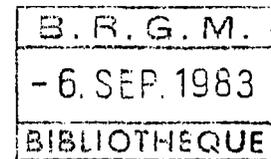


VILLE DE PAU

Direction des Services Techniques



DRAINAGE DU FUTUR CIMETIÈRE DE PAU à PONT LONG

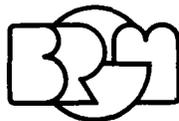
Étude hydrogéologique et technique
Avant projet sommaire

par

J. CHAMAYOU

Collaboration : **C. CHAMBON, R. LAPEYRE**

BEMOGE (Mont-de-Marsan)



SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL-AQUITAINE

Avenue Docteur-Albert-Schweitzer - 33600 PESSAC - Tél. (56) 80.69.00

- R E S U M E -

A l'intersection de l'A 64 et de la route de MORLAAS à PAU, la Mairie de cette ville envisage d'aménager un cimetière sur une superficie totale de 15 hectares. Avant d'acquérir les terrains, une investigation préalable avait été effectuée au voisinage immédiat de ces parcelles.

Dans son rapport d'expertise, le géologue indiquait qu'un drainage d'une partie de cette zone devait être envisagé compte tenu de la présence d'eau.

Afin de vérifier la présence d'une nappe généralisée et de mesurer la perméabilité des sols, une campagne de forages et d'essai a été entreprise sur le site.

Les travaux et les mesures réalisés ont permis de préciser la position des niveaux aquifères et la perméabilité des premiers mètres de terrain au-dessous du sol.

Les paramètres acquis, ont permis d'évaluer les débits à évacuer en fonction de la profondeur et de la densité des drains, des pentes et des cotes des exutoires. L'estimation des dépenses à engager par tranches constitue le document principal d'avant-projet sommaire.

ooooo

- S O M M A I R E -

	<u>Pages</u>
RESUME.....	I
LISTE DES FIGURES ET PLANCHES.....	III
1 - <u>INTRODUCTION</u>	1
2 - <u>TRAVAUX ENTREPRIS</u>	2
3 - <u>DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES TERRAINS</u>	3
4 - <u>ETUDE DE LA PERMEABILITE DES SOLS</u>	5
5 - <u>RELATIONS ENTRE NIVEAUX D'EAU ET PERMEABILITE</u>	6
6 - <u>ETUDE DU DRAINAGE</u>	7
6.1 - Découpage du secteur à aménager.....	7
6.2 - Méthode de calcul de l'écartement des drains.....	8
6.3 - Intensité de la pluie à prendre en compte.....	8
6.4 - Calculs.....	9
6.5 - Profondeur des drains.....	13
6.6 - Matériau filtrant de remblaiement des tranchées.....	14
6.7 - Collecteurs.....	14
6.8 - Débit des drains et des collecteurs.....	15
6.9 - Exutoires des eaux de drainage.....	18
7 - <u>CONCLUSIONS - ESTIMATION DES DEPENSES</u>	19
8 - <u>ESTIMATION DES DEPENSES</u>	
ANNEXE 1 - DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX - TRANCHE I	
ANNEXE 2 - DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX - TRANCHE II	
ANNEXE 3 - DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX - TRANCHE III	
ANNEXE 4 - DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX - RECAPITULATIF.	

o o o o o o

LISTE DES FIGURES ET PLANCHES

Figure 1 : Plan de situation générale.

Figure 2 : Plan de situation à 1/50 000

Figure 3 : Plan détaillé (1/2 000 réduit) des travaux de forages.

Figure 4 : Plan de positionnement des profils A et B.

Figure 5 : Coupe longitudinale et transversale du terrain et de la nappe.

Figure 6 : Schéma général des exutoires de drainage.

Figure 7 : Coupe en travers type.

Figure 8 : Profil en long du collecteur en béton \varnothing 300 mm.

PLANCHE ANNEXEE : Schéma de drainage de la zone I à 1/500.

oooooooooooo

1 - I N T R O D U C T I O N -

A l'intersection de l'Autoroute A64 et du CD 943 de PAU à MORLAAS, la ville de PAU projette de créer un nouveau cimetière sur un ensemble de parcelles situées en limite des communes de PAU, MORLAAS et IDRON sur une superficie totale de 15 ha (cf. plan de situation 1/25 000 - feuille de MORLAAS 1-2).

Il est prévu d'aménager d'abord une zone d'environ 6 hectares recouvrant les parcelles 3 et 4 (secteur AN de la commune de PAU), et un secteur d'extension ultérieure sur les parcelles 5 - 8 - 9, 67, 69, 70, 71 et 72 p.p. (secteur AN).

Le B.R.G.M. a été chargé par la ville de PAU d'étudier les problèmes liés au drainage du cimetière, compte tenu de la présence de zones humides temporaires notées par le géologue officiel (rapport du B.R.G.M. 79 AQI 81). Par arrêté préfectoral en date du 20 octobre 1980, la création du nouveau cimetière était assujettie à l'étude d'un réseau de drainage notamment pour la partie nord-est dans la zone d'extension future. La possibilité d'étendre le drainage à d'autres zones où viendraient à apparaître des venues d'eau lors de fortes pluies était également envisagée.

Pour toutes ces raisons et en accord avec la Mairie, le B.R.G.M. a modifié son programme initial de façon à étendre les mesures de perméabilité à l'ensemble des parcelles. Les travaux ont confirmé la nécessité de prévoir un réseau général de drainage compte tenu de la faible perméabilité du sol sur plus de 2 m d'épaisseur et de la présence de niveaux d'eau temporaires ou permanents dans cette première tranche de sol.

oooooooo

PLAN DE SITUATION



PLAN DE SITUATION

Extrait de la feuille MORLAAS 1-2 à 1/25 000



2 - TRAVAUX ENTREPRIS

Les travaux de forage réalisés pour étudier la perméabilité des sols et mesurer les niveaux d'eau ont été répartis sur l'ensemble du secteur comme indiqué sur le plan détaillé (figure 3).

Les forages F1 à F6 profonds de 2,20 à 2,50 m et les piézomètres PZ1 à PZ6 profonds de 1,40 à 2,00 m ont fait l'objet d'une description géologique des terrains traversés et d'un équipement en tubes PVC de 157 - 167 mm de \varnothing Ils ont été creusés à la tarière de 250 mm.

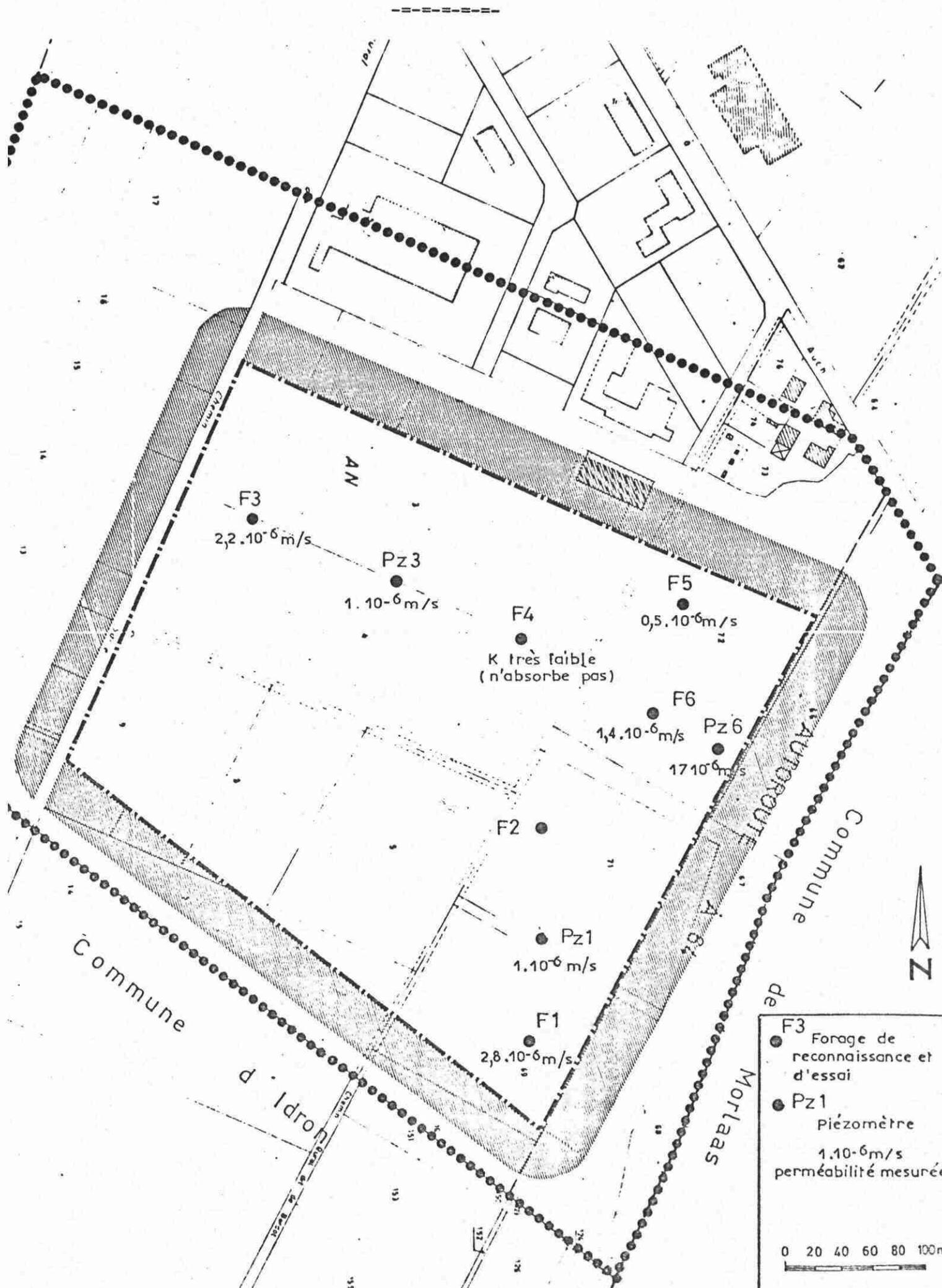
Tous les forages ont été soumis à un test soit d'absorption soit de remontée des niveaux après vidange du forage à la pompe.

Les données concernant les forages réalisés pour cette étude sont reportées dans le tableau ci-après :

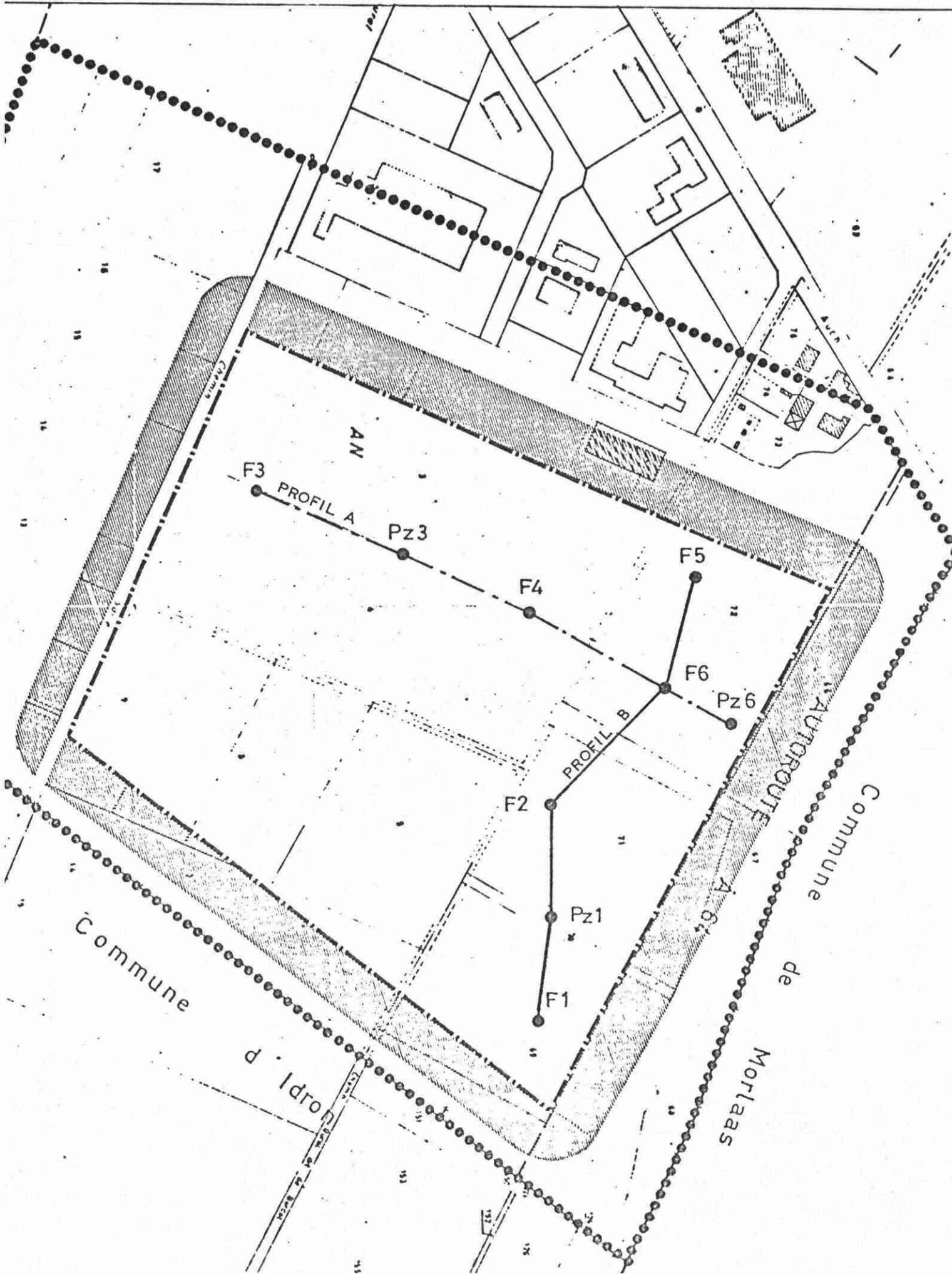
N° d'identification	Profondeur totale	Niveau d'eau	Epaisseur d'eau	Hauteur équipée
Forage 1	2,40 m	1,60 m	0,44 m	2,04 m
Forage 2	2,50 m	1,55 m	0,86 m	2,41 m
Forage 3	2,40 m	sec	0	2,00 m
Forage 4	2,50 m	0,73 m	1,07 m	1,80 m
Forage 5	2,20 m	0,75 m	1,03 m	1,78 m
Forage 6	2,30 m	1,34 m	0,33 m	1,69 m
Piézo. 1	1,40 m	sec	0	1,22 m
Piézo. 3	2,00 m	0,97 m	0,56 m	1,55 m
Piézo. 6	2,00 m	0,63 m	0,39 m	1,02 m

Les nivellements des forages ont été effectués par la suite, ainsi que les profils en travers (figures 4 et 5).

PLAN DETAILLE DES TRAVAUX DE FORAGE

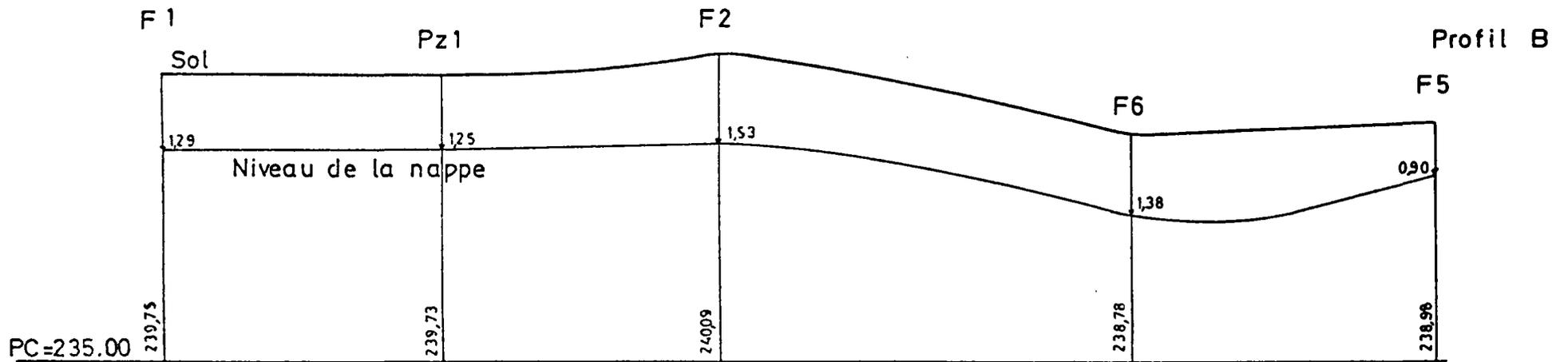
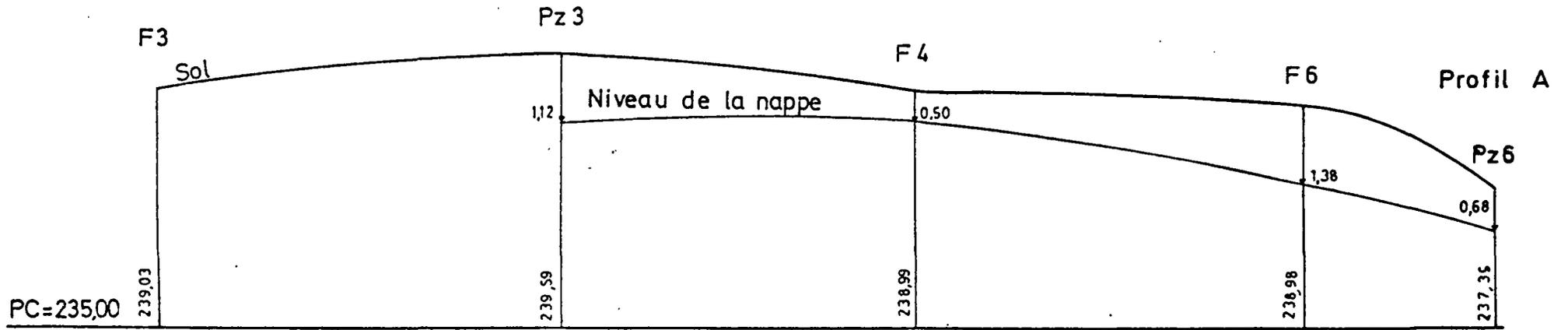


LEVE DES PROFILS



TERRAIN DU NOUVEAU CIMETIERE DU PONT LONG

Coupes longitudinale et transversale du terrain et de la nappe au 1 Juin 1983



3 - DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES TERRAINS

Forage 1

- 0,00 à 1,00 m : Terre noire sableuse
- 1,00 à 1,20 m : Argile bigarrée jaune et brune
- 1,20 à 1,40 m : Argile ocre et rouge avec quelques graviers
- 1,40 à 1,70 m : Argile ocre et rouge avec passées grises
- 1,70 à 2,40 m : Argile brune compacte avec présence de graviers
- 2,40 m : Galets de diamètre variable (80 mm à 150 mm).

Forage 2

- 0,00 à 0,50 m } Terre noire sableuse
- 0,50 à 1,00 m }
- 1,00 à 2,00 m : Argile brune et ocre avec quelques graviers
- 2,00 à 2,50 m : Argile jaunâtre compact à petits galets

Forage 3

- 0,00 à 0,50 m : Terre noire sableuse
- 0,50 à 1,00 m : Argile brune compacte avec passages ocre
- 1,00 à 1,50 m : Galets de 80 à 60 mm dans argile ocre
- 1,50 à 1,70 m : Galets plus grossiers avec argile brun clair
- 1,70 à 2,40 m : Galets de 60 mm à 100 mm enrobés dans des argiles.

Forage 4

- 0,00 à 1,00 m : Terre noire argileuse
- 1,00 à 2,00 m : Argile jaunâtre compacte à rares galets
- 2,00 à 2,50 m : Argile bigarrée et quelques galets.

Forage 5

- 0,00 à 1,00 m : Terre noire
- 1,00 à 2,00 m : Argile jaune
- 2,00 à 2,20 m : Argile noire avec présence de quelques galets.

Forage 6

- 0,00 à 0,50 m : Terre noire argileuse
- 0,50 à 1,20 m : Terre noire très argileuse
- 1,20 à 1,30 m : Argile brun-foncé compacte
- 1,30 à 2,00 m : Argile jaune avec présence de galets
- 2,00 à 2,30 m : Galets \varnothing 40 à 50 mm emballés dans des argiles.

PZ 6

- 0,00 à 1,00 m : Terre brune légèrement argileuse
- 1,00 à 1,30 m : Argile brune compacte
- 1,30 à 2,00 m : Galets de \varnothing 70 à 100 mm emballés dans des argiles.

PZ 1

- 0,00 à 0,50 m : Terre noire
- 0,50 à 1,00 m : Argile brune compacte
- 1,00 à 1,40 m : Argile jaune

PZ 3

- 0,00 à 1,00 m : Terre brune
- 1,00 à 2,00 m : Argile jaune avec présence de gravillons.

Les coupes levées dans la tranchée du fossé de l'autoroute montrent la succession géologique suivante :

- 1 - Sol limoneux noir sur une épaisseur de 0,25 à 0,70 m
- 2 - Petit niveau de graviers et de petits galets dans une matrice argileuse sur 0,20 à 0,35 m d'épaisseur.
- 3 - Argile ocre plastique avec gravillons devenant gris clair à la base et plus compacte, sur 0,40 à 0,50 m d'épaisseur.
- 4 - Argile ocre rouge à galets plus abondants vers la base sur une épaisseur supérieure à 0,50 m.

Des niveaux de suintement sont notés dans le niveau 2 et à la base du niveau 4 en liaison avec des horizons de graviers ou de galets.

4 - ETUDE DE LA PERMEABILITE DES SOLS

La présence d'eau dans la plupart des forages réalisés nous a amené à effectuer deux séries d'essai.

La plupart des mesures ont été effectuées par absorption d'eau sur une tranche de l'ordre de 1 m excepté sur le F3 où la tranche humide a atteint 1,72 m . Un essai a été effectué par remontée du niveau d'eau après vidange du trou sur le F5.

Les mesures effectuées à la sonde électrique se sont étalées sur plusieurs heures dans chaque forage . Les résultats ont été interprétés soit par la méthode simplifiée de THEIS (JACOB) soit par la méthode PORCHER

Les valeurs calculées varient dans une gamme de $0,5.10^{-6}$ à $2,6.10^{-6}$ m/s mais sont le plus souvent proches ou égales à 1.10^{-6} m/s soit de l'ordre de 8 à 10 cm/jour. Cette valeur très faible va imposer un drainage profond assez dense défini dans le schéma d'A.P.S. ci-après.

RESULTATS DES ESSAIS EFFECTUES SUR LES FORAGES

Forage ou piézomètre	Niveau piézomét.	Niveau début	Niveau essais fin	Q absorbé ou injecté	K en m/s
F1	1,60	0,48	1,01	80 l	$2,8.10^{-6}$
F3	sec à 2 m	0,25	1,30	90 l	$2,2.10^{-6}$
F4	0,73	0,25	1,30	10 l	très faible
F5	0,75	1,78	0,84	50 l	$0,5.10^{-6}$
F6	1,34	0,26	1,23	60 l	$1,4.10^{-6}$
PZ 1	sec à 1,30	0,06	1,17	30 l	1.10^{-6}
PZ 3	0,97	0,61	0,95	20 l	1.10^{-6}
PZ 6	0,63	0,16	0,50	30 l	$1,7.10^{-6}$

5 - RELATIONS ENTRE NIVEAUX D'EAU ET PERMEABILITE

Les mesures effectuées au cours de l'été 1979 qui avaient permis de délimiter un secteur plus humide (secteur Nord-Est) et celles qui ont été effectuées au printemps 1983 (début Mai) ont confirmé le type de circulation d'eau à savoir :

- stockage saisonnier dans les petits niveaux graveleux qui se drainent lentement et sont alimentés directement par la pluie, on constate en effet le long du fossé de l'autoroute des suintements et un écoulement dans le fossé en relation avec les pluies et deux couches de drainage du sol.

- les niveaux d'eau sont peu profonds et doivent donc être rabattus par drainage pour éviter la formation et la maintenance de petites nappes perchées. Il est en effet difficile de parler d'aquifère dans ces argiles plus ou moins graveleuses où l'eau d'infiltration circule lentement dans le sens vertical et de la pente.

6 - ETUDE DU DRAINAGE

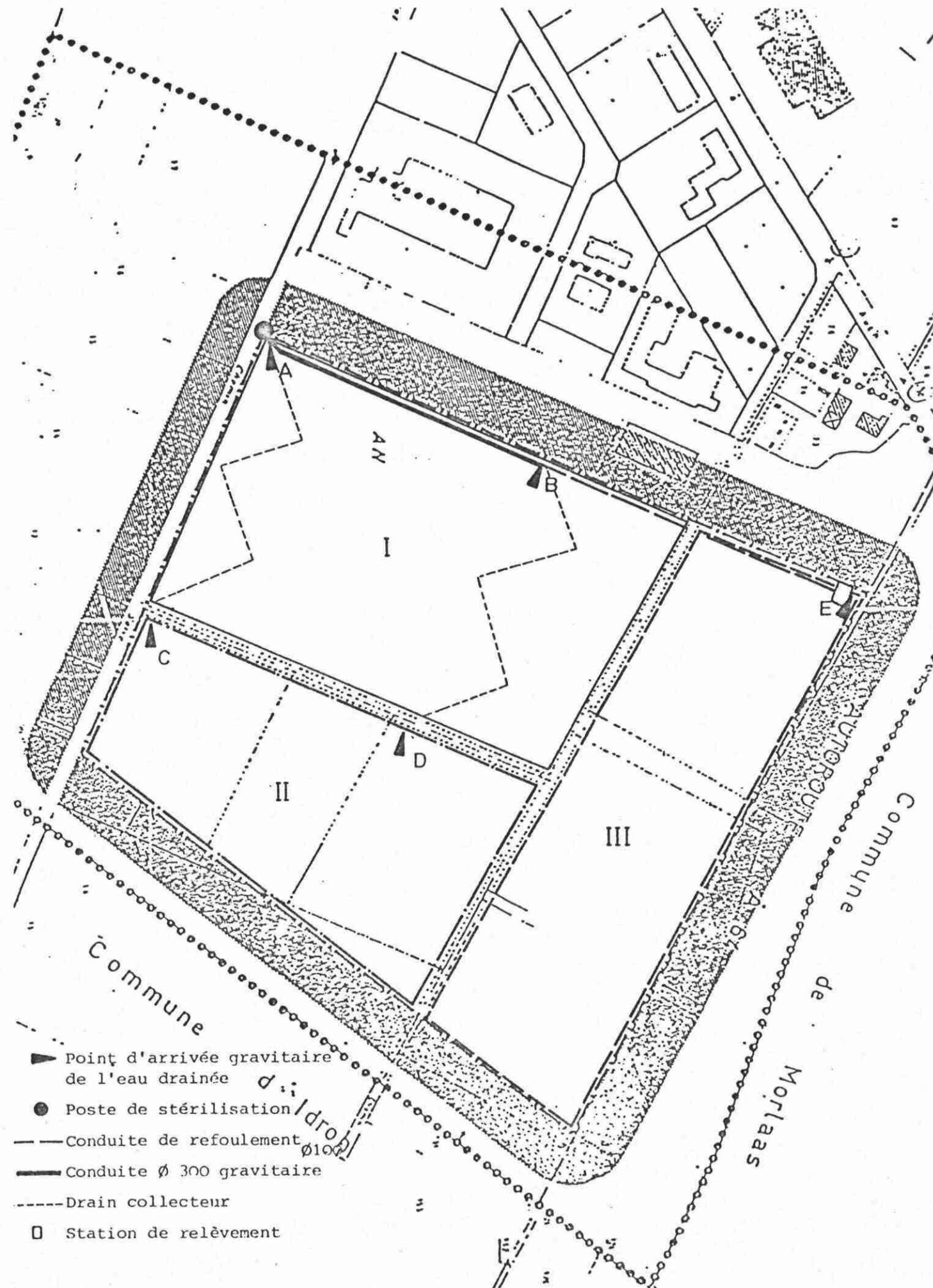
6.1 - DECOUPAGE DU SECTEUR A AMENAGER

Le Plan d'Ensemble au 1/5000 a été divisé pour des raisons essentiellement techniques d'assainissement en trois zones I - II - III - figurées sur le Plan joint. Leurs limites internes sont le chemin privé de Berdot d'une part et le chemin privé existant orienté Nord Sud, d'autre part. (figure 6).

- la Zone I occupe la partie Sud Ouest et correspond au Plan au 1/500 fourni par la Ville de PAU
- la Zone II est située au Sud Est tandis que
- la Zone III occupe la partie Nord en bordure de l'autoroute.

Au niveau de l'A.P.S., la zone I a été étudiée avec plus de précision que les deux autres car un Avant Projet d'Aménagement a été établi pour cette zone.

Le quantitatif sur les zones II et III a été extrapolé de l'Etude I proportionnellement à leur surface respective.



- ▲ Point d'arrivée gravitaire de l'eau drainée
- Poste de stérilisation
- Conduite de refoulement $\phi 100$
- Conduite $\phi 300$ gravitaire
- - - Drain collecteur
- Station de relèvement

6.2 - METHODE DE CALCUL DE L'ECARTEMENT DES DRAINS

L'écartement des drains a été calculé suivant la méthode dite du "régime permanent" qui permet d'évacuer en permanence un débit égal à celui de l'infiltration.

Ainsi, à une intensité de filtration connue correspond une stabilisation du niveau piézométrique dont le toit cylindrique sera situé au milieu de la rangée des drains à une hauteur qui dépendra également de la transmissité du sol et de l'écartement des drains.

Cette méthode diffère de la formule du régime variable de tarissement qui détermine des écartements de drains en fonction du temps nécessaire à l'évacuation des eaux contenues dans le sol après un épisode pluvieux ce qui est plus particulièrement adapté aux terres de culture.

6.3 - INTENSITE DE LA PLUIE A PRENDRE EN COMPTE

Généralement, on se fixe une pluie de durée connue pour une périodicité de retour également connue afin de connaître d'une façon statistique l'intensité de la pluie correspondant à ces paramètres.

On peut se servir de la formule de MONTANA du Type $I_0 = \lambda t^{-B}$ ou λ et $-B$ sont ajustés au site étudié ce qui permet d'obtenir une pluviométrie horaire ou journalière.

Dans le cas particulier de cette étude, on admettra que le réseau de drainage doit évacuer en permanence une pluie dont l'infiltration correspond à la perméabilité du terrain soit une valeur moyenne de 0.095 m par jour ou 4 mm par heure.

Sachant que toute pluie égale à 4 mm/h entrainera rapidement un état de saturation intrensèque du sol, toute pluviométrie supérieure verra son excédent évacué sous forme d'un ruissellement superficiel.

On peut affirmer qu'un réseau calculé ainsi pourra faire face à l'importe quelle pluie quelle que soit sa durée et son intensité.

Cependant, pour ne pas aboutir à un réseau surdimensionné, les pluies de très faible durée dont l'influence sur la nappe est négligeable ne sont pas prises en compte.

En se fixant, comme base, les pluies de 1 jour, nous obtenons les valeurs suivantes :

- valeur décennale : 57 mm
- valeur centennale : 74 mm

.../...

A titre indicatif, le drainage des terres en milieu rural prend e compte les pluies annuelles d'une durée de 3 jours soit des pluies de 14 mm par jour environ.

Le coefficient d'infiltration est calculé suivant la méthode employée dans les lotissements en affectant les surfaces imperméables (24 % dans le cas présent) et le reste, de coefficients d'infiltration connus.

- surface de la voirie imperméable = 0.24 x 0.05 = 0.012

- surface dont le ruissellement n'est pas évacué = 0.76 x 0.4 = 0.302

COEFFICIENT GLOBAL D'INFILTRATION= 0.316

ARRONDI à 0.31

Pluviométrie journalière à prendre en compte :

a) périodicité de retour centennale

74 mm x 0.31 = 22.9 mm ou 0.023 m/jour

b) périodicité de retour décennale

57 mm x 0.31 = 17.67 mm ou 0.018 m / par jour

6.4 - CALCULS

Dans le cas général où les tranchées n'atteignent pas le toit du substratum, la formule de l'écartement des drains est la suivante :

$$E^2 = \frac{4 \cdot Kh}{I} (h + 2 \delta) - R (h + \delta)^2$$

K est la composante horizontale moyenne de la conductivité hydraulique obtenue par la méthode de PORCHET.

h est la hauteur stabilisée de la nappe à son sommet par rapport au drain

δ hauteur équivalente de HOOGHOUDT qui dépend de l'écartement des drains, de la profondeur perméable sous les drains et du diamètre des drains.

Pour des écartement de drains inférieur à 10 m, cette valeur est comprise entre 0.5 m et 0.6 m ce qui influence peut le résultat final.

R nombre sans dimension dépendant de h et δ

I pluviométrie en m/ jour

.../...

La hauteur ressuyée en permanence souhaitée par le Maître de l'Ouvrage est de 2,5 m.

La profondeur de pose des drains sera égale à la hauteur du toit de la nappe augmentée de 2.5 m.

La hauteur H de la nappe dépendant elle-même de l'écartement des drains, le tableau ci-après indique la profondeur moyenne du drain par rapport au sol en fonction de leur écartement.

I - Pluie de 1 jour de périodicité centennale

Hauteur de la nappe = 0.5 m

K = 0.08

HAUTEUR NAPPE=
0.5M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.08M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.1METRES

K = 0.095

HAUTEUR NAPPE=
0.5M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.095M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.1METRES

K = 0.11

HAUTEUR NAPPE=
0.5M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.11M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.4METRES

Valeur moyenne d'écartement : 4.1 m

Hauteur de la nappe : 0.7 m

K = 0.08

HAUTEUR NAPPE=
0.7M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.08M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.1METRES

K = 0.095

HAUTEUR NAPPE=
0.7M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.095M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.5METRES

K = 0.11

HAUTEUR NAPPE=
0.7M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.11M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.8METRES

Valeur moyenne d'écartement : 4.5 m

Hauteur de la nappe : 0.9 m

K = 0.08

HAUTEUR NAPPE=
0.9M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.08M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
4.7METRES

K = 0.095

HAUTEUR NAPPE=
0.9M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.095M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
5.2METRES

K = 0.11

HAUTEUR NAPPE=
0.9M
HOOGGOUT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.11M/J
PLUVIOMETRIE=
0.023M/J
ECART. DRAINS=
5.7METRES

Valeur moyenne d'écartement = 5.2 m

Hauteur de la nappe = 0.5 m

K = 0.08

HAUTEUR NAPPE=
0.5M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.08M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
4.6METRES

K = 0.095

HAUTEUR NAPPE=
0.5M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.095M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
4.6METRES

K = 0.11

HAUTEUR NAPPE=
0.5M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.11M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
4.6METRES

Valeur moyenne d'écartement : 4.6 m

Hauteur de la nappe = 0.7 m

K = 0.08

HAUTEUR NAPPE=
0.7M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.08M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
4.7METRES

K = 0.095

HAUTEUR NAPPE=
0.7M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.095M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
5.1METRES

K = 0.11

HAUTEUR NAPPE=
0.7M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.11M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
5.5METRES

Valeur moyenne d'écartement = 5.1 m

Hauteur de la nappe = 0.9 m

K = 0.08

HAUTEUR NAPPE=
0.9M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.08M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
5.4METRES

K = 0.095

HAUTEUR NAPPE=
0.9M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.095M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
5.0METRES

K = 0.11

HAUTEUR NAPPE=
0.9M
HOOOQOUDT=0.6
CONDUCTIVITE=
0.11M/J
PLUVIOMETRIE=
0.018M/J
ECART. DRAINS=
5.5METRES

Valeur moyenne d'écartement : 6.00 m

TABLEAU DES ECARTEMENTS DES DRAINS

Tableau récapitulatif des écartements correspondant à une transmissité moyenne de 0.095 m / jour

HAUTEUR DE LA NAPPE H	PROFONDEUR DU DRAIN PAR RAPPORT AU SOL	ECARTEMENT DES DRAINS	
		Ø 10	Ø 100
m	m	m	m
0.5	3.00	4.6	4.10
0.7	3.20	5.1	4.5
0.9	3.40	6.0	5.2

L'écartement entre drains sera de 6 m pour les situer au milieu des allées séparant les rangées de caveaux.

A cet écartement, correspond une hauteur saturée, en régime permanent, de 0.9 m au toit de la nappe.

6.5 - PROFONDEUR DES DRAINS

La profondeur des drains sera en conséquence de 3.4 m par rapport au sol naturel pour laisser une zone ressuyée de 2.5 m.

La pose de drains à 3.40 m de profondeur ne peut être exécutée que par une machine tout à fait spéciale dont nous ne connaissons qu'un seul exemplaire dans la région.

Dans le cas où la zone ressuyée n'aurait pas pour plan de référence le terrain naturel mais une surface remaniée à une cote plus élevée résultant du régalage des terres extraites pour l'encaissement des voies augmenté de la hauteur des caveaux au dessus de ce niveau, l'ensemble étant évalué à 0.70 m = 0.40 m + 0.30 m, il sera utile pour le Maître de l'Ouvrage d'envisager de placer les drains à 2.7 m de profondeur du sol actuel, ce qui permettra d'utiliser une draineuse de conception plus classique et de diminuer le montant total des travaux.

.../...

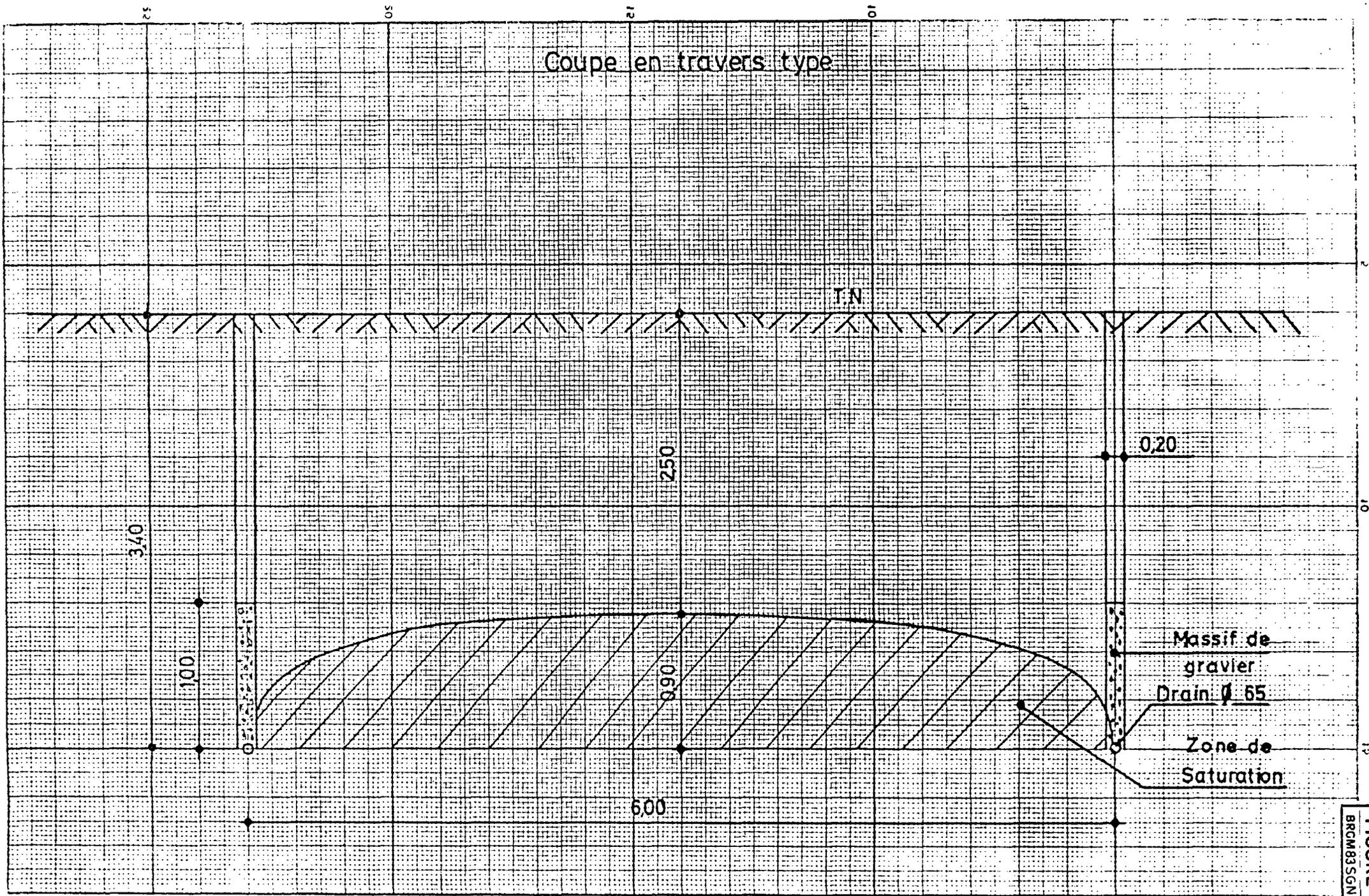


FIGURE 7
BRGM83SGN41A01

6.6 - MATERIAU FILTRANT DE REMBLAIEMENT DES TRANCHEES

Les tranchées seront remblayées, sur une hauteur de 1 m, de gravier destiné à annuler la perte de charge à l'entrée des drains et à "passer" les hétérogénéités stratigraphiques du sol.

Cette hauteur a été volontairement limitée à 1 m pour des raisons économiques bien qu'il aurait été souhaitable de la porter à 1.5 m à 2 m.

6.7 - COLLECTEURS

Les pièces de raccordement des drains sur les collecteurs nécessitent le plus souvent, une perte d'altitude équivalente au diamètre du collecteur (niveau fil d'eau du drain = niveau génératrice supérieure du collecteur + 1 ou 2 cm).

La profondeur des collecteurs devra donc être calculée pour obtenir cette disposition (sauf cas particuliers) à chaque raccordement.

D'autre part, on pourra être conduit à prévoir des pentes très faibles pour les collecteurs. Cette pente ne pourra en aucun cas être inférieure à 2 mm par mètre.

Le diamètre des collecteurs devra être calculé à chaque fois.

6.8 - DEBIT DES DRAINS ET DES COLLECTEURS

Formule générale

D'une façon générale, le calcul des collecteurs et des drains en plastique annelé se fera sur les tuyauteries pleines aux 3/4.

La diminution de débit par rapport à une conduite entièrement pleine est de l'ordre de 10 %.

La formule générale s'écrit :

$$Q = K S R^{2/3} I^{1/2}$$

K : coefficient de perte de charge

Valeurs adoptées du coefficient en fonction du diamètre des canalisations

Drains annelés	K
ø 50.....	45
ø 60.....	45
ø 80.....	70
ø 100.....	70
ø 125.....	70
ø 160.....	70
ø 200.....	70

S : section de la conduite

$$S = \frac{D^2}{4}$$

I : pente de la conduite en m/m

R : rayon hydraulique

$$R = \frac{A}{B}$$

A : section mouillée en m²

B : périmètre mouillé en m

Tous calculs faits, on aboutit pour les collecteurs à la formule :

$$Q = 1.989 D^{8/3} I^{1/2} 10^{-4}$$

Q = en litres par seconde

.../...

Connaissant la superficie drainée d'une parcelle et son débit spécifique qc, nous avons le débit Q

$$Q = S \times qc$$

d'où

$$S \times qc = 1.989 D^{8/3} I^{1/2} 10^{-4}$$

$$D^{8/3} = \frac{S \times qc}{1.989 \cdot 10^{-4} \cdot I^{1/2}}$$

$$D = \frac{(S \times qc)^{0.375}}{0.0409 \times I^{0.1875}}$$

D : diamètre du collecteur en mm

Valeur de qc à prendre en compte (l/s/ha)

On admettra que l'on se situe en régime permanent pour une pluviométrie de 1 jour en périodicité centennale.

Le coefficient C1 sera égal à 0.31.

$$qc : I_0 \times C_1 \times 116$$

I₀ : pluviométrie

$$qc = 0.074 \times 0.31 \times 116 = 2.66 \text{ l/s/ha}$$

Longueur maximum des drains

Pour des drains ø 50, le débit Q sera égal à Q : 6.74 I^{1/2}

Pour des drains ø 65, le débit Q sera égal à Q : 10.94 I^{1/2}

Par ailleurs, la longueur L du drain est fonction du rapport du débit total sur le débit spécifique du drain au mètre linéaire.

$$L : \frac{Q}{q}$$

en remplaçant q par qc

$$L = \frac{10\ 000 \cdot Q}{E \times qc}$$

Soit : pour les drains de 50

$$L : \frac{67\ 400 \cdot I^{1/2}}{E \times qc}$$

pour les drains de 65

$$L : \frac{109\ 400 \cdot I^{1/2}}{E \times qc}$$

qc : débit spécifique en l/s/ha

E : écartement des drains

I : pente du drain en m/m

L : longueur en mètre du drain

Dans tous les cas, les longueurs de drain posées seront largement inférieures à la valeur limite qui est de 216 m pour une pente de 1 mm par mètre.

6.9 - EXUTOIRES DES EAUX DE DRAINAGE

Toutes les eaux de drainage des zones I - II - III - doivent aboutir en un point unique (A) situé à l'entrée du chemin de Salié afin qu'elles soient stérilisées avant le rejet dans les Egoûts de la Ville.

Sur le plan au 1/5000 joint, nous avons figuré pour chaque zone les points d'arrivée des eaux de drainage résultant de son écoulement gravitaire dans les conduites (figure 6).

La collecte de ces différents points sera réalisée de la façon suivante :

Zone I : une conduite gravitaire \emptyset 300 en béton permettra de recueillir les eaux du point bas situé en B

Cette conduite sera située le long de la limite Ouest de la Zone I et sera construite de A à B

Zone II: comme dans la zone I, la topographie du terrain conduit à 2 points d'exutoire. Ceux-ci pourront économiquement être repris dans les collecteurs existants de la zone I qui ont été dimensionnés pour transiter leur débit.

Ainsi, les débits en C arriveront en A tandis que les débits en D arriveront en B puis en A.

Zone III: La topographie de cette zone permettra de recueillir les eaux en un point unique (E). Cependant, la cote d'arrivée (233.30) est telle qu'il sera nécessaire de prévoir une station de relèvement des eaux pour arriver au point B (237.00). Le débit en périodicité décennale se situera aux environs de 40 m³/h et sera assuré par 2 pompes dont une en secours qui exceptionnellement pourra fonctionner en série ce qui portera le débit 80 m³/h. Une conduite de refoulement en PVC rigide \emptyset 100 mm raccordera le point E au point B, l'écoulement se faisant ensuite gravitairement.

7 - CONCLUSIONS

ESTIMATION DES DEPENSES

Estimation

Compte tenu de la possibilité de poser des drains à la machine jusqu'à une profondeur de 3.40 m, possibilité qui n'est envisageable qu'à l'aide d'une machine spéciale et très récente, notre évaluation n'a été faite que dans cette éventualité. Il est bien évident (comme nous l'avons déjà indiqué) que la nécessité de remanier le sol naturel pour les terrassements de la voirie peut permettre de profiter de ces terrassements pour exécuter le drainage à une profondeur inférieure tout en conservant les conditions souhaitées pour le rabattement de la nappe que nous rappelons :

- profondeur des drains : 0.90 m en dessous du niveau souhaité de rabattement soit 2.50 m de profondeur utile pour les caveaux

Dans ce cas, une économie pourrait être réalisée.

Projet d'exécution

Un Projet d'Exécution de drainage devra donc être soigneusement étudié en liaison avec le Projet de Voirie permettant d'optimiser les profondeurs et les diamètres en chaque point.

On devra aussi rechercher les pentes maximales permettant d'éviter le colmatage des drains.

Implantation

Il n'échappera pas à un Technicien averti, qu'un projet aussi "serré" nécessitera une implantation extrêmement précise tant en plan qu'en niveau.

Il serait souhaitable qu'une telle implantation soit faite par un Géomètre Expert donnant ainsi l'assurance que les drains seront bien situés à la profondeur voulue et dans l'axe des voies.

8 - ESTIMATION DES
DEPENSES

A.P.S.

DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX

TRANCHE I

Profondeur des drains = 3.40 m par rapport au TN

	QUANTITES	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAUX
1 - Fourniture et pose de drain \varnothing 65 en PVC annelé perforé jusqu'à une profondeur de 1.2 m			
le ml de drain \varnothing 65.....	6 400	5.00 F	32 000.00 F
2 - Fourniture et pose de collecteur en PVC annelé perforé jusqu'à une profondeur de 1.2 m			
\varnothing 80	310	10.00 F	3 100.00 F
\varnothing 100.....	190	12.00 F	2 280.00 F
\varnothing 125.....		18.00 F	
\varnothing 160.....	390	20.00 F	7 800.00 F
\varnothing 200.....	130	25.00 F	3 250.00 F
3 - Plus value aux prix précédents pour surprofondeur par tranche de 0.8 m			
de 1.2 m à 2.0 m.....le ml	7 420	1.00 F	7 420.00 F
de 2.0 m à 2.8 m.....le ml	7 420	4.00 F	29 680.00 F
de 2.8 m à 3.6 m.....le ml	7 420	6.00 F	44 520.00 F
4 - Fourniture et pose de clips de branchement sur le collecteur y compris le coude, le dégagement et la remise en état			
Jusqu'à 1.2 m.....1'unité		10.00 F	
de 1,2 m à 2.2 m.....1'unité		20.00 F	
de 2.2 m à 3.2 m.....1'unité		80.00 F	
de 3.2 m à 4.2 m.....1'unité	153	100.00 F	15 300.00 F
5 - Fourniture d'ouvrages spéciaux en béton moulé sur place consistant en un petit regard borgne d'environ 0.30 m sur 0.30 m moulé sur des tuyaux en béton existant et branchement du collecteur incident sur ce regard par un orifice latéral muni d'une collerette de jonction soit en plastique soit en mortier de béton. Une petite dalle en béton armé servira de couvercle amovible. Mise en place et calage de ce dispositif			
le m3 de béton.....	8	900.00 F	7 200.00 F
6 - Plus value au prix n° 1 pour la fourniture et la mise en place dans la tranchée au-dessus du drain d'un massif de gravier 3/10 sur une hauteur minimum de 1 m			
le ml.....	6 400	16.00 F	102 400.00 F

	QUANTITES	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAUX
7 - Creusement d'une tranchée pour pose d'une conduite gravitaire en béton Ø 300 le ml jusqu'à une profondeur de 3.8 m.....	210	100.00 F	21 000.00 F
8 - Fourniture et pose d'une conduite en béton 90 B Ø 300 jusqu'à une profondeur de 3.8 m le ml Ø 300.....	210	130.00 F	27 300.00 F
9 - Construction de regard d'un diamètre de 1 m en béton d'une hauteur de 3.0 m à 3.8 m y compris couverture et toutes sujétions l'unité.....	5	3000.00 F	15 000.00 F
		TOTAL.....	<u>318 250.00 F</u>

DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX

TRANCHE II

Profondeur des drains = 3.40 m par rapport au TN

	QUANTITES	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAUX
1 - Fourniture et pose de drain \varnothing 65 en PVC annelé perforé jusqu'à une profondeur de 1.2 m			
le ml de drain \varnothing 65.....	5 000	5.00 F	25 000.00 F
2 - Fourniture et pose de collecteur en PVC annelé perforé jusqu'à une profondeur de 1.2 m			
\varnothing 80	400	10.00 F	4 000.00 F
\varnothing 100.....	260	12.00 F	3 120.00 F
\varnothing 125.....	130	18.00 F	2 430.00 F
\varnothing 160.....		20.00 F	
\varnothing 200.....		25.00 F	
3 - Plus value aux prix précédents pour surprofondeur par tranche de 0.8 m			
de 1.2 m à 2.0 m.....le ml	5 790	1.00 F	5 790.00 F
de 2.0 m à 2.8 m.....le ml	5 790	4.00 F	23 160.00 F
de 2.8 m à 3.6 m.....le ml	5 790	6.00 F	34 740.00 F
4 - Fourniture et pose de clips de branchement sur le collecteur y compris le coude, le dégagement et la remise en état			
Jusqu'à 1.2 m.....l'unité		10.00 F	
de 1.2 m à 2.2 m.....l'unité		20.00 F	
de 2.2 m à 3.2 m.....l'unité		80.00 F	
de 3.2 m à 4.2 m.....l'unité	120	100.00 F	12 000.00 F
5 - Fourniture d'ouvrages spéciaux en béton moulé sur place consistant en un petit regard borgne d'environ 0.30 m sur 0.30 m moulé sur des tuyaux en béton existant et branchement du collecteur incident sur ce regard par un orifice latéral muni d'une collerette de jonction soit en plastique soit en mortier de béton. Une petite dalle en béton armé servira de couvercle amovible. Mise en place et calage de ce dispositif			
le m3 de béton.....	5	900.00 F	4 500.00 F
6 - Plus value au prix n° 1 pour la fourniture et la mise en place dans la tranchée au-dessus du drain d'un massif de gravier 3/10 sur une hauteur minimum de 1 m			
le ml.....	5 000	16.00 F	80 000.00 F

DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX

TRANCHE III

Profondeur des drains = 3.40 m par rapport au TN

	QUANTITES	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAUX
1 - Fourniture et pose de drain \varnothing 65 en PVC annelé perforé jusqu'à une profondeur de 1.2 m			
le ml de drain \varnothing 65.....	6 050	5.00 F	30 250.00 F
2 - Fourniture et pose de collecteur en PVC annelé perforé jusqu'à une profondeur de 1.2 m			
\varnothing 80	500	10.00 F	5 000.00 F
\varnothing 100.....	300	12.00 F	3 600.00 F
\varnothing 125.....	190	18.00 F	3 420.00 F
\varnothing 160.....	130	20.00 F	2 600.00 F
\varnothing 200.....		25.00 F	
3 - Plus value aux prix précédents pour surprofondeur par tranche de 0.8 m			
de 1.2 m à 2.0 m.....le ml	7 170	1.00 F	7 170.00 F
de 2.0 m à 2.8 m.....le ml	7 170	4.00 F	28 680.00 F
de 2.8 m à 3.6 m.....le ml	7 170	6.00 F	43 020.00 F
4 - Fourniture et pose de clips de branchement sur le collecteur y compris le coude, le dégagement et la remise en état			
Jusqu'à 1.2 m.....1'unité		10.00 F	
de 1.2 m à 2.2 m.....1'unité		20.00 F	
de 2.2 m à 3.2 m.....1'unité		80.00 F	
de 3.2 m à 4.2 m.....1'unité	145	100.00 F	14 500.00 F
5 - Fourniture d'ouvrages spéciaux en béton moulé sur place consistant en un petit regard borgne d'environ 0.30 m sur 0.30 m moulé sur des tuyaux en béton existant et branchement du collecteur incident sur ce regard par un orifice latéral muni d'une collerette de jonction soit en plastique soit en mortier de béton. Une petite dalle en béton armé servira de couvercle amovible. Mise en place et calage de ce dispositif			
le m3 de béton.....	7	900.00 F	6 300.00 F
6 - Plus value au prix n° 1 pour la fourniture et la mise en place dans la tranchée au-dessus du drain d'un massif de gravier 3/10 sur une hauteur minimum de 1 m			
le ml.....	6 050	16.00 F	96 800.00 F

	QUANTITES	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAUX
7 - Creusement d'une tranchée pour pose d'une conduite gravitaire en béton Ø 300 le ml jusqu'à une profondeur de 3.8 m.....	/	100.00 F	
8 - Fourniture et pose d'une conduite en béton 90 B Ø 300 jusqu'à une profondeur de 3.8 m le ml Ø 300.....	/	130.00 F	
9 - Construction de regard d'un diamètre de 1 m en béton d'une hauteur de 3.0 m à 3.8 m y compris couverture et toutes sujétions l'unité.....	/	3000.00 F	
10 - Fourniture et pose d'un poste de relevage composé de : - 1 regard circulaire en béton Ø 1.6 m d'une profondeur de 3 m environ entièrement équipé - 2 pompes immergées type eaux usées à déclenchement automatique dont 1 en secours d'un débit de 40 m ³ /h chacune à 10 m de hauteur environ avec tube de guidage, pied d'assise, etc... - 1 armoire électrique avec régulation des groupes - le câble d'amenée de l'énergie électrique l'ensemble HT.....	1	62 000.00 F	62 000.00 F
11 - Fourniture et pose en tranchée d'une conduite en PVC rigide série 10 bars d'un diamètre de 98.8/110 mm de refoulement depuis la station de relevage jusqu'à la conduite gravitaire en béton Ø 300 le ml.....	240	50.00 F	12 000.00 F
		TOTAL H.T.....	315 340.00 F =====

DEVIS PREVISIONNEL DES TRAVAUX

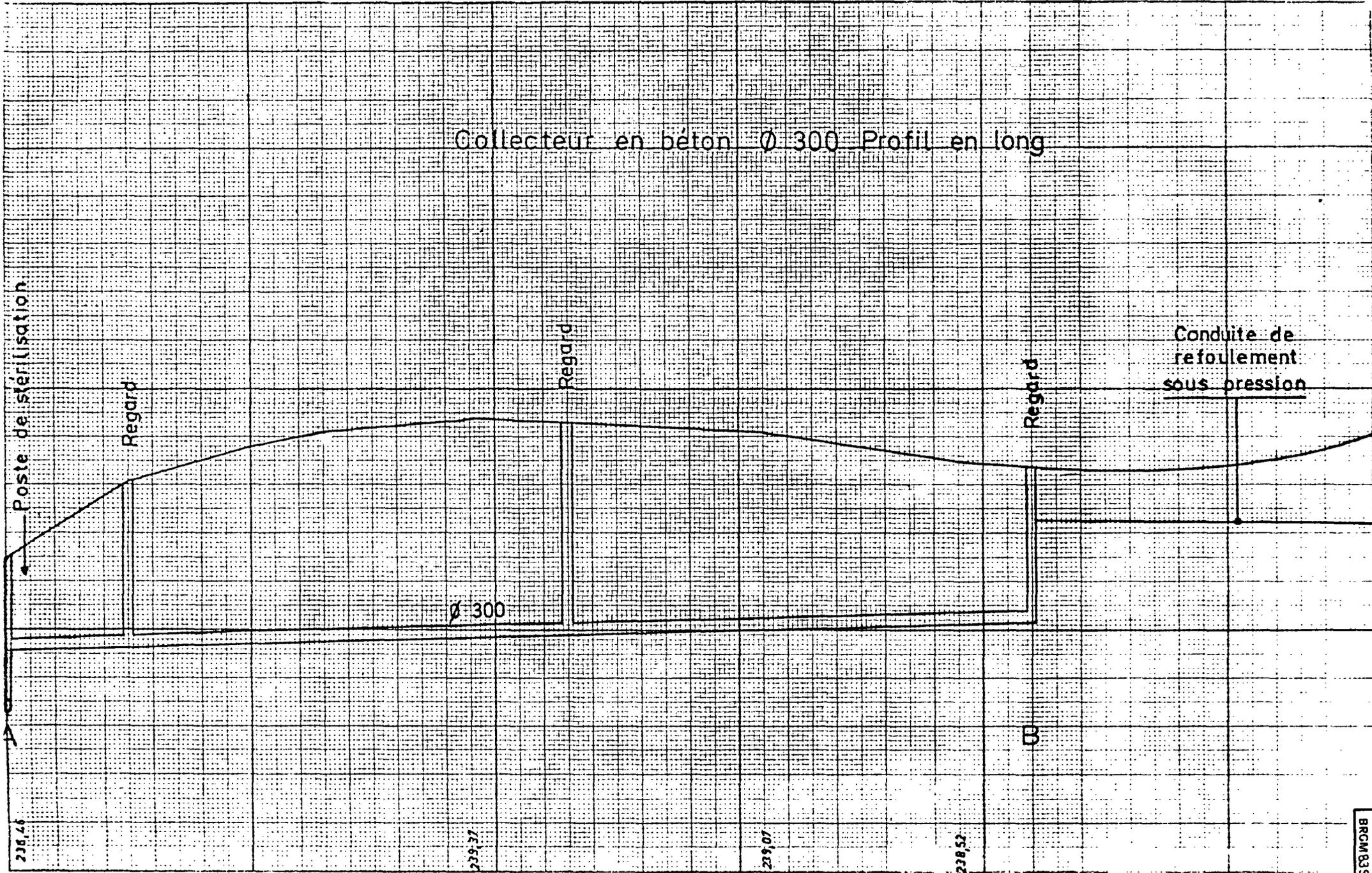
RECAPITULATIF

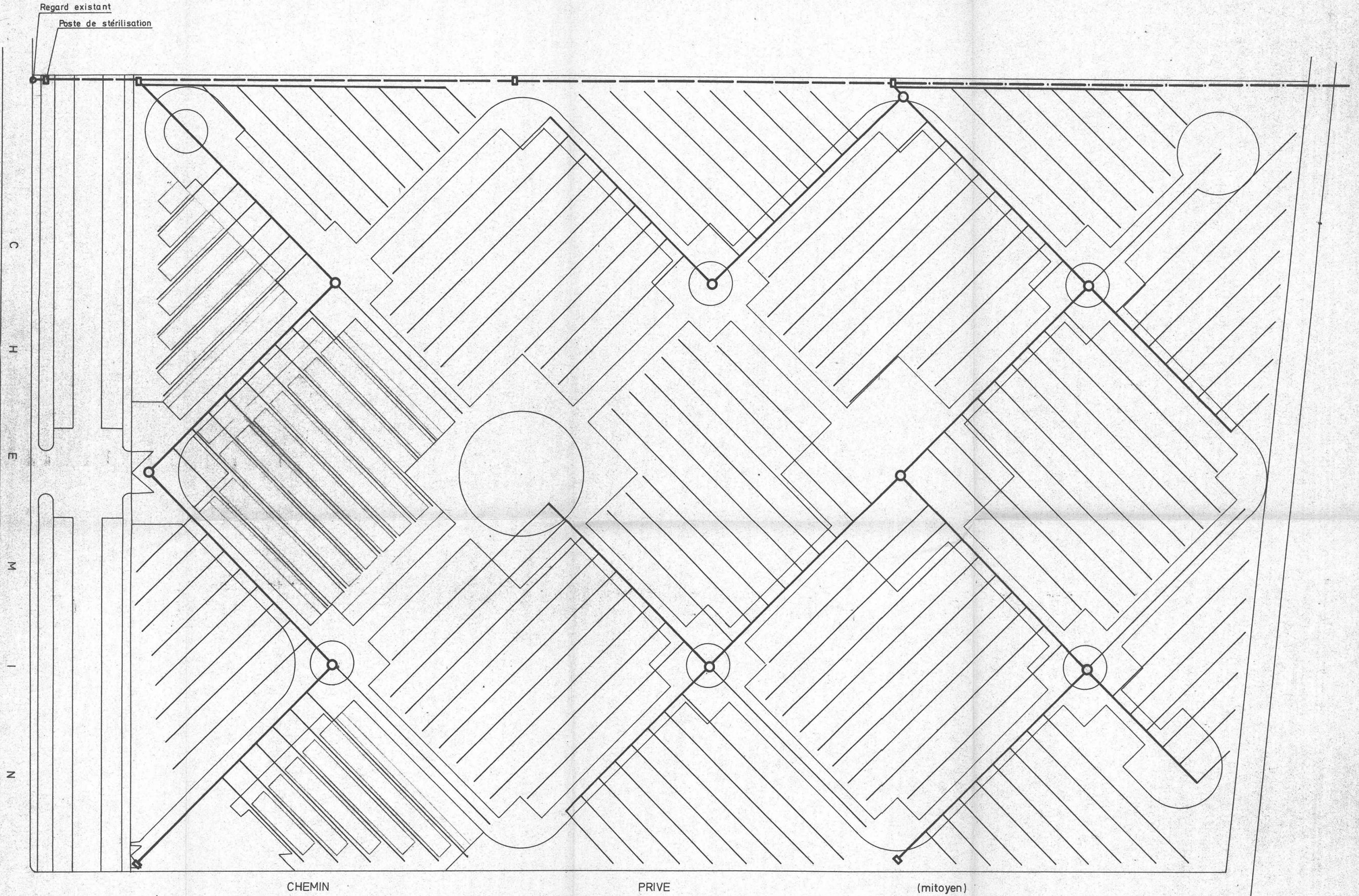
CIMETIERE DU PONT LONG

A.P.S.

ESTIMATION DES DEPENSESRECAPITULATION

	<u>TOTAL H.T.</u>	<u>TVA</u>	<u>TOTAL T.T.C.</u>
ZONE I.....	318 250.00 F	59 194.50 F	377 444.50 F
ZONE II.....	194 750.00 F	36 223.50 F	230 973.50 F
ZONE III.....	315 340.00 F	58 653.24 F	373 993.24 F
<hr/>			
TOTAL GENERAL DES TRAVAUX.....	828 340.00 F	154 071.24 F	982 411.24 F
Prévisions pour			
IMPLANTATIONS.....	40 000.00 F	7 440.00 F	47 440.00 F
ETUDE DU PROJET.....	25 000.00 F	4 650.00 F	29 650.00 F
ACTUALISATION ET IMPREVUS (15%)...	124 660.00 F	23 186.76 F	147 846.76 F
<hr/>			
ESTIMATION TOTALE.....	1 018 000.00 F	189 348.00 F	1 207 348.00 F
	=====	=====	=====





- | | | | |
|--|-------------|--|------------------------------------|
| | Ø 300 béton | | Regard de visite et de branchement |
| | Collecteurs | | Boite de branchement |
| | Drain Ø 65 | | Conduite de refoulement Ø 100 |