAIRE: BORDEAUX METRO-V.A.L
Effectué le janvier 1989 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.



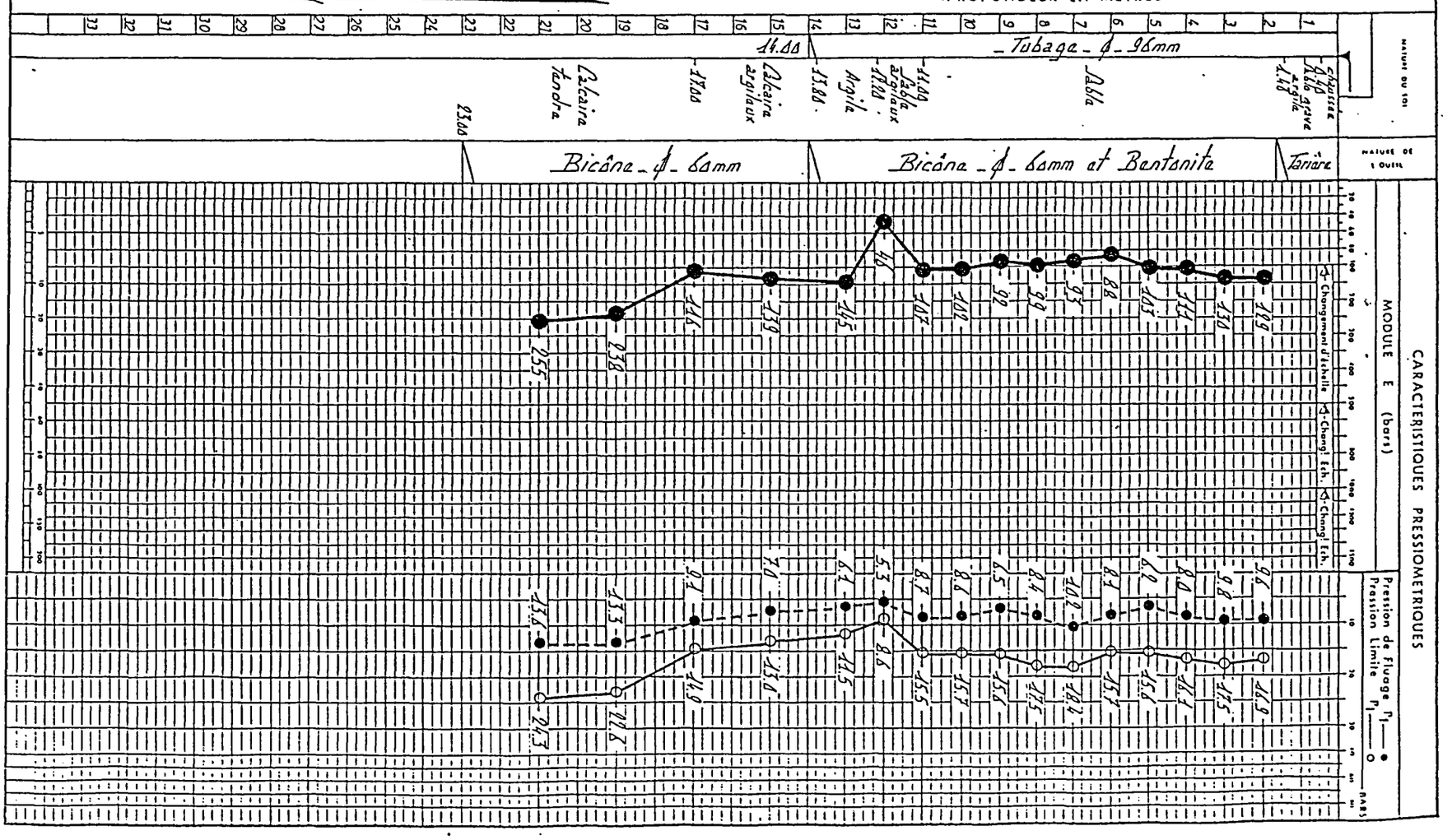
temsol

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33 700 MERIGNAC TEL: 34.32.90

Plan A. Raba-Léon

ESSAI PRESSIOMETRIQUE
N°: P: 263

AFFAIRE: BORDEAUX METRO-V.A.L
Effectué le janvier 89 Niveau de l'eau ____ m.
Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.



SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33700 MERIGNAC TEL.: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L

Effectué le janvier 89 Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

Sol TRIQUE

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N°: P 225

CHR
Rue Pelouse de Douet

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○
BARS

◁ Changement d'échelle ◁ Chang! Ech. ◁ Chang! Ech.

Remblai
-0.90
Sable argileux
-5.00
Calcaire argileux
-12.00
Calcaire
-20.00

Variante
Tubage Ø 95mm
Tubage Ø 63mm
Bicône Ø 63mm et Bentonite
Bicône Ø 63mm

	P_f	P_l
1	82	4.6
2	57	3.8
3	276	14.0
4	67	6.8
5	34	4.1
6	141	10.7
7	528	24.6
8	602	27.8
9	835	34.2
10	985	40.4
		87
		76
		99
		104
		66
		>45
		>45
		>45

SIEGE SOCIAL: AVENUE DU TRUC 33700 MERIGNAC TEL.: 34.32.90

AFFAIRE: BORDEAUX METRO - V.A.L

Effectué le ____ Niveau de l'eau ____ m.

Mise en station sur ____ Trou obturé à ____ m.

Sol TRIQUE

ESSAI PRESSIOMETRIQUE N°: P 4

Capucins

PROFONDEUR EN METRES

NATURE DU SOL

NATURE DE L'OUTIL

CARACTERISTIQUES PRESSIOMETRIQUES

MODULE E (bars)

Pression de Fluage P_f ——●
Pression Limite P_l ——○
BARS

◁ Changement d'échelle ◁ Chang! Ech. ◁ Chang! Ech.

Chaussée
-0.50
Argile
-2.50
Argilo-calcaire
-15.00
Marno-calcaire
-25.50

Bicône Ø 63mm

	P_f	P_l
1	47	3.7
2	71	4.8
3	75	4.8
4	89	1.8
5	86	10.0
6	31	2.3
7	54	Vide
8	1130	1.7
9	1274	7.45
10	1153	16.9
11	1601	11.1
12	959	38.5
13	1011	35.8
14	1493	35.7
15	1649	7.45
16	1198	7.45
17	1406	7.45
18	1445	7.45
19	1369	7.45
20	1580	7.45
21	1493	7.45
		8.4
		11.3
		11.0
		6.1
		15.3
		5.0
		2.2
		7.45
		31.9
		22.3
		7.45
		>45
		>45
		>45
		>45
		>45
		>45
		>45
		>45
		>45
		>45

ANNEXE 4

-=-=-=-=-=-=-=-=-

RESULTATS DES ESSAIS GEOTECHNIQUES AU LABORATOIRE

A.P.D. METRO DE BORDEAUX

ESSAIS DE LABORATOIRE

ARGILE DE REMPLISSAGE DES VALLEES FOSSILES

ST-PROJET

NOM	PROF	rd	rh	W	WL	WP	IP	G1.	GO.	GO.	GO. 08	Cu	Cc	Φcd	Bleu	Cs	Cc	E	CV	K	MO	Se	Fca	NOM
C26-1	07.00	14.7	19.4	31.7																				C26-1
C26-2	08.85	13.7	18.6	35.0																				C26-2
C26-3	09.30	12.1	17.5	44.7																				C26-3
C26-4	10.60	10.7	16.7	55.1																				C26-4
C26-5	11.40	09.8	15.9	61.6																				C26-5
C26-6	12.35	10.7	16.7	55.8	81	55	26	100	100	099	099	25			52						07.5	37		C26-6
C26-7	12.55	09.3	15.3	64.0												0.084	0.310	15800	004					C26-7
C26-8	14.10	09.9	15.9	59.8																				C26-8
C26-9	15.20	09.7	15.8	62.2																				C26-9
C26-10	16.40	10.0	16.4	64.1																				C26-10
C26-11	16.65	09.6	15.5	62.0	72	40	32	100	100	099	099		00	16.0							08.5	48		C26-11
C26-12	17.30	11.9	17.7	49.1																				C26-12
C26-13	18.25	10.7	16.5	55.1																				C26-13

NOM	PROF	rd	rh	W	WL	WP	IP	G1.	GO.	GO.	GO. 08	Cu	Cc	Φcd	Bleu	Cs	Cc	E	CV	K	MO	Se	Fca	NOM
C31-1	10.35	09.9	16.2	62.7																				C31-1
C31-2	11.50	08.7	15.1	73.2																				C31-2
C31-3	12.70	10.5	16.7	58.3																				C31-3
C31-4	13.40	10.7	17.1	59.6																				C31-4
C31-5	15.50	11.3	16.6	47.4	70	21	49	100	099	098	098				47	0.055	0.269	18000	020	05.5	14.4	34		C31-5
C31-6	16.65	08.7	14.8	71.0	85	45	40	100	097	095	095		00	19.0	71	0.079	0.334	18000	003	01.5	07.9	46		C31-6
C31-7	18.62	11.1	16.9	51.5	74	39	35	100	097	094	093	45			48							40	0.14	C31-7

RAYNAL

NOM	PROF	rd	rh	W	WL	WP	IP	G1.	GO.	GO.	GO. 08	Cu	Cc	Φcd	Bleu	Cs	Cc	E	CV	K	MO	Se	Fca	NOM
C222-1	06.05	10.8	16.2	50.2																				C222-1
C222-2	07.65	10.3	18.3	41.4	85	54	31	100	099	099	098		00	15.5						10.0	05.4	58		C222-2
C222-3	08.70	11.3	17.3	53.0																				C222-3
C222-4	09.67	11.2	16.8	50.5	64	46	18	099	099	099	099	35									11.1	49	0.05	C222-4
C222-5	10.25	11.1	16.7	50.6				083	080	077	075					0.046	0.339	14000	009	10.0	09.0	42		C222-5
C222-6	12.15	09.5	15.7	65.2	89	42	47	098	097	096	095	20			61	0.085	0.415	15300	002	15.0	12.2	47		C222-6
C222-7	12.40	15.7	18.5	18.0																				C222-7

ARGILES ET TOURBES FLANDRIENNES
(domaine alluvial)

METRO de BORDEAUX
Essais de laboratoire
Tableau récapitulatif

Sondage	Profondeur en metre	Géologie	Wn en %	GammaH en KN/m3	GammaD en KN/m3	WL	IP	D (2mm en mm	(80µ	ES	Cuu en KPa	E en MPa	Ccu en KPa	ϕ cu	C' en KPa	ϕ'	MO en %	Calci. en %	Oedometre
C58	3.20	All. fines	39.3																
C58	3.70	All. fines	42.9	17.1	12.0	86	53												
C58	4.20	All. fines	79.9																
C58	4.45	All. fines	87.0	14.8							66	10							
C58	5.20	All. fines	80.8																
C58	5.80	All. fines	77.8	15.2	8.5														
C58	6.20	All. fines	60.6																
C58	6.30	All. fines				100	70												v. courbe
C58	6.65	All. fines	67.0	15.8									31	10	6	28			
C58	7.10	All. fines	44.4																
C78	4.20	All. fines	181.0	12.1	4.3												49		
C78	4.70	All. fines	81.0	15.4	8.5	96	71												
C78	5.20	All. fines	25.6																
C78	5.70	All. fines	34.5	19.1	14.2														
C78	6.20	All. fines	83.5																
C78	6.65	All. fines	112.0	13.9	6.6														
C79	4.90	All. fines	60.6	16.4	10.2														
C79	5.05	All. fines				74	43												v.courbe
C79	5.40	All. fines	58.2	16.5									39	16	10	32			
C79	5.90	All. fines	68.2																
C79	6.45	All. fines	73.9	15.6	9.0														
C79	6.95	All. fines	60.3																
C79	7.10	All. fines	62.0	16.1		81	41				44	5							
C79	7.90	All. fines	63.4																
C81	4.00	All. fines	142.4	12.4	5.1														
C81	4.50	All. fines	59.1	16.5	10.4														
C81	5.00	All. fines	80.2																
C81	5.50	All. fines	65.5	16.2	9.8														
C81	6.00	All. fines	78.8																
CZ50	3.00	All. fines	30.6	19.4	14.9														
CZ50	4.50	All. fines	54.1	16.8	10.9	91	51												
CZ50	5.50	All. fines	57.9	16.2							20	3							
CZ50	5.90	All. fines	69.5	15.8	9														
CZ51A	2.40	All. fines	34.5	19.1	14.2														

ARGILES ET TOURBES
SABLES ET GRAVIERS
(domaine alluvial)

METRO de BORDEAUX
Essais de laboratoire
Tableau récapitulatif

Sondage	Profondeur en metre	Géologie	Wn en %	GammaH en KN/m3	GammaD en KN/m3	WL	IP	D (2mm en mm	(80µ	ES	Cuu en KPa	E en MPa	Ccu en KPa	φ cu	C' en KPa	φ'	MO en %	Calci. en %	Oedometre
CZ51A	3.60	All. fines	89.1	14.5	8														
CZ51A	3.90	All. fines	193.7	11.6	.4														
CZ51A	4.40	All. fines															56		
CZ51A	5.45	All. fines	63.9	16.3	1 0														
CZ51A	5.80	All. fines	72.0	15.6							23	3							
CZ51A	6.20	All. fines				86	53												v.courbe
CZ51B	3.20	All. fines	50.6	17.0	11.3														
CZ51B	4.10	All. fines															39		v.courbe
CZ51B	5.30	All. fines	53.5	16.6	10.8														
CZ51B	5.80	All. fines	56.0	16.6	10.6														
CZ51B	6.60	All. fines	76.9	15.5	.9														
CZ61	3.70	All. fines	24.6	20.2	16.2														
CZ61	5.20	All. fines	24.7	20.0	16.0	61	31												
CZ61	6.80	All. fines	31.1	19.5	14.9														
CZ65	4.20	All. fines	28.9	19.1	14.8														
CZ65	5.70	All. fines	30.3	19.4	14.9														
CZ65	7.20	All. fines	33.7	19.0	14.2	74	55												
CZ51B	15.00	All.sabgra				60	33	1.0											
CZ51B	19.00	All.sabgra				80	26	0.5											
CZ53	17.10	All.sabgra				80	28	0.5											
CZ57	14.00	All.sabgra				50	41	1.0											
CZ57	16.75	All.sabgra				70	26	0.4											
CZ57	19.50	All.sabgra				90	22	0.3											
CZ61	22.00	All.sabgra				30	25	0.4											
CZ65	19.50	All.sabgra				40	63	1.0	87										
CZ65	22.50	All.sabgra				80	52	1.2											
CZ71	16.00	All.sabgra				70	38	1.0	82										
E 60	9.75	All.sabgra				30	90	3.3											
E 60	13.00	All.sabgra				3	99	2.9	69										
Quinconces	17.50	All.sabgra				1	97	15.7											
Quinconces	21.50	All.sabgra				60	45	0.6											
Quinconces	22.50	All.sabgra				110	28	0.6											
TZ34	16.00	All.sabgra				3	99	3.3	65										
TZ44	14.00	All.sabgra				2	99	3.7	60										
TZ44	17.50	All. sab-grav.				30	66	2.3											

ESSAIS DE LABORATOIRE

CALCAIRES ET MARNO-CALCAIRES

NATURE	COULEUR	NOM	PROF m	CORO	n %	W %	γh KN/m³	γd KN/m³	Vs m/s	Rc MPa	Rtb MPa	E MPa	Nu	CACO %	Abr Indice CERCHAR	Dur	C MPa	φ
CALCAIRE BIOCLASTIQUE :	OCRE BEIGE	C001-01	4.40	CK					3630									
CALCAIRE RECIFAL A BIOCLASTES	BEIGE	C001-02	7.97	CK					3850									
CALCAIRE RECIFAL A BIOCLASTES	BEIGE	C001-03	8.62	CK					3920									
CALCAIRE A BIOCLASTES COMPACT	BEIGE	C001-04	8.87	CK		05.0	24.3	23.1	4590	026.0								
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS FONCE	C001-05	9.85	MC					3410									
CALCAIRE ARGILEUX BIOCLASTIQUE	GRIS FONCE	C001-06	11.85	MC					3850									
MARNE GRISE TENDRE	GRIS	C001-07	12.35	MC		38.2	17.5	12.7	1630	001.5								
CALCAIRE A BIOCLASTES ARGILEUX	GRIS	C001-08	13.00	MC					4070									
ARGILE A BIOCLASTES NON INDUREE	NOIR	C001-09	13.62	MC		54.2	15.4	10.0	1420	001.2		000120	0.100					
CALCAIRE BIOCLASTIQUE ARGILEUX	GRIS	C001-10	14.67	MC					3700									
MARNE	GRIS	C001-11	15.85	MC					1960									
MARNE	GRIS	C001-12	17.20	MC					2340									
MARNE A BIOCLASTES	GRIS	C001-13	18.42	MC					2460									
MARNE A BIOCLASTES	GRIS	C001-14	18.72	MC					2150									
CALCAIRE ARGILEUX RECIFAL	GRIS	C001-15	19.57	MC					3370									
CALCAIRE ARGILEUX RECIFAL POREUX	GRIS	C001-16	20.77	MC					2750									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS CLAIR	C001-17	21.80	MC					2600									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C001-18	22.52	MC					1900									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C001-19	23.00	MC					2900									
MARNE A BIOCLASTES	GRIS VERDATRE	C001-20	24.55	MC					1700									
CALC. ARGILEUX RECIFAL A BIOCLASTES	GRIS	C001-21	25.52	MC					3170									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRISE	C001-22	26.42	MC					2180									
CALCAIRE LUMACHELLIQUE	BEIGE	C004-01	9.87	CK	008	01.6	25.4	25.0	5567	054.0		056500	0.300	93	0.35	16.0		
CALCAIRE LUMACHELLIQUE	BEIGE	C004-02	10.32	CK	009	02.8	25.0	24.3	5213	037.0				93				
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE OCRE	C004-03	10.67	CK	022	04.2	21.6	20.7	3707	010.0				95				
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE OCRE	C004-04	11.32	CK	038	07.1	17.9	16.7	2446		1.40			95				
CALCAIRE A LUMACHELLE	BEIGE	C004-05	12.30	CK	029	03.6	19.7	19.0	2415	004.0				95				
CALCAIRE A LUMACHELLE	BEIGE	C004-06	12.97	CK	030	02.0	19.0	18.7	3160	007.0		012300	0.190	98				
CALCAIRE LUMACHELLIQUE	BEIGE CLAIR	C004-07	14.10	CK	028	03.1	19.7	19.1	2910	005.5				96				
CALCAIRE ARGILEUX RECIFAL	GRIS VERDATRE	C004-08	15.25	CK	017	08.4	23.7	21.9	3265									
CALCAIRE ARGILEUX RECIFAL	GRIS VERDATRE	C004-09	15.62	CK	018	07.8	21.7	20.1	2655		0.90			82				
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE GRIS	C004-10	16.32	CK	019	02.3	22.4	21.9	3591	012.0		014000	0.200					
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE	C004-11	16.62	CK	015	02.0	23.3	22.9	4646	021.0	2.50			97				
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	BEIGE-GRIS	C004-12	17.55	CK	016	04.1	23.5	22.6	5036		3.10			98				
CALCAIRE LEGEREMENT ARGILEUX	BEIGE GRIS	C004-13	18.10	MC	010	01.4	24.6	24.3	4600	037.0		038000	0.237					
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-14	18.67	MC		11.1	20.2	18.2	2933	004.0				86				
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-15	19.10	MC	029	14.2	21.4	18.7	2638		0.40			95				
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-16	19.50	MC	015	05.1	23.9	22.7	4080	019.0								
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-17	20.25	MC	010	02.8	24.9	24.2	4538	032.0					0.10	16.0		
CALCAIRE BIOTURBE A BIOCLASTES	GRIS CLAIR	C004-18	21.25	MC	011	03.2	25.0	24.2	4534	050.0								
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS CLAIR	C004-19	21.97	MC		10.4	23.0	20.9	2918									
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-20	22.52	MC		09.0	21.1	19.3	3038	008.0				89				
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-21	23.10	MC		08.4	22.2	20.5	2978	009.0				86				
CALCAIRE BIOTURBE RECIFAL	GRIS	C004-22	23.62	MC	024	05.0	21.4	20.4	3323	010.0				91				
CALCAIRE ARGILEUX A BIOCLASTES	GRIS	C004-23	24.70	MC		14.6	18.9	16.5	1889		0.30			79				
MARNE RECIFALE	GRIS	C006-01	24.17	MC	022	09.8	21.8	19.8	3050		0.50			91				
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C006-02	24.85	MC		14.2	21.1	18.4	1938	002.0				80				
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C006-03	25.65	MC		14.8	21.1	18.4	1935		0.30			82				
MARNE A BIOCLASTES	GRIS	C006-04	25.97	MC		15.5	20.3	17.5	2129	003.0				71				
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C006-05	26.57	MC		13.1	21,5	19.0	2143	003.0				80				
MARNE A BIOCLASTES	GRIS	C006-06	27.17	MC		11.6	21.4	19.1	1769	002.0				77				
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C006-07	27.42	MC					2664								00001	39
CALCAIRE A BIOCLASTES	BEIGE	C009-01	11.45	CK		04.6	25.0	23.9	4661	026.4								

NATURE	COULEUR	NOM	PROF m	CORO	n %	W %	γh KN/m³	γd KN/m³	Vs m/s	Rc MPa	Rtb MPa	E MPa	Nu	CACO %	Abr Indice CERCHAR	Dur	C MPa	φ°
CALCAIRE BIOCLASTIQUE COMPACT	BEIGE CLAIR	C009-02	12.37	CK					4626									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE ARGILEUX	GRIS FONCE	C009-03	13.37	MC					3922									
MARNE A BIOCLASTES TENDRE	GRIS NOIR	C009-04	13.80	MC		40.1	16.7	11.9	1435	002.2								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE ARGILEUX	GRIS	C009-05	15.60	MC					4518									
CALCAIRE A BIOCLASTES	GRIS	C009-06	16.52	MC					4356									
MARNE TENDRE	GRIS	C009-07	17.77	MC					1851									
MARNE RECIFALE	GRIS	C009-08	18.97	MC					3374									
CALCAIRE A BIOCLASTES RECIFAL	GRIS FONCE	C009-09	20.90	MC					5097									
CALCAIRE COQUILLE	BEIGE JAUNATRE	C014-01	18.25	CK		05.3	23.3	22.1	4300	017.7					0.10	06.0		
CALCAIRE COQUILLE	BEIGE JAUNATRE	C014-02	20.62	CK		07.2	22.6	21.1	3980	006.4								
CALCAIRE MASSIF	GRIS	C014-03	21.65	MC		04.0	24.5	23.5	4650	016.8								
CALCAIRE	GRIS BEIGE	C014-04	22.52	MC		09.8	22.5	20.5	3200									
CALCAIRE	GRIS BEIGE	C014-05	23.30	MC		08.5	23.3	21.5	3670	010.9								
CALCAIRE	GRIS CLAIR	C014-06	23.90	MC		03.3	24.2	23.4	4350	008.2					0.10	26.0		
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS CLAIR	C019-01	12.92	CK		05.9	22.4	21.2	3968	017.1								
CALCAIRE A LUMACHELS	GRIS OCRE CLAIR	C019-02	13.17	CK		06.7	22.1	20.7	3452									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE TENDRE	OCRE	C019-03	13.95	CK		19.0	18.3	15.4	1903	001.7								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE RECIFAL	OCRE JAUNE	C019-04	14.27	CK		21.8	17.9	14.7	2150									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE RECIFAL	OCRE	C019-05	14.80	CK		21.0	18.8	15.5	1855									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	OCRE	C019-06	15.45	CK		15.9	20.4	17.6	2796									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	OCRE	C019-07	15.80	CK		23.4	19.4	15.7	2214	002.2								
CALCAIRE RECIFAL ARGILEUX	GRIS	C019-08	17.90	CG		04.0	23.0	22.1	4011									
CALCAIRE RECIFAL	GRIS	C019-09	18.75	CG		02.9	24.0	23.3	4188	025.5								
CALCAIRE RECIFAL ARGILEUX	GRIS	C019-10	19.60	CG		04.6	23.3	22.3	3634									
CALCAIRE A BIOCLASTES	GRIS	C019-11	19.80	CG		05.8	24.6	23.3	5219									
CALCAIRE A BIOCLASTES	GRIS	C019-12	22.62	CG		02.1	25.9	25.3	5560	080.7					0.40	23.0		
CALCAIRE ARGILEUX BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C026-01	19.40	MC		15.8	21.7	18.8	2131	002.1								
CALCAIRE RECIFAL ARGILEUX	GRIS	C026-02	20.97	MC		06.2	18.9	17.8	1887									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	BEIGE	C026-03	21.75	MC		08.3	17.4	16.1	1712	003.2								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	BEIGE	C027-01	16.55	CK					3460									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	BEIGE VERDATRE	C027-02	17.92	MC		08.3	18.2	16.8	1662	002.9								
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C027-03	18.8	MC					1876									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C027-04	19.57	MC					1708									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C027-05	20.17	MC		10.5	20.9	18.9	2261	003.8								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	BEIGE	C027-06	20.92	MC					2040									
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE	C031-01	19.00	MC		08.9	20.1	18.4	2946	002.9								
CALCAIRE RECIFAL ARGILEUX	BEIGE-GRIS	C031-02	20.57	MC		11.7	17.0	15.2	1700									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS VERDATRE	C031-03	23.25	MC		25.7	19.9	15.9	1705	000.9								
CALCAIRE ARGILEUX BIOCLASTIQUE	BEIGE	C031-04	23.45	MC		13.2	20.4	18.0	2573									
MARNE TENDRE	GRISATRE	C033-01	12.52	MC		22.1	20.0	16.4	1703	000.1								
MARNE A BIOCLASTES	GRIS CLAIR	C033-02	13.45	MC		11.0	21.7	19.6	2661	004.3								
MARNE PEU INDUREE A BIOCLASTES	GRIS CLAIR	C033-03	14.05	MC		23.0	19.6	16.0	2109									
MARNE	GRIS CLAIR	C033-04	15.27	MC		16.3	20.0	17.2	2497	001.2								
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS CLAIR	C033-05	16.65	MC		19.9	20.6	17.2	2057									
MARNE A BIOCLASTES INDUREE	GRIS CLAIR	C033-06	17.37	MC		14.3	20.7	18.1	2282	002.1								
ARGILE CALCAIRE FINEMENT LITEE	GRIS VERDATRE	C033-07	18.27	MC		16.2	20.2	17.4	1898									
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE OCRE	C207-01	9.55	CK		03.0	21.5	20.9	4144	087.0								
CALCAIRE RECIFAL PEU CIMENTE	BEIGE OCRE	C207-02	10.32	CK	026	08.1	21.3	19.7	2661									
CALCAIRE RECIFAL PEU CIMENTE	OCRE	C207-03	14.30	CK		18.5	19.5	16.5	1028	000.8								
CALCAIRE RECIFAL PEU CIMENTE	OCRE	C207-04	14.75	CK		25.8	18.6	14.8	0716	000.8								
CALCAIRE RECIFAL	OCRE	C207-05	15.52	CK		19.0	19.3	16.2	2321	001.3								
CALCAIRE RECIFAL TRES ARGILEUX	GRIS	C207-06	24.17	MC		18.1	20.5	17.4	1808	001.3								
CALCAIRE RECIFAL ARGILEUX	OCRE	C207-07	26.30	MC		18.3	21.0	17.7	2701									

ESSAIS DE LABORATOIRE

CALCAIRES ET MARNO-CALCAIRES

NATURE :	COULEUR	NOM	PROF m	CORO	n %	W %	γh KN/m³	γd KN/m³	Vs m/s	Rc MPa	Rtb MPa	E MPa	Nu	CACO %	Abr INDICE CERCHAR	Dur	C MPa	Φ
CALCAIRE RECIFAL	BEIGE	C207-08	26.80	MC	023	07.5	21.9	20.4	3896	014.5								
MARNE RECIFALE	GRIS	C207-09	27.87	MC		29.2	18.9	14.7	1914	001.0								
CALCAIRE ARGILEUX COMPACT	GRIS	C207-10	28.30	MC	014	06.7	24.1	22.6	4028									
CALCAIRE LUMACHELLIQUE	BEIGE OCRE	C208-01	17.12	CK					5323	012.0								
CALCAIRE LUMACHELLIQUE	BEIGE OCRE	C208-02	17.72	CK					4095									
CALCAIRE RECIFAL	GRIS	C208-03	19.57	MC					3864									
CALCAIRE RECIFAL	GRIS	C208-04	20.12	MC					3600									
MARNE RECIFALE	GRIS	C208-05	20.77	MC					2234									
MARNE RECIFALE	GRIS	C208-06	21.67	MC					1900	001.0								
MARNE RECIFALE	GRIS	C208-07	22.67	MC					2110									
CALCAIRE LUMACHELLIQUE ARGILEUX	GRIS	C208-08	23.72	MC					3652									
CALCAIRE RECIFAL	GRIS	C208-09	23.90	MC					4041	015.0								
CALCAIRE RECIFAL	OCRE JAUNE	C214-01	12.45	CK		04.1	22.8	21.9	3824	011.0								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	JAUNATRE	C214-02	15.45	CK		2.50	25.3	24.7	5141									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS	C214-03	16.32	MC		2.10	24.1	23.6	4400									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE ARGILEUX	GRIS	C214-04	17.07	MC		04.5	24.3	23.3	4591									
CALCAIRE BIOTURBE ARGILEUX	GRIS	C214-05	17.72	MC		6.00	23.7	22.3	4063									
CALCAIRE A BIOCLASTES	GRIS	C214-06	19.22	MC		03.1	22.7	22.0	4185	029.3								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS	C214-07	20.02	MC		05.9	23.2	22.0	3855									
CALCAIRE LUMACHELLIQUE	OCRE	C214-08	20.47	MC		07.9	19.2	17.8	3411	003.4								
MARNE A BIOCLASTES	OCRE JAUNE	C217-01	14.62	CK		25.3	19.4	15.5	2025									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C217-02	15.62	MC		18.6	20.7	17.4	2034	002.0								
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C217-03	16.66	MC		17.7	20.7	17.6	1911									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS	C217-04	17.37	MC		17.8	20.5	17.4	2173									
MARNE RECIFALE	GRIS	C217-05	18.17	MC		19.8	20.9	17.4	1943	001.0								
MARNE RECIFALE	GRISE CLAIRE	C217-06	19.42	MC		21.1	20.8	17.2	2142									
MARNE A BIOCLASTES	GRIS	C217-07	20.12	MC		26.2	19.5	15.4	1787									
MARNE BIOCLASTIQUE PEU INDUREE	GRIS	C218-01	13.62	MC		20.0	20.9	17.4	1861									
MARNE A BIOCLASTES PEU INDUREE	GRIS CLAIR	C218-02	14.85	MC		23.3	20.0	16.2	1982	001.5								
MARNE A BIOCLASTES	GRIS CLAIR	C218-03	15.92	MC		19.8	20.4	17.0	2207	003.2								
MARNE FAIBLEMENT INDUREE	GRIS	C218-04	16.82	MC		25.3	19.3	15.4	1988									
MARNE BIOCLASTIQUE	GRIS CLAIR	C218-05	18.40	MC		11.0	20.2	18.2	2311	002.9								
MARNE FAIBLEMENT INDUREE	GRISE	C218-06	19.16	MC		15.1	20.9	18.2	2239	003.2								
CALCAIRE RECIFAL ARGILEUX	GRIS	C218-07	20.30	MC		12.3	22.6	20.1	2814	002.7								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE ARGILEUX	GRIS	C218-08	20.92	MC		21.7	18.9	15.5	2456									
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	BEIGE	C222-01	12.90	CK		07.2	16.5	15.4	1561	001.7								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS BEIGE	C222-02	13.85	CK		02.4	24.0	23.4	4512	028.2								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS BEIGE	C222-03	15.45	MC		02.0	24.1	23.6	4820	022.5								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS BEIGE	C222-04	16.92	MC		01.4	22.2	21.9	4450									
CALCAIRE	BEIGE	C240-01	9.67	CK		06.6	21.4	20.1	4330	012.2								
CALCAIRE POREUX	BEIGE JAUNATRE	C240-02	11.15	CK		09.2	21.8	19.9	3680	010.1								
CALCAIRE COQUILLE	BEIGE	C240-03	12.67	CK		04.3	23.7	22.7	4660	013.1								
CALCAIRE COQUILLE	GRIS	C240-04	13.62	CG		04.5	24.0	23.0	4515	020.0								
CALCAIRE MASSIF LITE AU SOMMET	GRIS BEIGE	C240-05	15.10	CG		05.4	24.1	22.9	4200	027.2								
CALCAIRE MASSIF	GRIS BEIGE	C240-06	16.10	CG		04.4	21.1	20.2	4500	018.2								
CALCAIRE	GRIS VERDATRE	C240-07	17.65	CG		6.30	23.8	22.4	4200	19.8								
CALCAIRE POREUX DEBRIS COQUILLIER	GRIS VERDATRE	C240-08	18.10	CG		08.4	21.5	19.8	3680									
CALCAIRE MASSIF	GRIS	C240-09	20.15	CG		03.1	24.9	24.1	4513	038.5								
CALCAIRE GRESEUX	BEIGE	C241-01	15.15	CK		04.7	25.0	23.8	4580	035.0								
LUMACHEL GRESEUX	BEIGE JAUNATRE	C241-02	16.37	CK		07.0	21.4	20.0	3690	003.2				96				
MARNE COQUILLEE	GRIS VERT	C241-03	17.05	CG		38.0	16.5	11.9			0.12			91				
MARNE COQUILLEE TRES FRIABLE	GRIS CLAIR	C241-04	17.77	CG		39.9	16.6	11.9		001.3				86				
MARNE LITEE	GRIS	C241-05	18.05	CG		28.2	18.7	14.6		002.4				63				

NATURE	COULEUR	NOM	PROF (m)	CO RO	n %	W %	γh kN/m³	γd kN/m³	Vs m/s	Rc MPa	Rtb MPa	E MPa	Nu	CA CO	Abr Indice CERCHAR	Dur	C MPa	φ°
CALCAIRE COQUILLE LITE AU SOMMET	GRIS CLAIR	C241-06	18.70	CG		03.7	25.0	24.1	4500	027.3								
CALCAIRE COQUILLE	GRISATRE	C241-07	19.30	CG		03.2	23.0	22.3	3980	021.8		019200	0.080					
CALCAIRE COQUILLE	GRIS FONCE	C241-08	20.00	CG		04.7	24.2	23.1	5100		4.40							
CALCAIRE COQUILLE	GRIS	C241-09	20.15	CG		07.9	22.7	21.0	3850		2.00			91				
CALC. COQUILLE TRES POREUX SABLEUX	GRIS BEIGE	C241-10	21.15	CG		07.3	19.5	18.2		006.0				98				
CALC. COQUILLE TRES POREUX SABLEUX	GRIS	C241-11	21.55	CG		06.6	21.9	20.5	4400		1.83							
CALCAIRE COQUILLE POREUX FRIABLE	GRIS	C241-12	21.95	CG		05.9	22.0	20.7	4800	010.0				95				
CALCAIRE COQUILLE POREUX FRIABLE	GRIS	C241-13	22.35	CG		37.0	17.9	13.0			0.12			91				
CALC. MASSIF A VEINULES DE CALCITE	GRIS BLANCHATRE	C241-14	23.45	CG		02.7	24.9	24.2	5090	036.6								
CALC. A PETITS DEBRIS DE COQUILLES	GRIS VERDATRE	C241-15	23.65	CG		02.0	25.5	25.0	5170	062.0		029100	0.230					
CALCAIRE MASSIF	GRIS VERDATRE	C241-16	26.10	MC		04.2	24.0	23.0	3700	018.3		015000	0.160					
MARNE ARGILEUSE	GRIS	C241-17	28.40	MC		36.2	18.1	13.3		004.4				70				
MARNE RAIDE	GRIS	C241-18	33.25	MC		14.7	20.5	17.9	2100	001.6		000375	0.070					
MARNE RAIDE	GRIS	C241-19	33.87	MC		16.6	21.3	18.3	2380					71				
CALCAIRE A BIOCLASTES	GRIS	C241-20	26.30	MC		04.3	24.3	23.3	4600	025.2								
CALCAIRE BIOCLASTIQUE	GRIS	C241-21	27.45	MC		03.6	24.1	23.3	4350									
MARNE A BIOCLASTES	GRIS FONCE	C241-22	28.15	MC		8.25	23.4	21.6	3600									
CALCAIRE RECIFAL	GRIS	C241-23	29.95	MC		4.95	24.5	22.3	4170	029.8								
CALCAIRE A BIOCLASTES	GRIS	C241-24	30.37	MC		3.46	23.3	21.5	3713	020.0					9.00	00.1		
CALCAIRE BIOTURBE ARGILEUX	GRIS	C241-25	31.35	MC		07.0	22.4	20.9	3710									
MARNE TENDRE	GRIS	C241-26	32.50	MC		30.2	18.9	14.5	1630	000.8								

Colonne CO = code du terrain : CK calcaire jaune karstique
RO CG calcaire gris
MC marno-calcaire ou calcaire gris

Parametres statistiques elementaires groupe CK
CALC-KARSTIQUE

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff variat.	Moyenne geom	Deviation geom
PROF	45	4.4	20.6	13.5	3.2	0.23	13.0	1.32
N	13	8.0	38.0	21.2	8.7	0.41	19.3	1.58
W	38	1.6	25.8	8.8	7.4	0.84	6.4	2.23
rH	38	16.5	25.4	21.5	2.4	0.11	21.4	1.12
rD	38	14.7	25.0	20.0	3.1	0.16	19.7	1.18
VS	45	716.0	5567.0	3516.8	1186.6	0.34	3254.8	1.54
RC	28	0.8	87.0	16.6	18.9	1.14	8.8	3.53
RTB	4	0.9	3.1	2.0	1.0	0.51	1.8	1.75
E	3	12300.0	56500.0	27600.0	25042.6	0.91	21294.2	2.33
NU	3	0.2	0.3	0.2	0.1	0.26	0.2	1.28
CA	11	82.0	98.0	94.4	4.4	0.05	94.2	1.05

Parametres statistiques elementaires groupe CG
CALC-GRIS

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff variat.	Moyenne geom	Deviation geom
PROF	24	13.6	23.6	19.4	2.6	0.13	19.2	1.15
W	24	2.0	39.9	9.9	12.1	1.21	6.2	2.42
rH	24	16.5	25.9	22.4	2.8	0.12	22.2	1.14
rD	24	11.9	25.3	20.8	4.0	0.19	20.3	1.26
VS	19	3634.0	5560.0	4479.5	553.9	0.12	4437.9	1.13
RC	15	1.3	80.7	26.5	21.6	0.82	17.3	3.10
RTB	5	0.1	4.4	1.7	1.8	1.04	0.7	5.49
E	2	19200.0	29100.0	24150.0	7000.4	0.29	23576.9	1.34
NU	2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.68	0.1	2.11
CA	7	63.0	98.0	87.9	11.6	0.13	87.0	1.16

Parametres statistiques elementaires groupe MC
MARNO-CALCAIRE

Var.	Nombre d'obs.	Valeur minimale	Valeur maximale	Moyenne arithm	Ecart type	Coeff variat.	Moyenne geom	Deviation geom
PROF	111	9.9	33.9	20.8	5.0	0.24	20.2	1.28
N	9	10.0	29.0	17.6	7.1	0.40	16.3	1.51
W	78	1.4	54.2	13.7	9.9	0.72	10.5	2.21
rH	78	15.4	25.0	21.2	2.1	0.10	21.1	1.11
rD	78	10.0	24.3	18.9	3.1	0.16	18.6	1.19
VS	110	1420.0	5097.0	2852.8	999.1	0.35	2681.5	1.41
RC	50	0.1	50.0	9.0	11.3	1.26	4.3	3.61
RTB	4	0.3	0.5	0.4	0.1	0.26	0.4	1.28
E	4	120.0	38000.0	13373.8	17830.0	1.33	2246.1	16.31
NU	4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.52	0.1	1.70
CA	14	70.0	95.0	82.0	8.0	0.10	81.5	1.10

METRO de BORDEAUX
Essais de laboratoire
Tableau récapitulatif (état au 8/3/1989)

Sondage	Profondeur en metre	Géologie	Wn en %	GammaH en KN/m3	GammaD en KN/m3	WL	IP	D en mm	(2mm	(80µ	ES	Cuu en KPa	E en MPa	Ccu en KPa	φ cu	C' en KPa	φ'	MO en %	Calci. en %	Oedometre
CZ50	21.50	Sannoisien	15.1	21.6		31	13					479	50						32.0	
CZ50	21.95	Sannoisien	15.2	22.4	19.4															
CZ50	22.40	Sannoisien	15.1	22.3	19.4															
CZ50	23.40	Sannoisien	18.3	21.8								472	25							
CZ50	23.85	Sannoisien	21.4	20.8	17.1															
CZ50	24.60	Sannoisien	17.2	21.7	18.5															
CZ51B	21.80	Sannoisien						1	100	36.0									29.0	
CZ51B	22.30	Sannoisien	13.7	22.2								842	110							
CZ51B	23.65	Sannoisien																		v.courbe
CZ51B	23.95	Sannoisien	19.2	21.4								512	45							
CZ51B	24.85	Sannoisien				38	16													
CZ51B	25.50	Sannoisien	16.5	22.0								784	100							
CZ51B	26.95	Sannoisien	18.3	21.1								557	50							
CZ53	19.80	Sannoisien	23.2	20.7	16.8														34.0	
CZ53	20.10	Sannoisien	19.1	21.1		48	25					505	33						29.0	
CZ53	21.20	Sannoisien	19.0	21.5	18.1															
CZ53	21.70	Sannoisien	18.8	20.6								346	7						26.0	
CZ53	22.70	Sannoisien	21.8	20.7	17.1															
CZ53	23.30	Sannoisien	20.3	21.5								471	9						29.0	
CZ53	24.20	Sannoisien	22.1	21.2	17.4														32.0	
CZ53	24.80	Sannoisien	22.1	20.1								648	83							
CZ57	21.30	Sannoisien	19.2	21.3		37	17					418	40						11.0	
CZ57	22.00	Sannoisien	21.7	20.6								228	8							
CZ65	26.20	Sannoisien	22.0	21.3								613	105						15.3	
CZ65	26.70	Sannoisien	7.6	24.1	22.4															
CZ65	27.50	Sannoisien	18.7	20.8		43	21					551	83						1.1	
CZ65	28.40	Sannoisien	18.0	21.9								1 174	200							
CZ65	29.30	Sannoisien	22.5	20.4	16.7														1.3	
CZ71	21.90	Sannoisien	14.1	21.8								1 041	66						62.0	
CZ71	23.25	Sannoisien	13.5	22.6	19.9															
CZ71	23.30	Sannoisien	15.7	21.4	18.5														46.0	
CZ71	23.35	Sannoisien	13.9	22.5								632	43							
CZ71	24.10	Sannoisien	19.9	20.7	17.3			1	100	68.0										

ANNEXE 5

CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES POUR LE CALCUL DES STATIONS

- Stations de la ligne A : planches 5.1 à 5.6
- Stations de la ligne B : planches 5.7 à 5.9

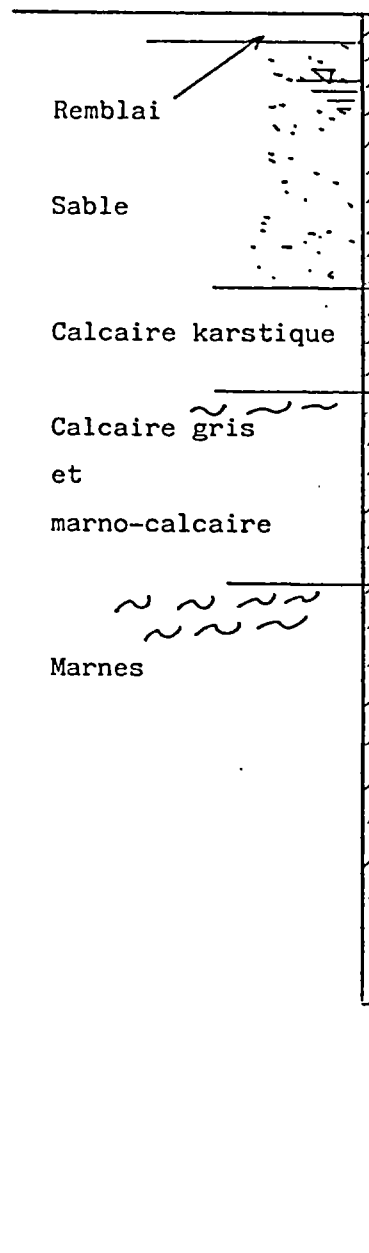
A N N E X E 5 A

-=-=-=-=-=-=-=-=-

STATIONS DE LA LIGNE A

B.R.G.M. - APD METRO BORDEAUX

Station : ST-JEAN



	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γh T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Sable	600	90	1200	2	0,3	0,5	-	0	30	+ 2/3	-	10^{-4}
Calcaire karstique	7000	>450	3500	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	- 2/3	2.10^{-5}
Calcaire gris et marno-calcaire												10^{-7}
Marnes	14 000	>450	8400	2,1	0	0,5	12	70	40	2/3	- 2/3	10^{-7}

André MEUNIER

TN = 7 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai 1 — l = 1 Argile de décalcification 3,20 — L = 2,20 5	400	50	400	2	0,66	0,5	–	2	10	2/3	–	
Calcaire karstique 14	6000	>450	4000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	
Marno-calcaire rail — 18 22 25	11000	>450	6600	2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : CAPUCINS

TN = 12,20 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai l = 17,70 m 3 — L = 35 m Argile décalcification 4	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
Calcaire karstique altéré 7 11	600	100	1200	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-5}
Calcaire karstique rail 17	3000	300	2700	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-5}
Marno-calcaire 21 Fond Fouille 24	14000	>450	8400	2,1	0	0,5	12	70	40	2/3	– 2/3	10^{-7}

Station : VICTOIRE

TN = + 15 NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Ø degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai — l = 19 m, L = 32 m	400	60	350	1,8	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
Argiles à graviers — 3 à 8	300	50	400	2	0,54	0,5	–	5	15	2/3	–	10^{-8}
Argile de décalcific. — 8 à 9												
Calcaire karstique — 10 à 21 m — min.	600	140	2000	2								
Calcaire karstique — moy.	4000	240	3000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-5}
Calcaire karstique — max. (rail 17m)	11000	450	6600	2								
Marno-calcaire — 21 à 24 m	14000	450	8400	2,1	0	0,5	12	70	40	2/3	– 2/3	10^{-7}

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : V. HUGO

TN = 12,30 NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Ø degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai — l = 17,70 m, L = 35 m — 0 à 3	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
Argile de décalcification — 3 à 6	1000	160	1000	2	0,66	0,5	–	2	10	2/3	–	10^{-8}
Calcaire argileux — 6 à 10	1500	180	2000									10^{-5}
Calcaire karstique — 10 à Rail 17	5000	>450	3500	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-6}
Marno-calcaire — Fond Fouille 21 à 24	10000	>450	6600	2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-7}

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : ST-PROJET

TN = 8 m NGF — Profondeur		Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Ø degrés	S/φ poussée	S/φ butée	K m/s
	l = 19,70												
Remblai (2,30)	L = 35	400	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
(5,50)													
Argile organique (10,50)		200 à 400	40 à 70	100	1,7	0,5	0,5	–	2,5	17	2/3		10^{-10}
Calcaire karstique (12,50)		3 000	400	3 000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-5}
Marno-calcaire	min.	2 400	380										
rail — 17m	moy.	9 000	>450		2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-7}
	max.	15 000	>450										
Fouille 21													
24													

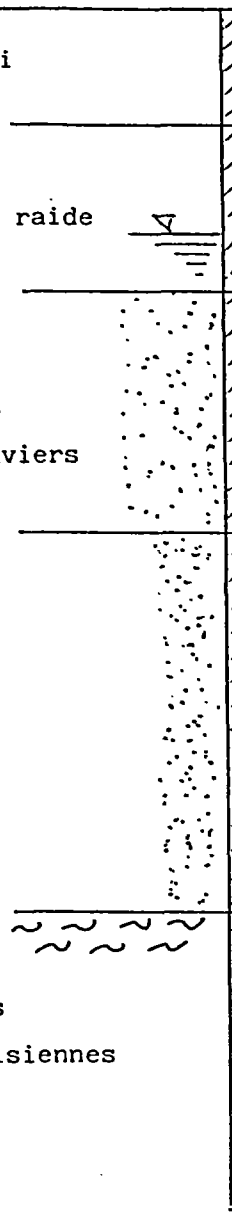
B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : COMEDIE

TN = 11,50 m NGF — Profondeur		Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Ø degrés	S/φ poussée	S/φ butée	K m/s
Remblai graveleux (2,40)	l = 19,70 m L = 35 m	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
Argile vasarde (5,0)		80	30	100	1,7	0,30	0,5	–	0	30	2/3	–	
(5,60)													
Calcaire karstique avec poches argileuses	min.	160	50	200									
	moy.	1500	200	1700	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	
	max.	4000	400	3500									
(11,50)													
Marno-calcaire		10000	>450	6600	2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	
20 Fond de Fouille													
22 à 24													

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

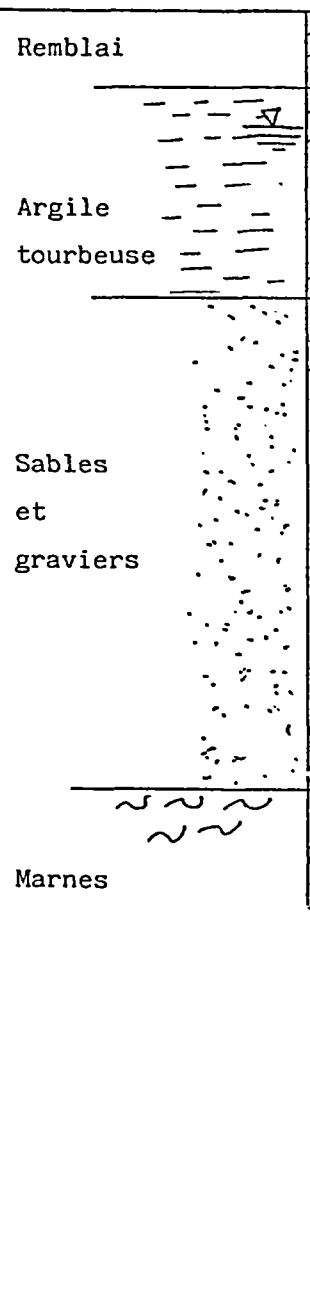
Station : QUINCONCES



TN = + 8 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Φ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3		
Argile raide	500	80	400	1,8	0	0,5	–	10	8	+ 2/3	–	10^{-8}
Sables et graviers	900	160	1 400	2	0,25	0,5	–	0	35	2/3	–	5.10^{-4}
	2 000	300	2 800	2	0,25	0,5	–	0	35	2/3		5.10^{-4}
Marnes sannoisiennes	5 000 à 10 000	>450										10^{-7}
	15 000	>450	8 400	2,1	0	0,5	12	70	40	2/3	– 2/3	

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

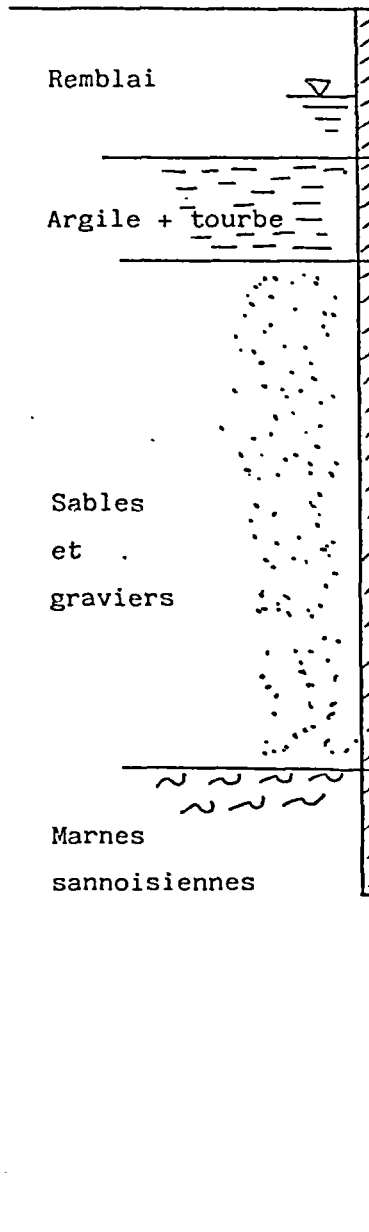
Station : P. DOUMER



TN = + 4,85 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Φ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	–
	350	60	100	1,50	0,6	0,5	–	1	12	2/3	–	–
Argile tourbeuse	180	30	80	1,50	0,6	0,5	–	1	12	+ 2/3	–	10^{-8}
Sables et graviers	1500	200	1700	2	0,25	0,5	–	0	35	+ 2/3	–	5.10^{-4}
	1000	190	1400	2	0,25	0,5	–	0	35	+ 2/3	–	5.10^{-4}
Marnes	6000	>450	3600	2,1	0	0,5	8	50	35	+ 2/3	– 2/3	10^{-7}

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

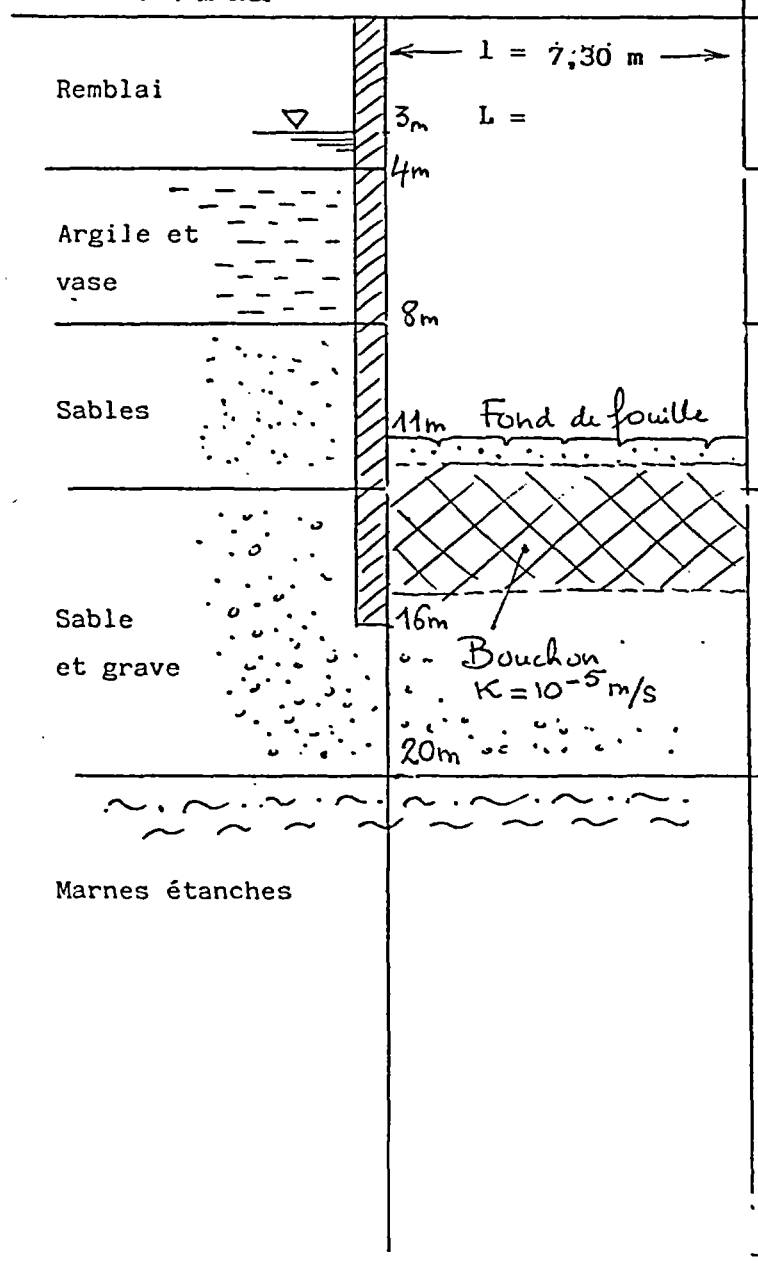
Ouvrage spécial GRAND PARC



	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Ø degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	–
Argile + tourbe	160	35	80	1,5	0,6	0,5	–	1	12	2/3	–	10^{-8}
Sables et graviers	1 000	180	1400	2	0,25	0,5	–	0	35	2/3	–	5.10^{-4}
	2000	300	2800	2	0,25	0,5	–	0	35	2/3	–	5.10^{-4}
Marnes sannoisiennes	10000	>450	6600	2.1	0	0,5	8	50	35	+ 2/3	– 2/3	10^{-7}

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : Tranchée couverte (Grand Parc)



	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Ø degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai	300	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20°	2/3	–	
Argile et vase	150	30	80	2	0	0,5		Ccu = 3 C' = 0,8	Cu = 13° φ' = 30°	2/3		10^{-8}
Sables	800	130	1400	2	0,33	0,5	–	0	30°	2/3		10^{-3}
Sable et grave	2000	240	2800	2	0,33	0,5	–	0	30°	2/3		
Marnes étanches	9000	450	6600	2,15	0	0,5		60	35°	+2/3	-2/3	$<10^{-7}$

5.6

A N N E X E 5 B

STATIONS DE LA LIGNE B

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : CHR

TN = 15,80 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γh T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	Φ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai — 1,50 — l = 30 m												
L = 37 m												
Sable fin + graviers — 5,90m	1000	170	800	2	0,27	0,5	–	0	35	2/3		10^{-4}
9,50												
Calcaire altéré + cavités karstiques — 13 rail	1200	120 dans les poches karstiques	400		0,65	0,5	1,5	1,5	12	2/3		10^{-3}
17 fond de fouille					poche d'argile							
21	4000	230 dans calcaire	3000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	

B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : GAVINIES

TN = 9,6 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai (1,60) — l = 2												
Sable argileux — L = 6	600	80	360	1,8	0,44	0,5		5	20	2/3		10^{-4}
Calcaire fortement karstifié — 16,50 Rail — 20 Fond fouille	4 000	450	3 500	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-3}
Marno-calcaire — 23	10 000	> 450	6 600	2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-7}

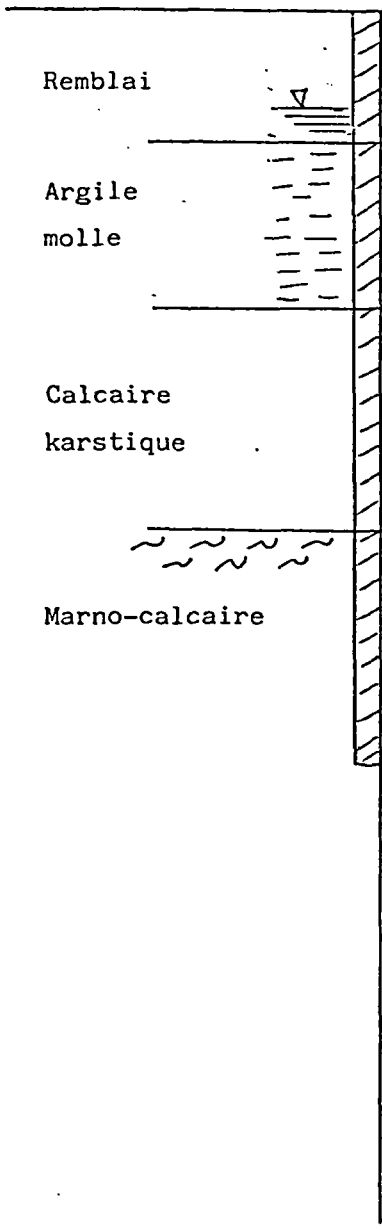
B.R.G.M. – APD METRO BORDEAUX

Station : PREFECTURE

TN = 9,15 m NGF — Profondeur	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai (1,70) — l = 1,80	370	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
Argile — L = 3,60	370	60	400	2	0,44	0,5	–	0	20	2/3	–	
Calcaire karstique jaune — 13 Rail	7000	450	4000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	10^{-3}
Calcaire gris — 14 — 18 Fouille	14000	450	8400	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	– 2/3	3.10^{-7}
21 — Marno-calcaire	14000	450	8400	2,1	0	0,5	12	70	40	2/3	– 2/3	10^{-7}

B.R.G.M. - APD METRO BORDEAUX

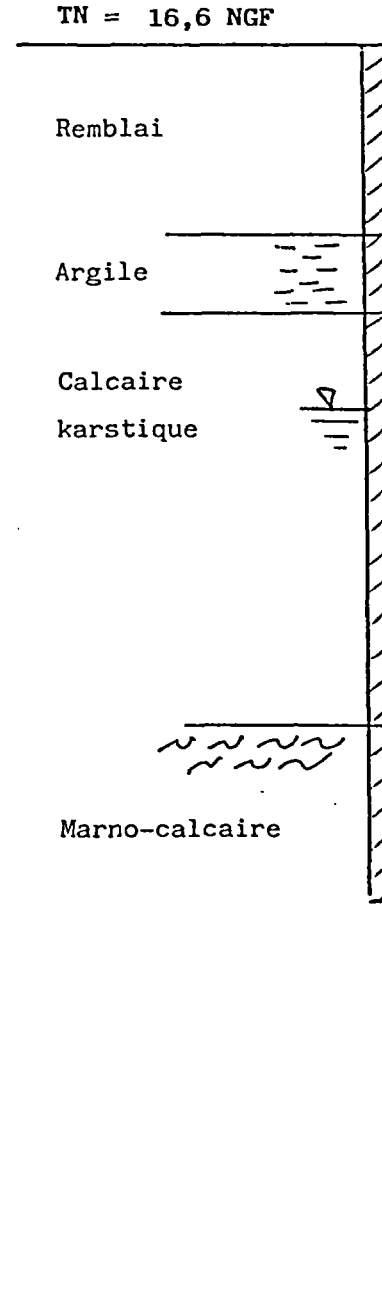
Station : RAYNAL



	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai	370	60	400	2	0,44	0,5	-	0	20	2/3	-	
Argile molle	200	40	100	1,7	0,5	0,5	±	2,5	17	2/3	-	10^{-8}
Calcaire karstique	3 000	400	3 000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	- 2/3	5.10^{-4}
Marno-calcaire	5 000	>450	4 000	2,1								10^{-7}
min.	2 400	270	3 000	2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	- 2/3	
max.	10 000	>450	6 600	2,1								

B.R.G.M. - APD METRO BORDEAUX

Station : GAMBETTA



	Ep T/m²	Pl T/m²	Kh T/m³	γ h T/m³	Ka	Ko	Kp	C T/m²	ϕ degrés	δ/φ poussée	δ/φ butée	K m/s
Remblai	500	80	400	2	0,44	0,5	-	0	20	2/3	-	
Argile	400	60	400	1,8	0	0,5	-	10	8	2/3	-	10^{-8}
Calcaire karstique	4000	400	3000	2	0	0,5	8,3	50	35	2/3	- 2/3	3.10^{-4}
Marno-calcaire	7000	400	4000	2,1	0	0,5	8,3	50	35	2/3	- 2/3	10^{-7}