

# Morocco WPM Watershed Protection and Management Task Order No. 814 under the BIOFOR IQC

Contract No. LAG-I-00-99-00014-00

---

## CHANTIER: STATION D'EPURATION DES DOUARS OULAD MIMOUN, EL BREIJ ET SOUALEM A AGADIR PRESTATION: ETUDE GEOTECHNIQUE DOCUMENT

*Geotechnical study. Wastewater treatment plant for the villages of Oulad Mimoun, Briej  
and Soualem, Region of Agadir*

Submitted to:  
U.S. Agency for International Development  
Submitted by:  
Chemonics International Inc.



October 1, 2003

---



This publication was made possible through support provided by the U.S. Agency for International Development, under the terms of Award No. LAG-I-00-99-00014-00. The opinions expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the U.S. Agency for International Development.

**WPM/USAID**

**CHANTIER : STATION D'EPURATION  
DES DOUARS OULAD MIMOUN, EL BREIJ  
ET SOUALEM A AGADIR**

**PRESTATION : ETUDE GEOTECHNIQUE**

**DOCUMENT : RAPPORT**

Date, 01 OCTOBRE 2003

## **I. PREAMBULE :**

Dans le cadre de l'étude du projet de l'assainissement liquide au niveau des douars Oulad Mimoun, El Breij et Soualem, dans la région d'Agadir, l'**USAID** a demandé au Laboratoire de Contrôle des matériaux et du sol **LCMS** de procéder à l'étude géotechnique au niveau du site réservé à la station d'épuration.

L'objet de cette étude est de donner les points suivants :

- ❑ **La reconnaissance géotechnique au niveau de la station d'épuration,**
- ❑ **Les essais de laboratoire,**
- ❑ **Le sol d'assise de la station d'épuration,**
- ❑ **Le niveau de calage des bassins,**
- ❑ **La réutilisation des matériaux de déblai en remblai,**
- ❑ **Les terrassements,**
- ❑ **Les conclusions et recommandations.**

Nous signalons que l'emplacement de la station d'épuration a été indiqué par le représentant de l'association des habitants des douars.

Enfin, nous signalons que le plan d'implantation et de situation a été fourni par le BET responsable de l'étude du projet.

## II. APERCU GEOLOGIQUE

La ville d'Agadir proprement dite se trouve dans la région de la plaine de Souss, mais si on prend la ville avec ses environs elle se trouve à cheval entre le domaine des affleurements crétacé du haut atlas occidental au Nord et celui des affleurements tertiaires et quaternaires de la plaine de Souss au sud.

Stratigraphiquement les séries les plus anciennes précambriennes n'affleurent pas et constituent donc le socle rigide, les séries paléozoïques y sont discordantes et forment avec ceux d'Essaouira et Safi un bassin côtier ouvert sur l'atlantique où vient se déposer les formations secondaires.

- Le trias de ce bassin est formé par un corps gréseux à silto-gréseux avec des marnes et une série salifère évaporitique surmontée par des silts, le tout est couronné par des coulées de basalte doléritique ;
- Le jurassique est constitué par une série où alternent les apports terrigènes (grès conglomérats) avec des dépôts marins : dolomite et marno-calcaire ;
- Pour le crétacé : la sédimentation est caractérisée surtout par des argiles à gypse et des bancs dolomitiques avec prédominance marneuse ;
- Le quaternaire qui est présent dans le sud et le Sud –Est d'Agadir est représenté par des formations détritiques continentales (alluvions, conglomérat, limons et croûtes calcaires) formant avec ceux de Tiznit et Taroudant, la plaine de Souss.

### **III. RECONNAISSANCE IN SITU :**

Le projet prévoit la construction d'une station d'épuration pour l'assainissement des douars en objet.

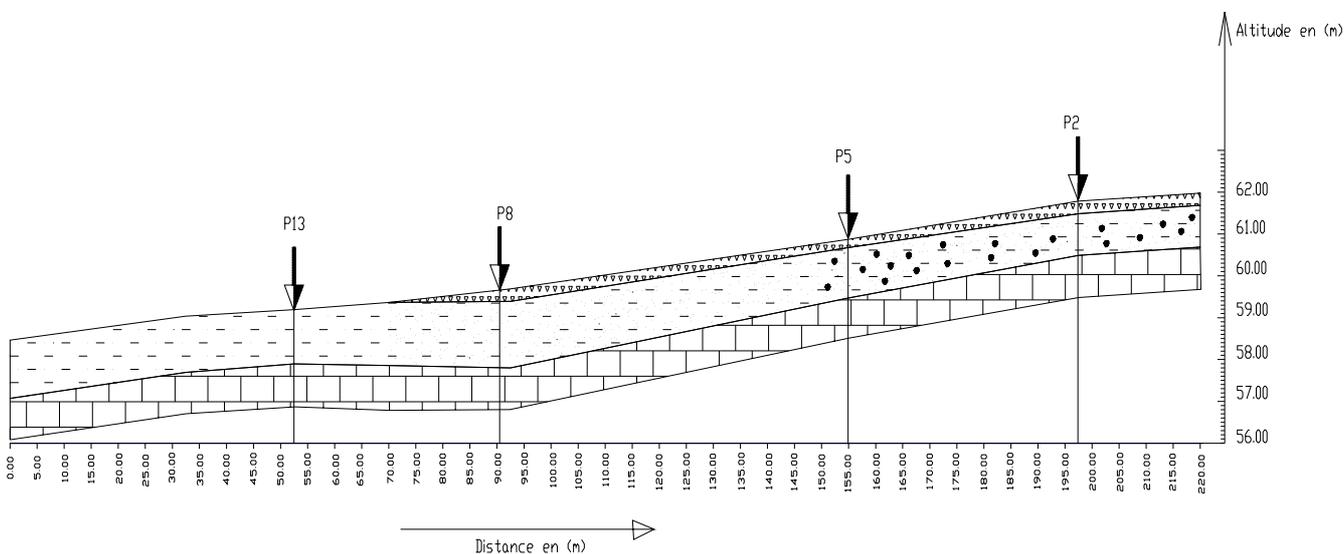
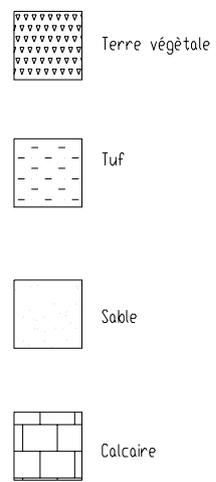
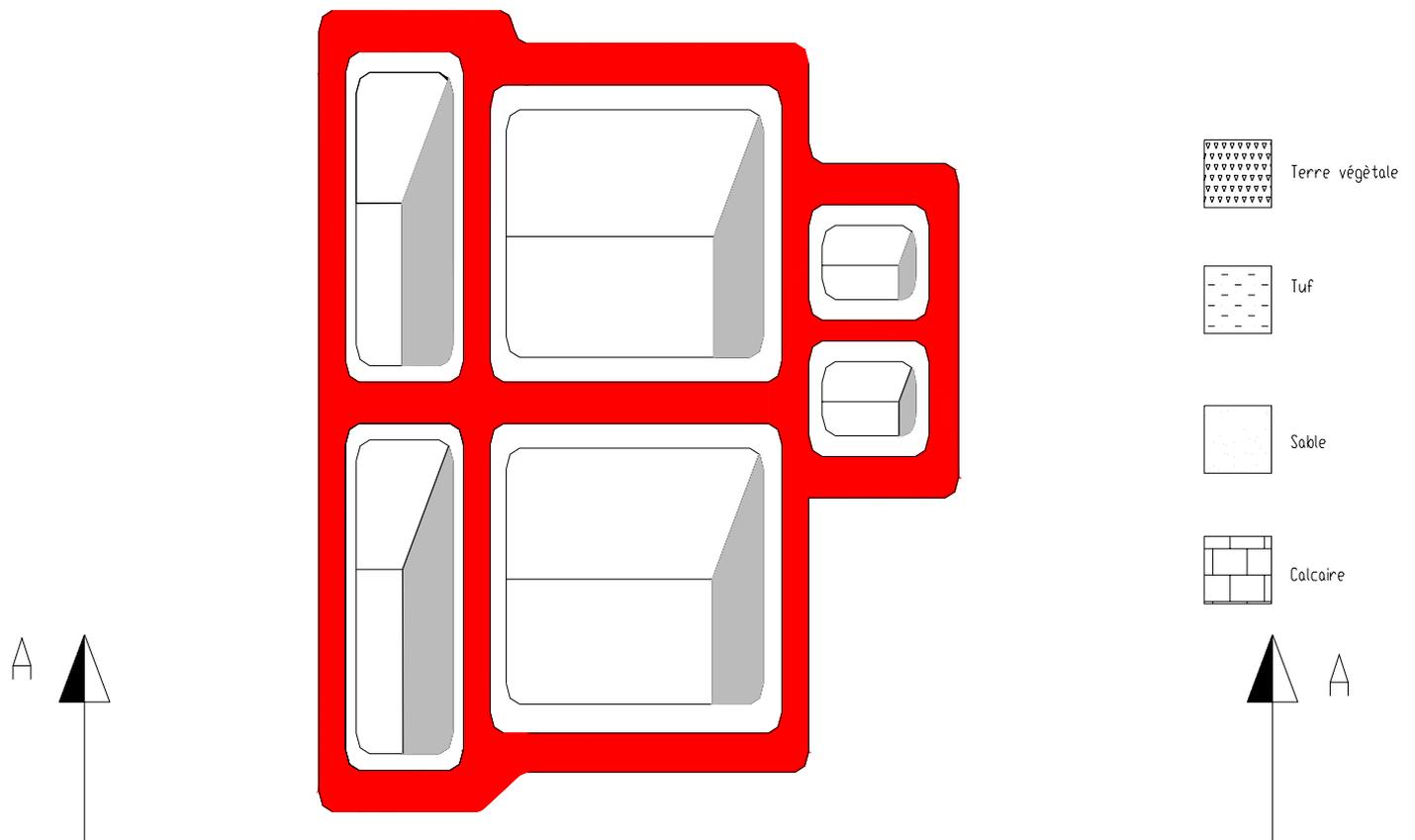
De point de vue topographique, Le terrain réservé pour la construction de la station projetée est en général plat (voir photo suivante).



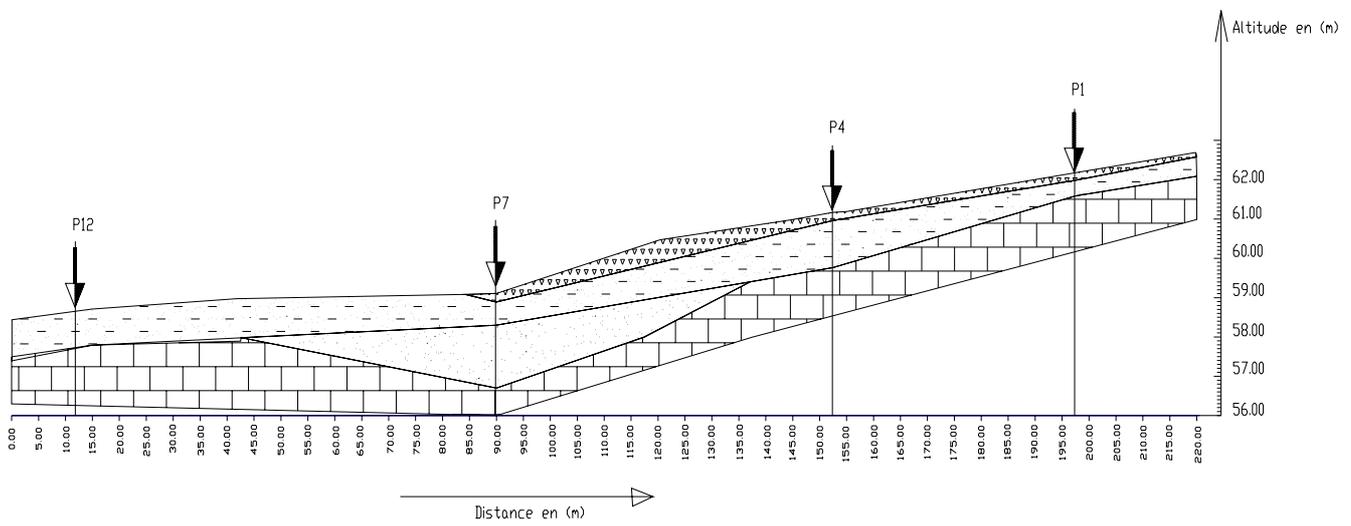
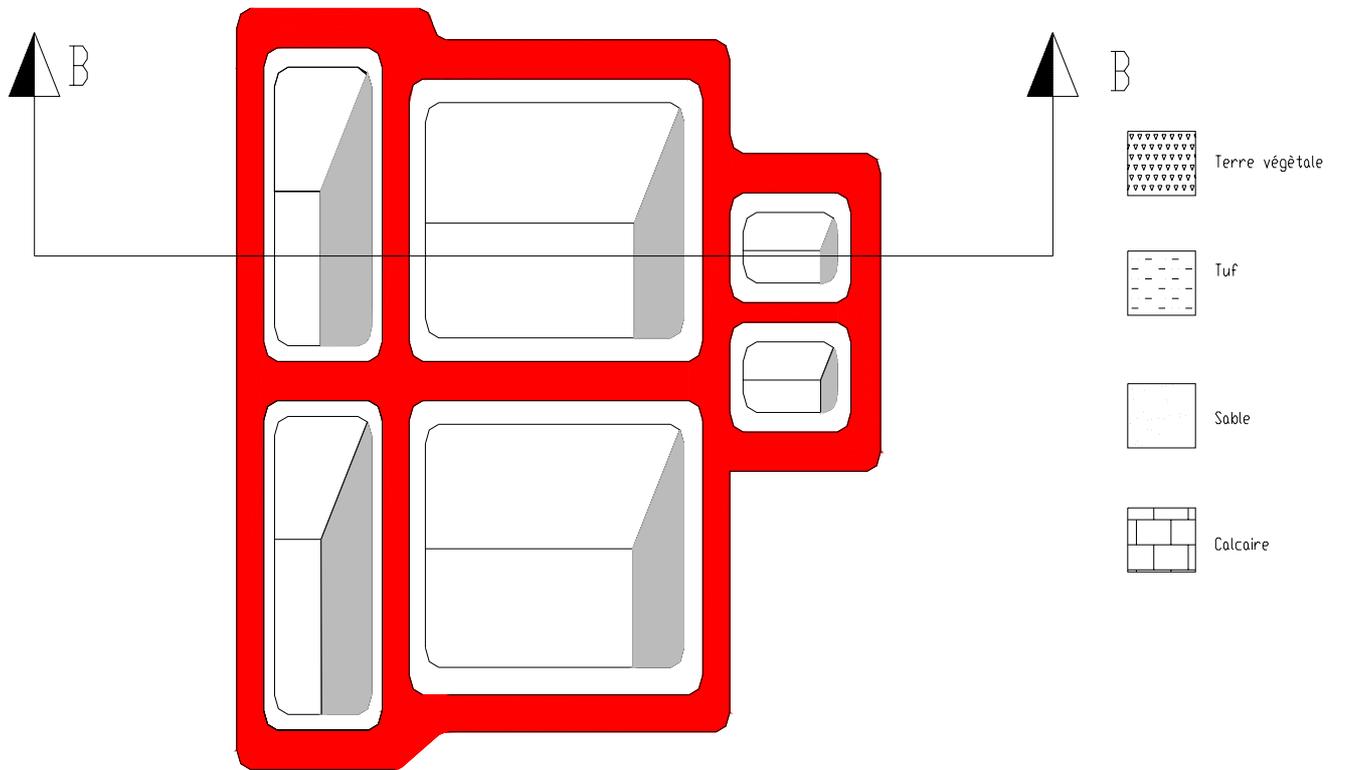
La reconnaissance in situ a été effectuée moyennant 15 puits manuels, dont l'implantation et les coupes correspondantes sont représentées dans les graphiques n°1 à 16 en annexe.

Ainsi, d'après les relevés au droit des puits réalisés qui nous ont permis d'établir les profils géotechniques schématiques des pages suivantes, on peut retenir que le terrain peut être divisé en deux zones distinctes (voir figure 1 en annexe) :

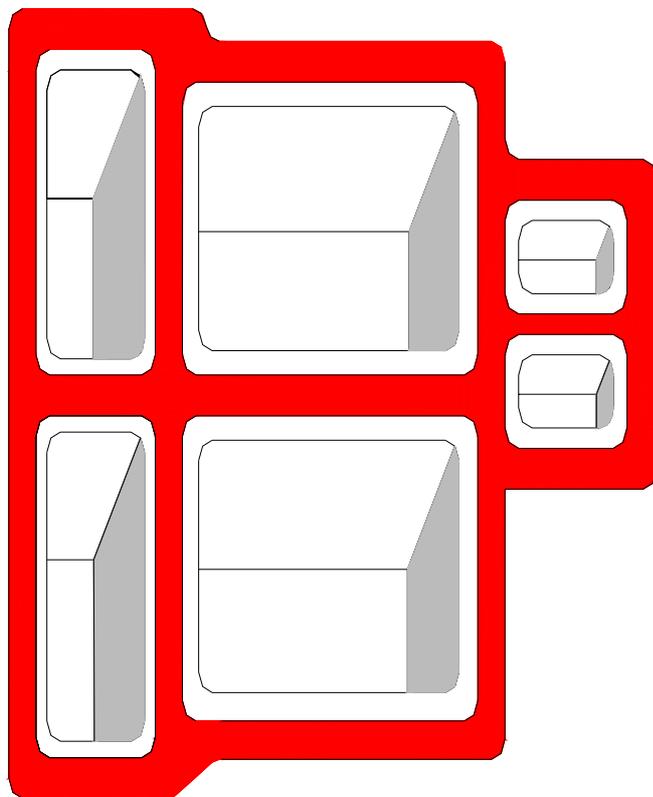
- **La zone 1** : elle une couverture en terre de 0.00 à 0.30 m d'épaisseur, reposant sur une couche de tuf sableux beige à nodules gréseux de 0.50 à 1.30 m d'épaisseur. L'ensemble repose sur une dalle calcaire dur.



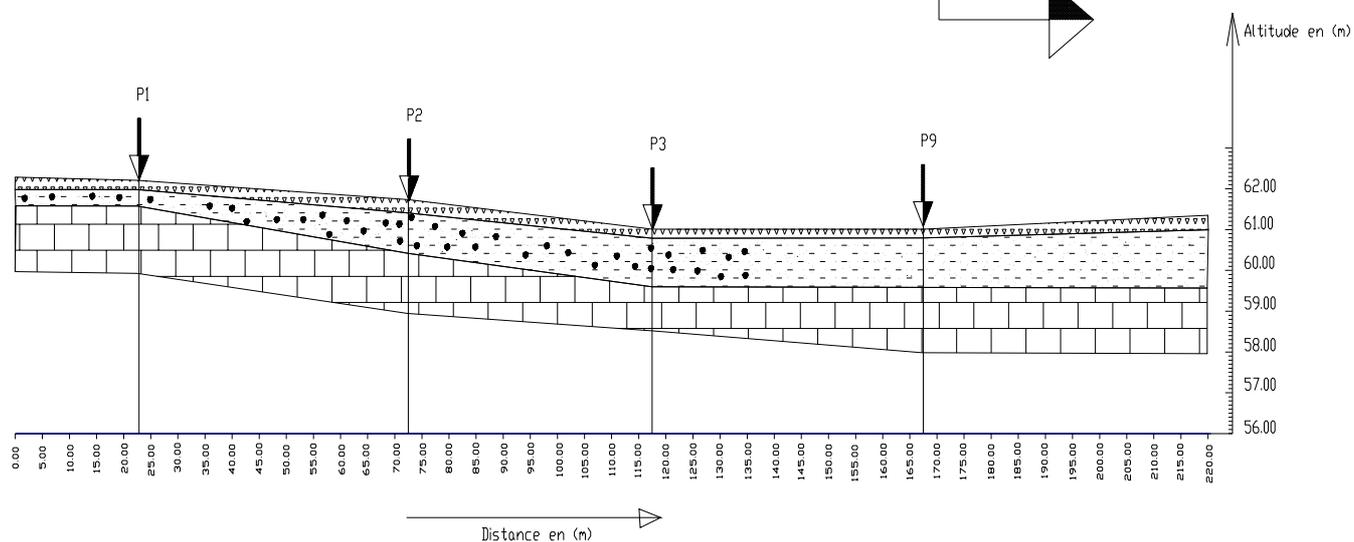
COUPE A - A



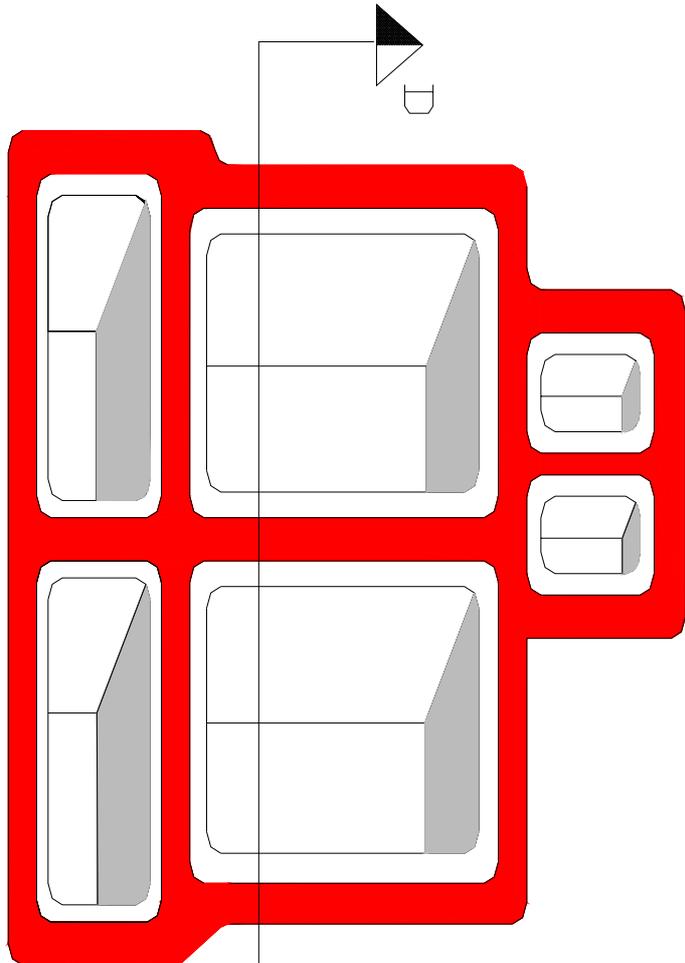
COUPE B - B



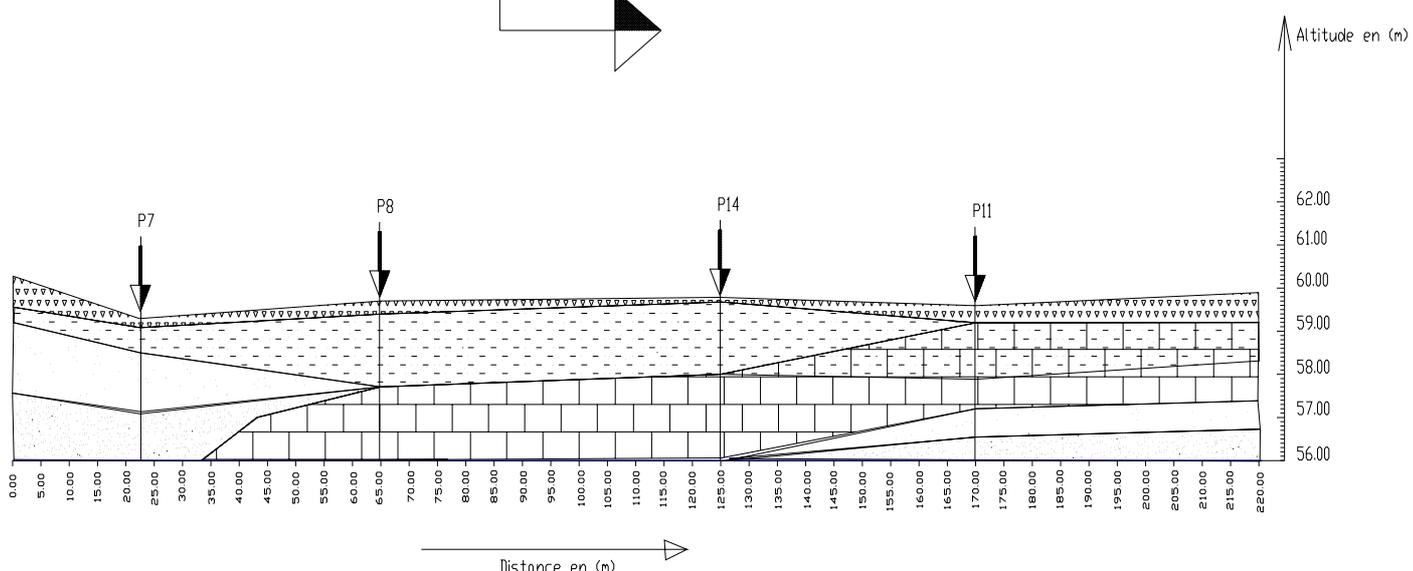
-  Terre végétale
-  Tuf
-  Sable
-  Calcaire



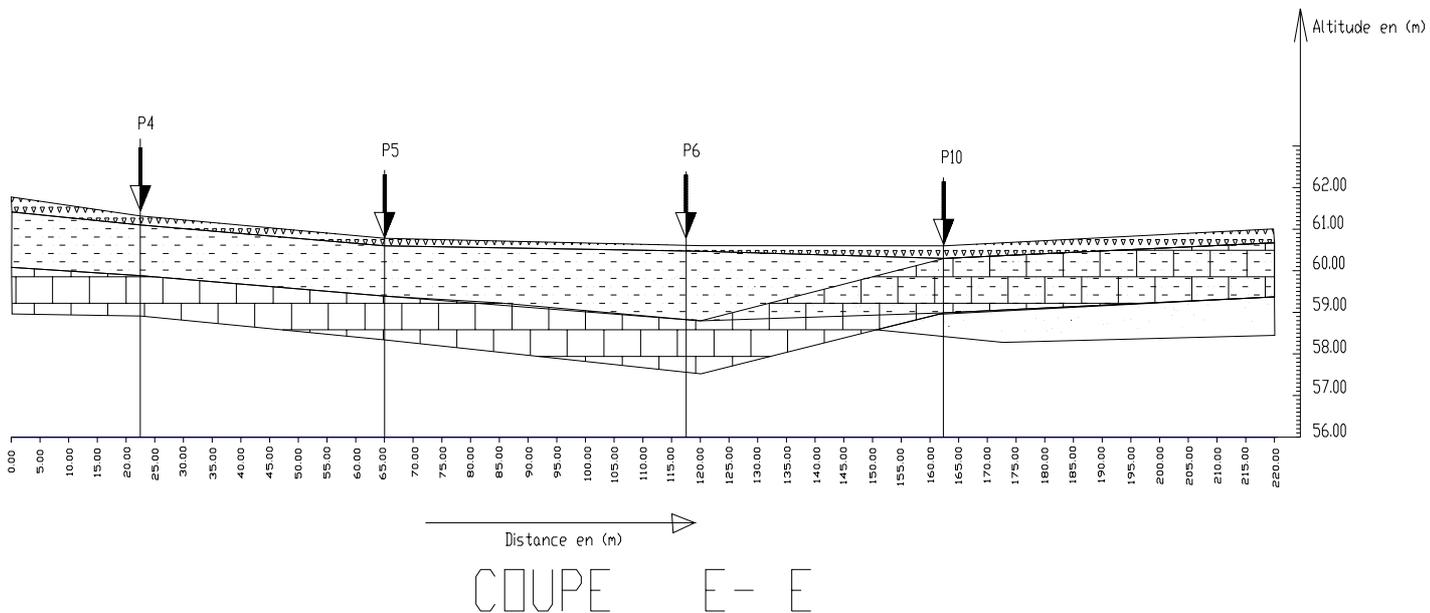
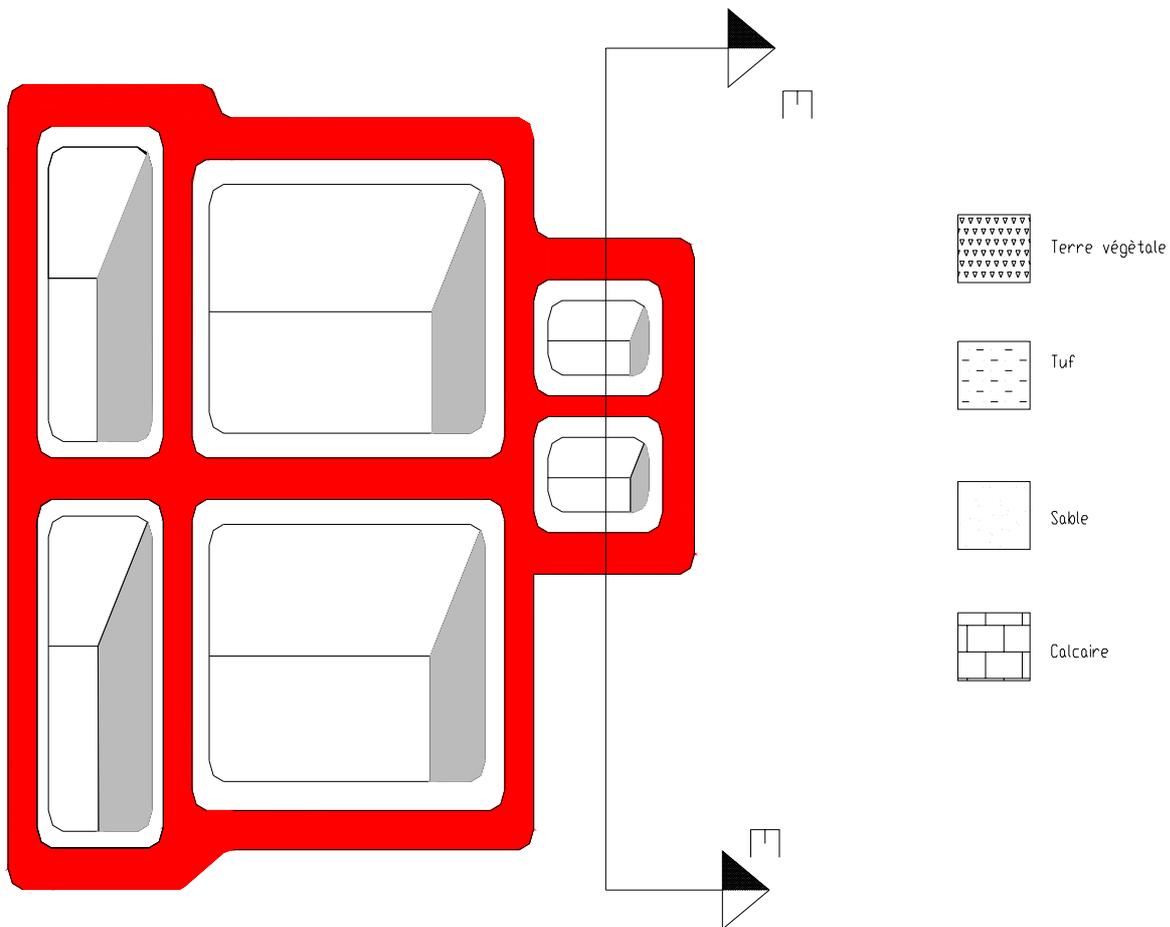
COUPE C - C



-  Terre végétale
-  Tuf
-  Sable
-  Calcaire



COUPE D - D



- **La zone 2** : elle une couverture en terre de 0.00 à 0.30 m d'épaisseur, reposant sur une couche de tuf sableux beige à nodules gréseux de 0.50 à 1.30 m d'épaisseur. Cette couche de tuf repose sur une couche de sable plus ou moins tuffacé et grésifié en profondeur d'épaisseur variable de 0.60 à 1.40m. L'ensemble repose sur une dalle calcaire dure en général. Au niveau des puits P7, P10 et P11, on s'est arrêté au niveau du sable grésifié très dur.

D'après les profils géotechniques, on peut retenir que de point de vue lithologique, le sol présente une variation latérale des couches. En effet, au niveau bas de la zone n°2 l'épaisseur des dépôts du tuf sableux et sable tuffacé est plus importante, elle diminue au niveau de la zone n°1.

Nous signalons qu'aucun niveau d'eau n'a été rencontré dans les puits lors de notre reconnaissance en août 2003.

Par ailleurs, on a effectué des essais d'infiltration au niveau du tuf sableux et du sable tuffacé.

Ces essais ont montré les résultats suivants :

Puits n°	profondeur	Nature du sol	Perméabilité (en m/s)
P4	1.00	Tuf Sableux	$1.07 \cdot 10^{-5}$
P12	2.00	Tuf calcaire	$1.25 \cdot 10^{-5}$
P8	1.50	Sable tuffacé	$2.05 \cdot 10^{-4}$

Ces essais montrent que la perméabilité est relativement importante et augmente en fonction de la fraction sableuse.

#### **IV. ESSAIS DE LABORATOIRE :**

Sur des échantillons du tuf sableux à sable tuffacée et du tuf calcaire, on a effectué des essais d'identification physique, et mécaniques, dont les résultats sont récapitulés et représentés dans le rapport d'essais en annexe.

##### ***1) Tuf sableux ou sable tuffacé:***

###### ***a- Identification :***

Ces matériaux ont une densité sèche moyenne de 1.55 à 1.71 t/m<sup>3</sup> et une teneur en eau en place faible de 1 à 4 %. L'analyse granulométrique réalisée sur ce matériau a révélé un pourcentage de passants au tamis 0,08 mm de 9 à 22 %, pour une fraction de sable de 41 à 86 % et le reste en éléments supérieur à 2mm.

La limite de liquidité et l'indice de plasticité sont non mesurables, ce qui confère à ce sol un caractère sable limoneux non plastique.

##### ***2) le tuf sableux calcaire:***

###### ***a- Identification :***

Ce tuf sableux a une densité sèche moyenne de 1.65 à 1.70 t/m<sup>3</sup> et une teneur en eau en place de 2 à 4 %. L'analyse granulométrique réalisée sur ce matériau a révélé un pourcentage de passants au tamis 0,08 mm de 14 à 17 %, pour une fraction de sable de 71 à 79 % et le reste en éléments supérieur à 2mm.

La limite de liquidité et l'indice de plasticité mesuré sont non mesurables, ce qui confère à ce sol un caractère d'un sable limoneux non plastique.

###### ***b- Essais mécaniques et rhéologiques :***

Sur des échantillons du tuf sableux, on a effectué des essais proctor qui ont donné les résultats suivants :

\* la densité maximale  $\gamma_{dmax} = 1.94$  à  $1.98 \text{ t/m}^3$ ,

\* La teneur en eau optimale  $W_{opt} = 11$  à  $12 \%$ .

On constate que ce matériau se comporte bien au compactage, et d'après les teneurs en eau en place, il nécessite un arrosage jusqu'à la teneur en eau optimal pour le compactage.

Sur les mêmes échantillons compactés à l'optimum proctor, on a effectué des essais de cisaillement consolidé lent, qui ont donné les résultats suivants :

❖ l'angle de frottement  $\phi'_{pic} = 23$  à  $30^\circ$ ,  $\phi'_{res} = 23$  à  $29^\circ$ ,

❖ la cohésion  $C'_{pic} = 1$  à  $2 \text{ kpa}$ ,  $C'_{rés} = 0 \text{ kpa}$ ,

Il s'agit donc d'un tuf sableux (sable légèrement limoneux d'après la classification LCPC) qui se comporte bien au compactage avec une densité optimale de l'ordre de  $1.95 \text{ t/m}^3$ .

#### **V. NIVEAU DE CALAGE DES BASSINS :**

Le projet prévoit la construction d'une station d'épuration par lagunage des eaux usées issues du réseau d'assainissement des douars Oulad Mimoun, El Breij et Soualem, dans la région d'Agadir.

La reconnaissance a été effectuée au moyen de 15 puits manuels, et a montré que le sol présente une variation latérale de l'épaisseur des couches. En effet, au niveau bas de la zone n°2 l'épaisseur des dépôts du tuf sableux et sable tuffacé est plus importante, elle diminue au niveau de la zone n°1.

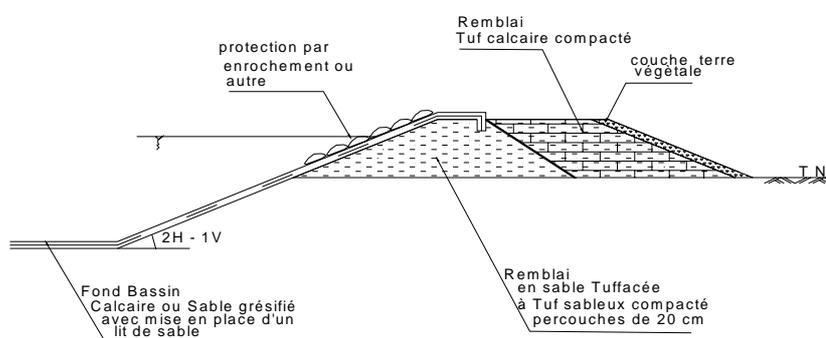
Ainsi, d'après les résultats de la reconnaissance et des essais de laboratoire effectués sur le tuf sableux et le sable tuffacé, nous proposons d'implanter les bassins de préférence au niveau de la zone n°2.

En effet, dans cette zone l'épaisseur de la couche des terrains meubles est importante, et les bassins peuvent être calés au niveau du tuf sableux et sable tuffacé, avec la dalle calcaire comme fond des bassins à des profondeurs qui peuvent aller jusqu'à 2.00 à 2.5 m par rapport au terrain naturel.

Au niveau de la zone où sont implantés les puits P1, P2 P3 P4 et P5 où la couche du sol meuble est de faible épaisseur, nous conseillons d'implanter les bassins de faible profondeur de l'ordre du mètre.

Par ailleurs, une recherche des zones d'emprunt d'argile a permis de montrer que les zones d'emprunt potentielles sont situées à plus de 50 km du site du projet; et elles sont constituées de faibles réserves de limon argileux sableux.

En plus, et vu d'une part la nature du tuf et sable tuffacé de perméabilité importante, d'autre part la présence d'un substratum de calcaire en général fissuré ou de sable grésifié, nous proposons de concevoir les bassins comme indiqué dans le schéma suivant, moyennant un dispositif d'étanchéité en géomembrane :



En plus, nous recommandons ce qui suit :

- ◆ la stabilité de la digue sera assurée moyennant une pente de 2H pour 1v,
- ◆ le dispositif d'étanchéité doit prendre en compte la présence d'éléments grésifié pointus qui peuvent perforer la géomembrane, pour cela une couche de protection contre le poinçonnement sera nécessaire,
- ◆ la zone de batillage des eaux doit être protégée par enrochement ou autre contre les variations des températures,
- ◆ Un ancrage du dispositif d'étanchéité reste indispensable pour éviter tout risque de glissement de ce dernier,
- ◆ l'épaisseur de la géomembrane, et le dispositif de mise en place qui joueront le rôle d'étanchéité doivent être vérifiés en fonction de la perméabilité et des pertes d'eau acceptables,
- ◆ la protection mécanique contre l'érosion est à prévoir du côté extérieur de la digue au moyen d'une couche de terre végétale mise en place au moment de la remonté de la digue et compacté par dame sauteuse
- ◆ l'angle de 30° des talus du terrain naturel est à prendre en considération afin d'assurer la stabilité de ces derniers,
- ◆ Le tuf sableux peu être utilisé au niveau des digues des bassins du côté aval, à cause de la sensibilité de ce matériau à l'eau.

## **VI. TERRASSEMENTS :**

Vu la nature meuble du terrain en surface (le tuf sableux à sable tuffacé et le tuf calcaire) les travaux de terrassement peuvent être effectués avec des moyens mécaniques de type pelle mécanique et Ripper.

La terre végétale doit être décapée et stockée pour l'utiliser comme protection du côté extérieur.

Le tuf sableux à sable tuffacé et le tuf calcaire doivent être décapés et stockés séparément, pour cela les terrassements doivent être effectués par couches de 20 à 30 cm.

## **VII. CONCLUSIONS – RECOMMANDATIONS**

Le projet prévoit la construction d'une station d'épuration par lagunage des eaux usées issues du réseau d'assainissement des douars Oulad Mimoun, El Breij et Soualem, dans la région d'Agadir.

La reconnaissance a été effectuée au moyen de 15 puits manuels, et a montré que le sol présente une variation latérale de l'épaisseur des couches. En effet, au niveau bas de la zone n°2 l'épaisseur des dépôts du tuf sableux et sable tuffacé est plus importante, elle diminue au niveau de la zone n°1.

Ainsi, d'après les résultats de la reconnaissance et des essais de laboratoire effectués sur le tuf sableux et le sable tuffacé, nous proposons d'implanter les bassins de préférence au niveau de la zone n°2, et de mettre en place un dispositif d'étanchéité par géomembrane à cause de l'éloignement des zones d'emprunt d'argile.

Les détails et recommandations de mise en place, de protection et des terrassements sont détaillés dans les paragraphes V et VI.

***Enfin, nous restons à la disposition du client pour tout complément d'information ou suggestion.***

***FIN DU TEXTE***

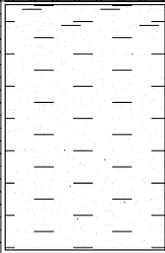
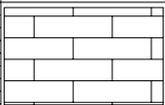
**LE DIRECTEUR DU LCMS**

**HASSAN AKENKOU**

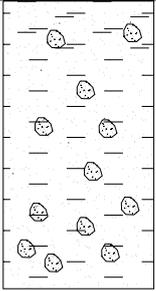
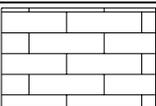
## **ANNEXE**

### **IMPLANTATION ET COUPES DES PUIITS ESSAIS DE LABORATOIRE**



		L C M S		COUPES LITHOLOGIQUES						
		Dossier n° : 03.01.01.01.058		Puits Manuel						
		Puits : P2		FIGURE N° : 2						
CHANTIER : STATION D'EPURATION DU DOUAR EL BREIJ										
Observations :				Date du : 13/09/2003		Niveau d'eau dans le forage :				
				AU :		Niveau de la nappe :				
Profondeur	Coupe	Description des formations	I D E N T I F I C A T I O N						VBS	Classif GTR
			W %	$\gamma$ d	WL	Ip	%>2mm	%<80 $\mu$ m		
0.30 m		Terre végétal								
0.50 m		Tuf sableux graveleux								
1.00 m										
1.30 m										
1.50 m		Dalle calcaire								
2.00 m										
2.50 m										
3.00 m										
3.50 m										
4.00 m										
4.50 m										
5.00 m										



L C M S		COUPES LITHOLOGIQUES						
Dossier n° : 03.01.01.01.058		Puits Manuel						
Puits : P4		FIGURE N° : 4						
CHANTIER : STATION D'EPURATION DU DOUAR EL BREIJ								
Observations :		Date du : 13/09/2003	Niveau d'eau dans le forage :					
		AU :	Niveau de la nappe :					
Profondeur	Coupe	Description des formations	IDENTIFICATION				VBS	Classif GTR
			W %	$\gamma$ d	WL	Ip		
0.10 m 0.20 m		Terre végétale						
0.50 m 1.00 m		Tuf sableux graveleux beige	-		-		24	15
1.40 m 1.50 m		Dalle calcaire						
2.00 m								
2.50 m								
3.00 m								
3.50 m								
4.00 m								
4.50 m								
5.00 m								



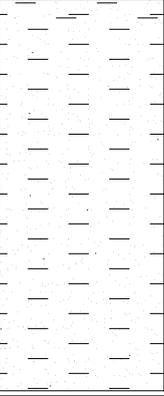
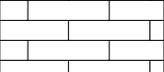




	L C M S	COUPES LITHOLOGIQUES Puits Manuel
	Dossier n° : 03.01.01.01.058	
	Puits : P8	FIGURE N° : 8

CHANTIER : STATION D'EPURATION DU DOUAR EL BREIJ

Observations :	Date du : 13/09/2003 AU :	Niveau d'eau dans le forage : Niveau de la nappe :
----------------	------------------------------	---

Profondeur	Coupe	Description des formations	I D E N T I F I C A T I O N						VBS	Classif GTR
			W %	$\gamma d$	WL	Ip	% > 2mm	% < 80 $\mu m$		
0.30 m		Terre végétale								
0.50 m		Sable Tuffacée beige								
1.00 m										
1.50 m										
2.00 m										
2.50 m		Dalle calcaire								
3.00 m										
3.50 m										
4.00 m										
4.50 m										
5.00 m										







	L C M S	COUPES LITHOLOGIQUES Puits Manuel
	Dossier n° : 03.01.01.01.058	
	Puits : P12	FIGURE N° : 12

CHANTIER : STATION D'EPURATION DU DOUAR EL BREIJ

Observations :

Date du : 13/09/2003  
AU :

Niveau d'eau dans le forage :  
Niveau de la nappe :

Profondeur	Coupe	Description des formations	I D E N T I F I C A T I O N						VBS	Classif GTR
			W %	$\gamma d$	WL	Ip	% > 2mm	% < 80 $\mu m$		
0.50 m		Tuf beige								
0.90 m			Dalle calcaire							
1.00 m										
1.50 m										
2.00 m										
2.50 m										
3.00 m										
3.50 m										
4.00 m										
4.50 m										
5.00 m										



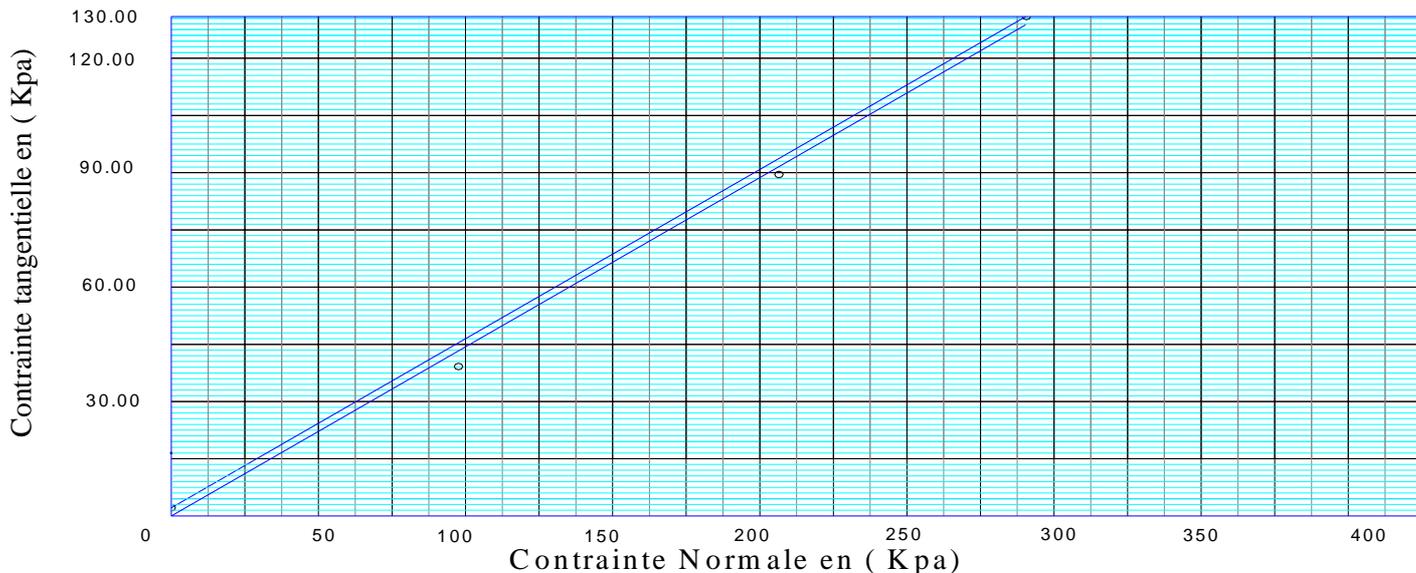




# Cisaillement direct à la boîte

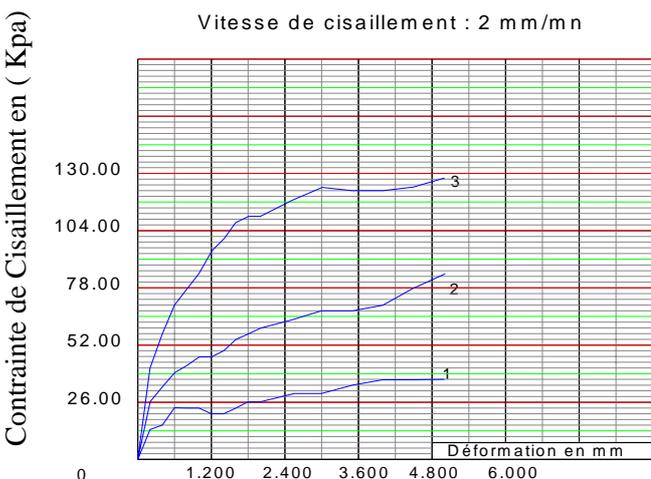
PUIT N° : 9	Echantillon : 289/7	Profondeur(m) : 0.20 - 1.40	Classification
-------------	---------------------	-----------------------------	----------------

Chantier : STATION D'EPURATION BREIJ



Cu :	Øu :	C' res :	0.00	Ø' res :	23°	C' :	2.00	Ø' :	23°
------	------	----------	------	----------	-----	------	------	------	-----

DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON			
Nature	Tuf calcaire		
Couleur	beige		
Consistance			
Structure			
Inclusions			
WL =	%	&d = 1.98 t/m <sup>3</sup>	W = 12 % VB = %
<80 µ =	%	80 µ à 2 mm =	% > 2 mm = %

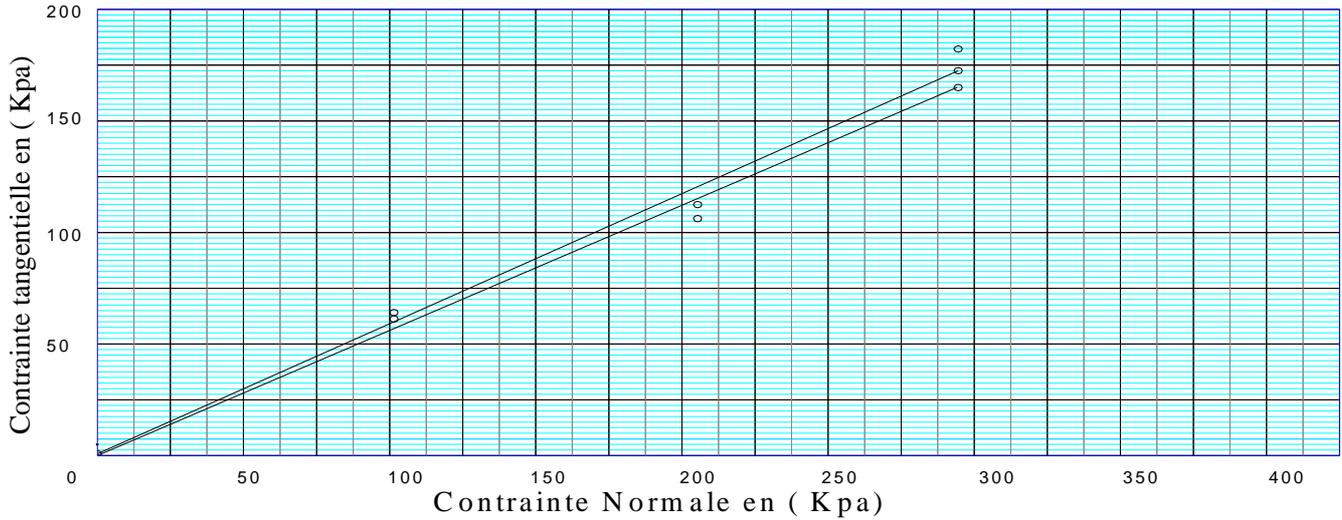


ETAT INITIAL					
Eprovettes n°	1	2	3	4	5
Latérale (bars)	1	2	3		
Diamètre	6	6	6		
Hauteur	3	3	3		
W i	11	12	12		
&di	1.95	1.96	1.96		
Si	50	48	53		
ETAT FINAL					
W t	23	22	20		
&df	1.97	1.98	1.99		
Si	100	100	100		

# Cisaillement direct à la boîte

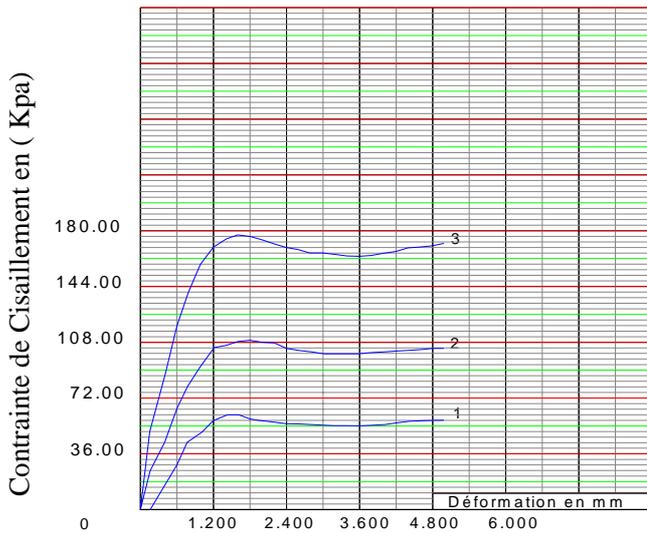
Puit N° : 13	Echantillon : 289/8	Profondeur(m) : 0.50 - 1.30	Classification
--------------	---------------------	-----------------------------	----------------

Chantier : STATION D'EPURATION EL BREIJ



Cu :	Øu :	C' res: 0.00	Ø' res: 29°	C' :1.00	Ø' :30°
------	------	--------------	-------------	----------	---------

Vitesse de cisaillement : 2 mm/mn



DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON			
Nature	Tuf		
Couleur	Beige		
Consistance			
Structure			
Inclusions			
WL = %	&d = 1.94 t/m <sup>3</sup>	W = 11 %	VB = %
<80 µ = %	80 µ à 2 mm = %	> 2 mm = %	

Echantillons					
Echantillon n°	1	2	3	4	5
Latérale (bars)	1	2	3		
Diamètre	6	6	6		
ETAT INITIAL	Hauteur	3	3	3	
	W i	10	11	10	
	&di	1.92	1.93	1.92	
	Si	60	54	52	
ETAT FINAL	W f	16	15	14	
	&df	1.95	1.94	1.95	
	Sf	100	100	95.7	

DOSSIER N° : 03.01.01.01.058

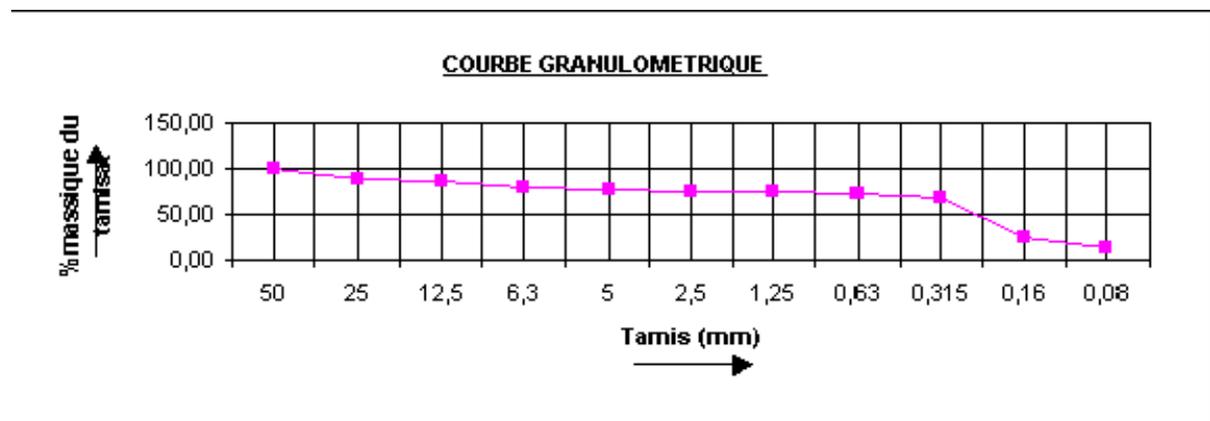
Chantier: Station d'epuration du douar El Breij  
 Nature: Tuf sableux graveleux beige

Puits : P4:de 0,20 à 1,40m  
 Date: 04/09/2003

**TABLEAU D' ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	167,20	167,20	11,05	11,05	88,95
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	39,10	206,30	2,58	13,64	86,36
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	108,40	314,70	7,17	20,80	79,20
5	19,40	334,10	1,28	22,09	77,91
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	30,60	364,70	2,02	24,11	75,89
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	14,10	378,80	0,93	25,04	74,96
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	17,70	396,50	1,17	26,21	73,79
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	91,70	488,20	6,06	32,27	67,73
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	649,10	1137,30	42,91	75,19	24,81
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	156,20	1293,50	10,33	85,51	14,49

Poids de l'échantillon: 1512,6



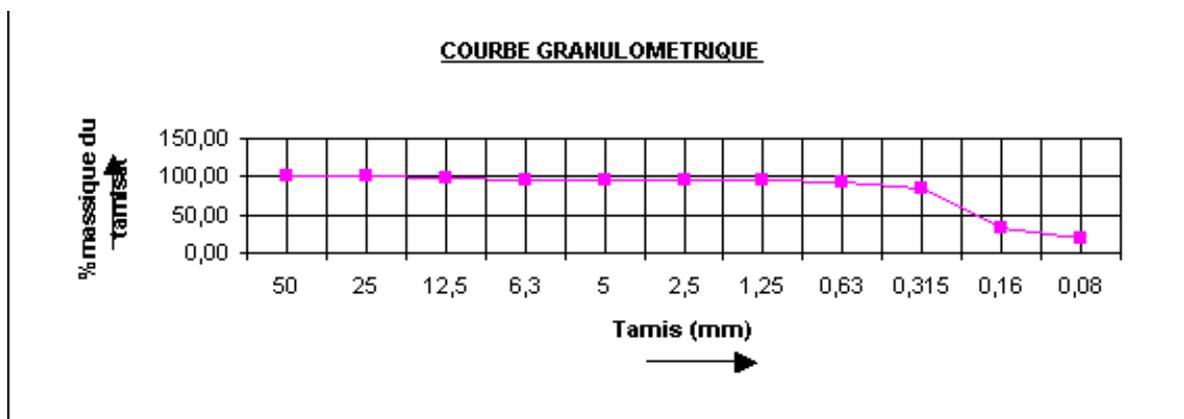
Chantier: Station d'epuration du douar El Breij  
 Nature: Tuf sableux graveleux beige

Puits : P5:de 0,20 à 1,40m  
 Date: 04/09/2003

**TABLEAU D' ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	14,40	14,40	1,56	1,56	98,44
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	18,30	32,70	1,98	3,54	96,46
5	5,10	37,80	0,55	4,10	95,90
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	9,40	47,20	1,02	5,12	94,88
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	4,60	51,80	0,50	5,61	94,39
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	8,30	60,10	0,90	6,51	93,49
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	72,20	132,30	7,82	14,34	85,66
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	488,20	620,50	52,91	67,24	32,76
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	130,70	751,20	14,16	81,41	18,59

Poids de l'échantillon: 922,8



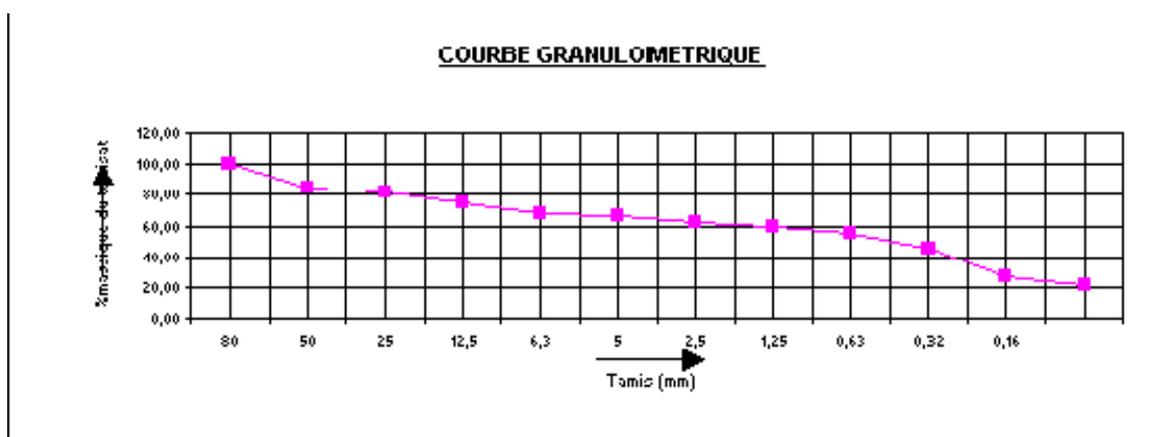
Chantier: Station d'epuration du douar El Breij  
 Nature: Sable grésifié

Puits : P6:de 0,60 à 0,80m  
 Date: 04/09/2003

**TABLEAU D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
63	-	-	-	-	-
50	247,60	247,60	15,43	15,43	84,57
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	297,80	297,80	18,56	18,56	81,44
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	110,80	408,60	6,90	25,46	74,54
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	111,90	520,50	6,97	32,43	67,57
5	30,40	550,90	1,89	34,33	65,67
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	48,00	598,90	2,99	37,32	62,68
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	45,10	644,00	2,81	40,13	59,87
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	67,30	711,30	4,19	44,32	55,68
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	163,10	874,40	10,16	54,49	45,51
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	306,70	1181,10	19,11	73,60	26,40
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	78,70	1259,80	4,90	78,50	21,50

Poids de l'échantillon: 1604,8



NF P 94-054

LCMS 003

N° de dossier : 03.01.01.01.058  
 Chantier: Station d'epuration du douar El Breij

Référence: 289/04  
 Puits : P7:de 0,80 à 2,20m

Nature: Sable limoneux beige

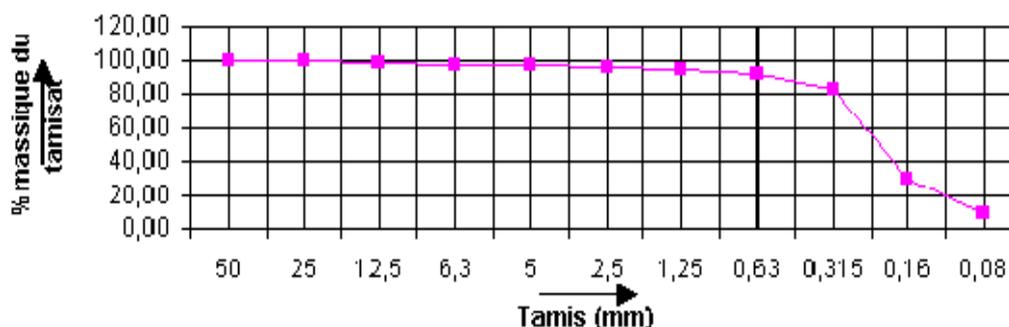
Date: 04/09/2003

**TABLEAU D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	11,90	11,90	1,49	1,49	98,51
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	11,90	23,80	1,49	2,98	97,02
5	6,10	29,90	0,76	3,74	96,26
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	10,60	40,50	1,33	5,06	94,94
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	7,90	48,40	0,99	6,05	93,95
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	17,90	66,30	2,24	8,29	91,71
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	75,30	141,60	9,41	17,70	82,30
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	419,10	560,70	52,39	70,09	29,91
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	170,80	731,50	21,35	91,44	8,56

Poids de l'échantillon: 800,0

**COURBE GRANULOMETRIQUE**



NF P 94-054

LCMS 003

N° de dossier : 03.01.01.01.058  
 Chantier: Station d'épuration du douar El Breij

Référence: 289/05  
 Puits : P11:de 1,70 à 2,40m

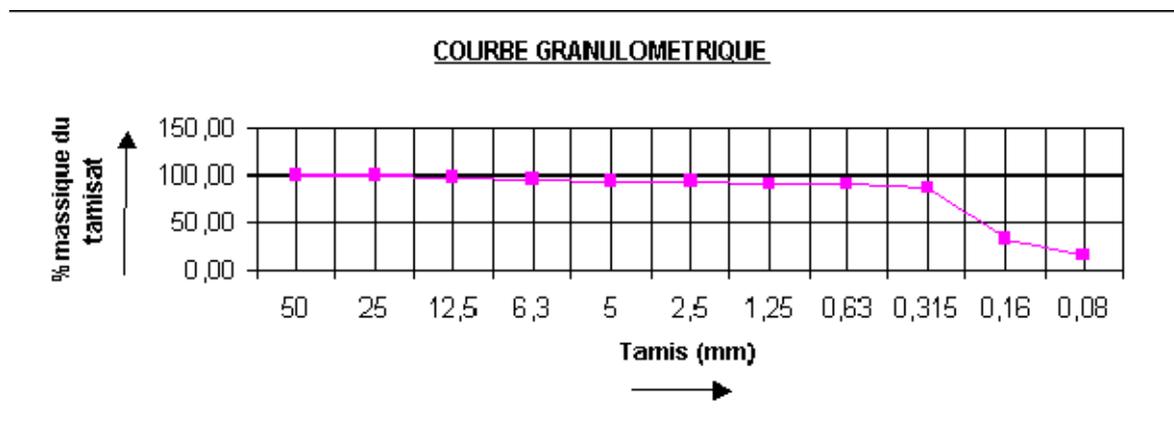
Nature:                   Sable limoneux beige

Date:                     04/09/2003

**TABLEAU D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	20,90	20,90	2,54	2,54	97,46
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	19,00	39,90	2,31	4,86	95,14
5	6,00	45,90	0,73	5,59	94,41
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	10,00	55,90	1,22	6,80	93,20
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	4,30	60,20	0,52	7,33	92,67
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	7,20	67,40	0,88	8,20	91,80
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	36,10	103,50	4,39	12,60	87,40
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	439,00	542,50	53,43	66,03	33,97
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	135,40	677,90	16,48	82,51	17,49

Poids de l'échantillon:                   821,6



NF P 94-054

LCMS 003

N° de dossier :           03.01.01.01.058

Référence:             289/06

Chantier:               Station d'épuration du douar El Breij

Puits :                   P15:de 2,10 à 2,50m

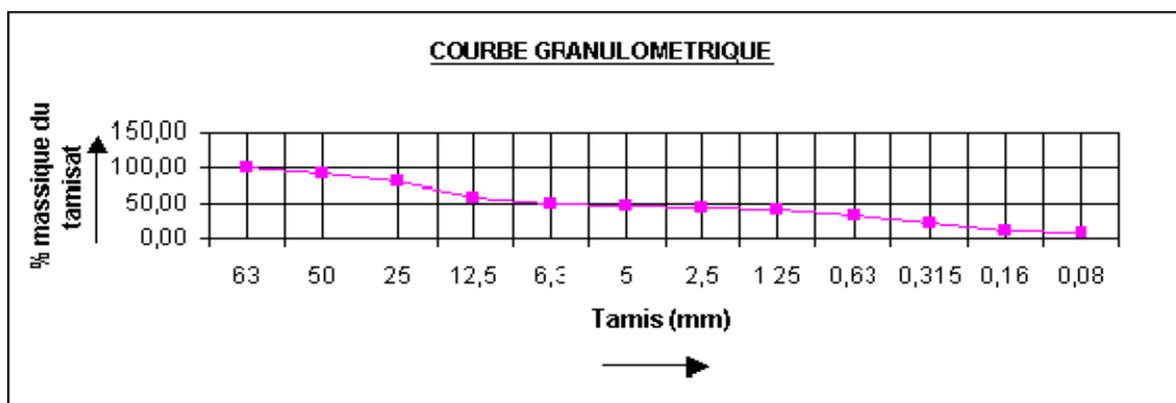
Nature: Sable grésifié

Date: 04/09/2003

**TABLEAU D'ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
50	137,40	137,40	7,57	7,57	92,43
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	360,70	360,70	19,86	19,86	80,14
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	378,80	739,50	20,86	40,72	59,28
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	161,50	901,00	8,89	49,62	50,38
5	34,50	935,50	1,90	51,52	48,48
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	71,10	1006,60	3,92	55,43	44,57
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	73,10	1079,70	4,03	59,46	40,54
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	110,90	1190,60	6,11	65,57	34,43
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	207,70	1398,30	11,44	77,00	23,00
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	210,50	1608,80	11,59	88,60	11,40
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	55,80	1664,60	3,07	91,67	8,33

Poids de l'échantillon: 1815,9



NF P 94-054

LCMS 003

N° de dossier : 03.01.01.01.058  
 Chantier: Station d'épuration du douar El Breij

Référence: 289/07  
 Puits : P9: 0,20 à 1,40m

Nature: Tuf calcaire

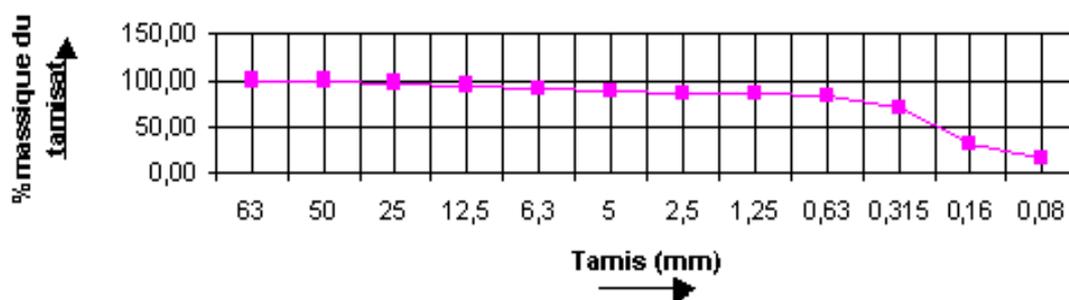
Date: 04/09/2003

**TABLEAU D' ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	21,20	21,20	2,17	2,17	97,83
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	29,30	50,50	3,00	5,17	94,83
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	35,10	85,60	3,59	8,77	91,23
5	11,90	97,50	1,22	9,98	90,02
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	21,90	119,40	2,24	12,23	87,77
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	14,10	133,50	1,44	13,67	86,33
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	22,00	155,50	2,25	15,92	84,08
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	116,70	272,20	11,95	27,87	72,13
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	398,80	671,00	40,84	68,71	31,29
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	140,30	811,30	14,37	83,07	16,93

Poids de l'échantillon: 976,6

**COURBE GRANULOMETRIQUE**



NF P 94-054

LCMS 003

N° de dossier : 03.01.01.01.058  
 Chantier: Station d'épuration du douar El Breij

Référence: 289/08  
 Puits : P13: 0,50 à 1,30m

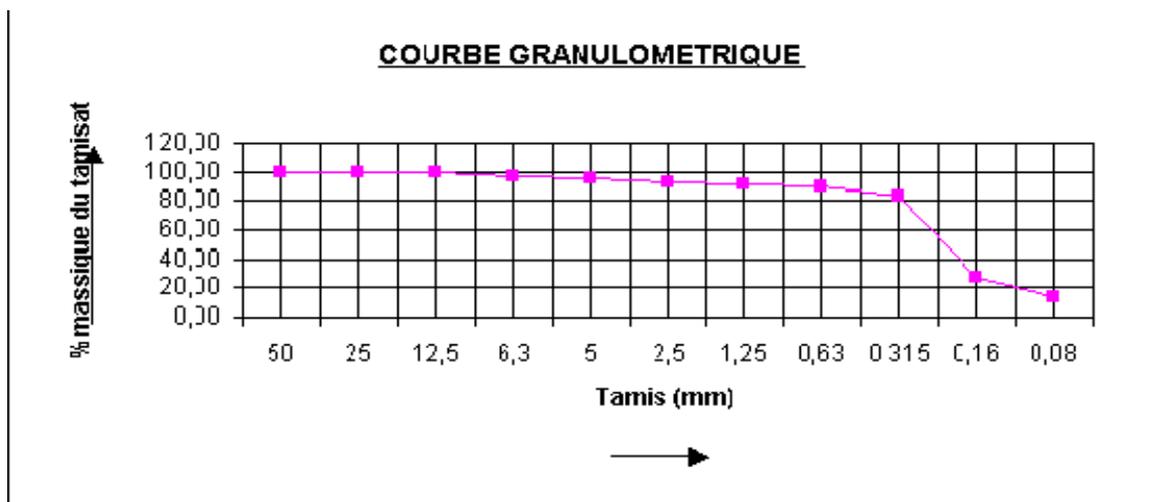
Nature: Tuf calcaire

Date: 04/09/2003

**TABLEAU D' ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

Tamis (mm)	poids du refus partiel (g)	poids du refus cumulé (g)	% du refus partiel	% massique	
				du refus cumulé	du tamisat cumulé
80	-	-	-	-	-
63	-	-	-	-	-
50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
40	-	-	-	-	-
31,5	-	-	-	-	-
25	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
20	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-
12,5	4,40	4,40	0,40	0,40	99,60
10	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-
6,3	31,20	35,60	2,85	3,25	96,75
5	15,20	50,80	1,39	4,64	95,36
4	-	-	-	-	-
3,15	-	-	-	-	-
2,5	26,40	77,20	2,41	7,05	92,95
2	-	-	-	-	-
1,5	-	-	-	-	-
1,25	12,60	89,80	1,15	8,20	91,80
1	-	-	-	-	-
0,8	-	-	-	-	-
0,63	14,40	104,20	1,32	9,52	90,48
0,5	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	-
0,315	74,60	178,80	6,81	16,33	83,67
0,25	-	-	-	-	-
0,2	-	-	-	-	-
0,16	618,50	797,30	56,48	72,81	27,19
0,125	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-
0,08	144,10	941,40	13,16	85,97	14,03

Poids de l'échantillon: 1095,0

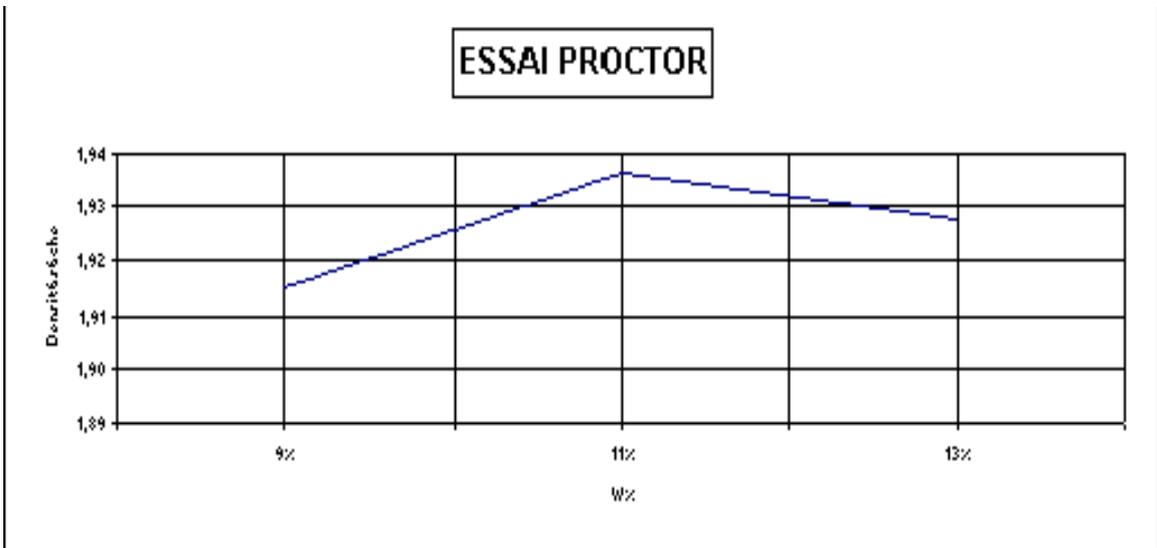


**ESSAI PROCTOR**

Chantier	STATION DE'EPURATION DU DOUAR EL BREIJ	Dossier	03.01.01.01.058
Position	P13: de 0,50 à 1,30m	Ref :	289/08
Nature	Tuf calcaire	Date :	09/09/2003
Essai	Standard 	Modifié 	

Eau ajoutée	150,00	210,00	270,00	330,00	390,00
Poids brut humide	7392,9	7529,1	7567,5	7622,1	7648,3
Poids du moule	5704,2	5704,2	5704,2	5704,2	5704,2
Poids net humide	1688,7	1824,9	1863,3	1917,9	1944,1
Volume du moule	892,48	892,48	892,48	892,48	892,48
Densité humide	1,89	2,04	2,09	2,15	2,18
Densité sèche	1,80	1,91	1,92	1,94	1,93

Tares	1	2	3	4	5
Poids brut humide	1952,6	2082,7	2274,5	2326,6	2354,5
Poids brut sec	1879,1	1967,3	2121,9	2141,9	2135,8
Poids de la tare	263,6	257,7	411,3	413	414,1
Poids de l'eau	73,5	115,4	152,6	184,7	218,7
Poids net sec	1615,5	1709,6	1710,6	1728,9	1721,7
Teneur en eau	5%	7%	9%	11%	13%
Moyenne %	5	7	9	11	13



$\delta_{dopt} = 1,94 \text{ g / cm}^3$   
 $w_{opt} = 11 \%$

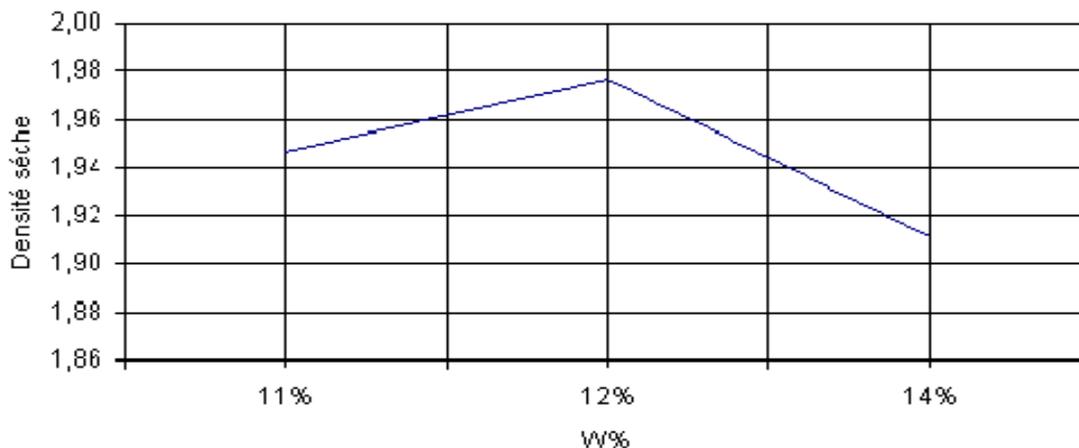
**ESSAI PROCTOR**

Chantier	STATION DE'EPURATION DU DOUAR EL BREIJ		Dossier	03.01.01.01.058	
Position	P9: de 0,20 à 1,40m		Ref :	289/07	
Nature	Tuf calcaire		Date :	09/09/2003	
Essai	Standard	⊗	Modifié	○	

Eau ajoutée	180,00	240,00	300,00	360,00	420,00
Poids brut humide	7477,0	7599,9	7615,1	7680,6	7648,2
Poids du moule	5704,2	5704,2	5704,2	5704,2	5704,2
Poids net humide	1772,8	1895,7	1910,9	1976,4	1944
Volume du moule	892,48	892,48	892,48	892,48	892,48
Densité humide	1,99	2,12	2,14	2,21	2,18
Densité sèche	1,87	1,97	1,95	1,98	1,91

Tares	1	2	3	4	5
Poids brut humide	2172,6	2307,2	2323,5	2377,5	2348,5
Poids brut sec	2065,4	2158,3	2138,8	2165,9	2114,2
Poids de la tare	411,2	411,3	413,9	406,3	413,7
Poids de l'eau	107,2	148,9	184,7	211,6	234,3
Poids net sec	1654,2	1747	1724,9	1759,6	1700,5
Teneur en eau	6%	9%	11%	12%	14%
Moyenne %	6	9	11	12	14

**ESSAI PROCTOR**



$\delta_{dopt} = 1,98 \text{ g / cm}^3$   
 $w_{opt} = 12 \%$

