

Etude de sol Préalable à la construction

G0 + G11

**Centre de Recherche d'Ecologie
Marine**

ARCACHON (33)

UNIVERSITE BORDEAUX I

N°9266 – Octobre 2008

N°chrono : 9266		Missions de type : G0 + G11	
Emission	Date	Rédacteur	Vérification / contrôle
1	31/10/2008	Y.AUDIGER	M. HUORT

Table des Matières

I. INTRODUCTION	3
1 Objet de la mission	3
2 Présentation du site et du projet – Contexte géologique.....	3
3 Documents remis pour l'étude	5
4 Investigations géotechniques.....	5
5 Altimétrie	6
II. RESULTATS DES INVESTIGATIONS	7
1 Lithologie	7
2 Caractéristiques géomécaniques.....	7
3 Hydrogéologie.....	7
4 Remarques importantes.....	8
4.1 Sismicité	8
4.2 Composante anthropique	8
III. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES.....	9
Possibilité de fondations des ouvrages	9
1 Fondation de type Pieux	10
Méthode de calcul	10
Hypothèse de calcul	10
Exemple de prédimensionnement	10
2 Paroi moulé.....	11
3 Mise en d'eau	11
4 Dallage.....	11
5 Terrassement.....	Erreur ! Signet non défini.

Annexes

Annexe 1 : Plan de localisation des sondages et essais

Annexe 2 : Résultats des sondages et essais

I. INTRODUCTION

1 Objet de la mission

A la demande de l'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I et dans le cadre du projet de construction du CENTRE de RECHERCHE d'ÉCOLOGIE MARINE au niveau du port de plaisance d'Arcachon (33), une étude de sol préliminaire a été effectuée par la société ECR du 29 septembre au 3 octobre 2008.

Le présent rapport rend compte des résultats de cette étude et a pour objectif de caractériser la nature des sols à l'emplacement du projet. Il répond au bon de commande du client acceptant notre proposition technique et financière n°08368.

Par référence à la classification des « Missions géotechniques normalisées » établie par l'Union Syndicale Géotechnique le 05/06/2000 (Norme NFP 94-500), la présente étude est de type G0 + G11, et voit de ce fait l'étendue de sa mission limitée aux prestations correspondantes.

2 Présentation du site et du projet – Contexte géologique

Le projet se situe au sud ouest du port de plaisance d'Arcachon, à proximité de la rue des marins et du boulevard de la plage. Actuellement le site est occupé par un parking semi enterré et un jardin d'enfant.



Figure 1 : Localisation de l'étude
Extrait de la carte IGN – Arcachon

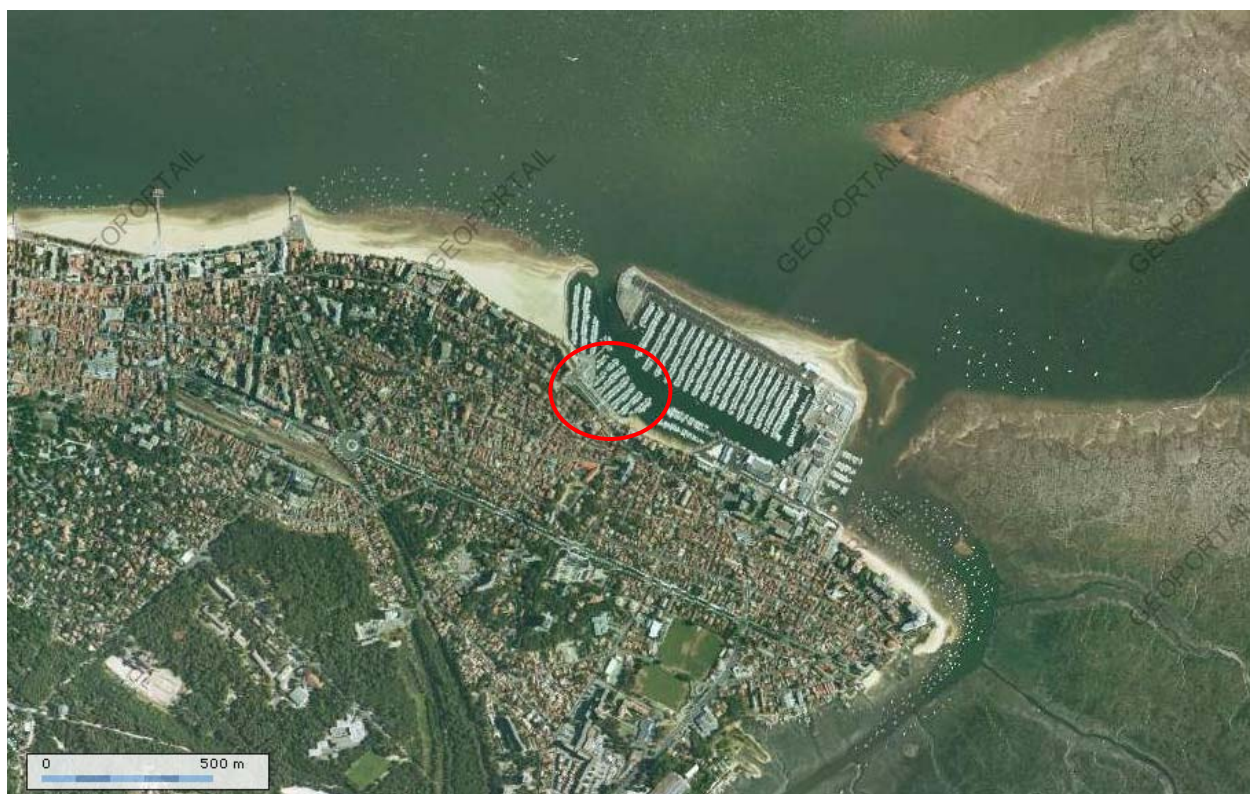


Figure 2 : Localisation de l'étude
Extrait de la photo aérienne IGN – Arcachon

Projet : Le bâtiment d'une emprise au sol de 4120 m² possédera trois étages et deux niveaux de sous sol. Le premier niveau de sous sol pourra être partiellement enterré.

En l'absence de données techniques, par hypothèses, les charges à reprendre devraient être de l'ordre de :

- 40 à 50 t/ml en charge linéaire
- 250 à 300 t en appui isolé
- 0,50 t/m² pour les surcharges sur dallage.

Pour toutes différences importantes à ces hypothèses, il conviendra au responsable du projet de nous informer.

L'actuel parking est situé à la cote moyenne de 2,50m NGF, le quai adjacent à la cote moyenne de 3,10m NGF. La cote du niveau bas du futur bâtiment devrait se situer au maximum aux alentours de la cote -3,00m NGF (Cas de deux niveaux enterré, avec comme niveau de plain pied l'altitude de l'actuel quai).

Géologie : D'après notre connaissance du secteur et au regard de l'extrait de la carte géologique d'Arcachon (33), n°825, éditée par le BRGM, nous sommes en présence de sables fins bien classés [Sf].

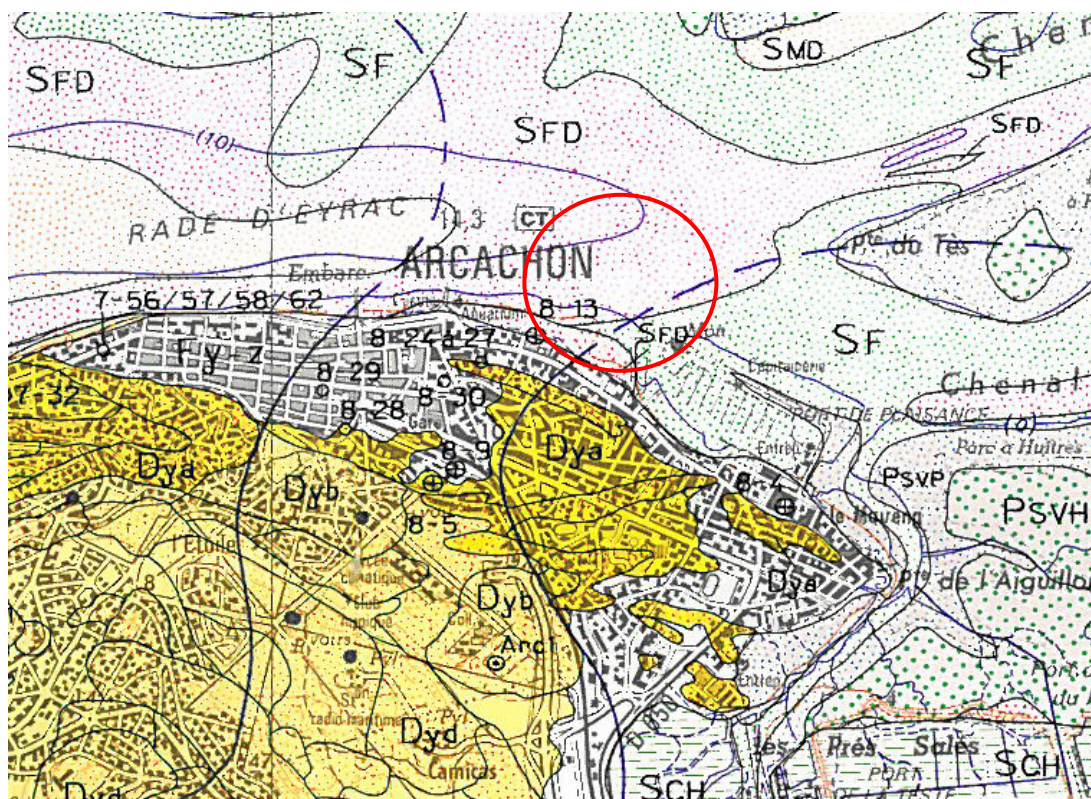


Figure 2 : Contexte géologique
Extrait de la carte géologique d'Arcachon (33), n°825

3 Documents remis pour l'étude

Les documents fournis sont les suivants :

- Une esquisse de plan de masse du projet,
- Un plan topographique de la zone d'étude,
- L'adresse de la zone d'étude et le plan de masse de l'existant,
- Le bon de commande.

4 Investigations géotechniques

Le programme de reconnaissance réalisé les 28 et 29 avril 2008 a consisté en l'exécution de :

- **3 sondages de reconnaissance** au taillant à injection de bentonite en diamètre 63mm (SP1, SP2, SD1) descendus à 30m de profondeur par rapport au terrain naturel (TN). Ce type de sondage permet de reconnaître la nature des terrains et mesurer les caractéristiques mécaniques des différents faciès selon la profondeur, par l'intermédiaire de :
- **2 profils pressiométriques** (mesures du module pressiométrique, de la pression limite et de la pression de fluage).
- **Pose d'un piézomètre** au droit de SP1 afin de suivre la fluctuation du niveau d'eau.

5 Altimétrie

Les points de sondage ont été calés à partir du plan topographique édité par le cabinet de géomètre Baure en date d'avril 2005. Il a été par ailleurs contrôlé l'altitude des dits points grâce au niveau de chantier.

Voici les altitudes des points de sondage :

Sondage	Altitude NGF (en mètre)
SP1 / Pz1	+ 2,52
SP2	+ 3,40
SD1	+ 2,59

Pour mémoire, le tableau suivant mentionne l'altitude de points ou niveaux remarquables :

Point	Altitude NGF (en mètre)
Boulevard de la plage	+ 4,60 - + 4,90
Rue des marins	+ 3,40 - + 3,50
Quai	+ 3,10
Niveau bas du parking	+ 2,50

II. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

1 Lithologie

Les sondages et essais, ont été réalisés conformément à l'implantation figurant sur le plan de localisation (cf. annexe).

De nos sondages, il ressort un ensemble structural sableux homogène avec des caractéristiques mécaniques convenables à partir des cotes NGF – 4,0m (SP2) à -6.5m (SP1).

Afin de corréler lithologie et caractéristiques mécaniques, nous classerons les sables de la manière suivante :

- Les sables de surface gris beige à coquillés présents jusqu'aux cotes NGF -4,0m à -6,5m.
- Les faciès sableux intermédiaires : sables légèrement coquillés gris beige.
- Le sable grossier orangé retrouvé à partir des cotes NGF -20,5m en SP1) et – 22,5m en SD1.

2 Caractéristiques géomécaniques

Au droit de nos différents sondages, les **caractéristiques pressiométriques** des différents faciès sont :

Faciès	EM moyen (MPa)	PI* moyen (MPa)
Faciès sableux de surface (jusqu'aux cotes -4,0m/-6,5m)	10,3	1,09
Faciès sableux intermédiaire	35,76	2,83
Faciès sableux grossier	11,4	1,48

3 Hydrogéologie

Lors de notre intervention, des niveaux d'eau ont été mesurés au droit de chacun de nos sondages. En voici les cotes :

Sondage	Altitude NGF du sondage(en mètre)	Altitude NGF du niveau d'eau (en mètres)
SP1 / Pz1	2,52	0,72
SP2	3,4	0,57
SD1	2,59	0,16

Il est à préciser que ces niveaux ont été mesurés à différent moment de la journée. Le niveau d'eau fluctue au gré des marées, et selon un délai de réponse plus ou moins important.

Le tableau suivant mentionne les coefficients de marée ainsi que les hauteurs d'eau associées pour des marées à fort coefficient au cours des 5 mois à venir, à savoir de novembre 2008 à mars 2009. Le marnage varie entre :

Basse mer = 0,26 << 0,55

Haute mer = 4,15 << 4,63

NOVEMBRE 2008											
Date		Matin					Après-midi				
		Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur	Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur
ven	14	101	5h37	4,51m	11h56	0,41m	101	18h01	4,46m		
sam	15	99	6h22	4,51m	0h17	0,55m	97	18h49	4,37m	12h42	0,43m
DECEMBRE 2008											
Date		Matin					Après-midi				
		Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur	Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur
JANVIER 2009											
Date		Matin					Après-midi				
		Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur	Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur
lun	12	101	6h10	4,58m			102	18h35	4,37m	12h27	0,33m
mar	13	103	6h58	4,63m	0h44	0,51m	102	19h21	4,34m	13h13	0,31m
mer	14	100	7h43	4,58m	1h27	0,51m	97	20h05	4,23m	13h55	0,40m
FEVRIER 2009											
Date		Matin					Après-midi				
		Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur	Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur
mar	10	104	5h56	4,62m			107	18h18	4,41m	12h15	0,24m
mer	11	108	6h40	4,68m	0h31	0,36m	108	18h59	4,41m	12h57	0,24m
jeu	12	106	7h19	4,62m	1h10	0,35m	103	19h37	4,31m	13h34	0,34m
ven	13	97	7h55	4,45m	1h44	0,43m	92	20h12	4,15m	14h07	0,53m
MARS 2009											
Date		Matin					Après-midi				
		Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur	Coeff.	Pleine mer	Hauteur	Basse mer	Hauteur
mer	11	104	5h36	4,58m	11h53	0,26m	107	17h55	4,41m		
jeu	12	107	6h15	4,61m	0h02	0,30m	107	18h32	4,41m	12h32	0,29m
ven	13	104	6h51	4,53m	0h45	0,33m	101	19h06	4,33m	13h05	0,42m

4 Remarques importantes

4.1 Sismicité

D'après nos informations, le projet se situe en zone de sismicité 0. Le risque sismique est donc négligeable mais non nul.

4.2 Composante anthropique

Il est à noter, au droit de SP2 (jardin d'enfants), la présence d'un sable souillé en hydrocarbure reconnu sur une profondeur d'1.8m. L'étendue de cette pollution reste à définir.

III. RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

Possibilité de fondations des ouvrages

Le mode de fondation du projet devra faire état de l'importance et de la géométrie des charges apportées ainsi que de la nécessité de mobiliser un horizon portant, homogène et de bonne qualité.

Rappel Projet : Le bâtiment d'une emprise au sol de 4120 m² possédera trois étages et deux niveaux de sous sol. Le premier niveau de sous sol pourra être partiellement enterré.

En l'absence de données techniques, par hypothèses, les charges à reprendre devraient être de l'ordre de :

- 40 à 50 t/ml en charge linéaire
- 250 à 300 t en appui isolé
- 0,50 t/m² pour les surcharges sur dallage.

La cote du **niveau bas** du futur bâtiment devrait se situer au maximum aux alentours de la cote **-3,00m NGF** (Cas de deux niveaux de sous enterré, avec comme niveau de plain pied l'altitude de l'actuel quai).

La mise en place des niveaux enterrés nécessitera au préalable l'élévation d'un système de batardeau sur le pourtour du projet. Cette problématique hydraulique nous amène à proposer deux modes de fondations profondes, incluant un système de batardeau.

Voici les options proposées :

- Un système **Paroi moulée** assurant à la fois le statut de batardeau en phase chantier et le statut de fondation pour les charges appliquées sur les murs périphériques au bâtiment. En plus de cette paroi moulée, afin de reprendre » les charges intermédiaires (appuis isolés), au centre du bâtiment, il sera nécessaire de mettre en oeuvre soit des **barrettes** soit des **pieux**.
- Un système de **pieux**, réceptacle de l'ensemble des charges du bâtiment. Le système de batardeau sera temporaire et de type **palplanche**.

Les fondations de type pieux pouvant être communes aux deux systèmes proposés, elles feront l'objet du premier chapitre. Le second chapitre sera consacré au système « Paroi moulée ». Nous indiquerons par la suite les paramètres à prendre en compte dans le cadre de la mise hors d'eau (rideau de palplanche ou paroi moulée). Enfin, il sera indiqué le type de dallage à mettre en œuvre.

1 Fondation de type Pieux

On retiendra, par hypothèses pour notre pré-dimensionnement, des pieux forés à la tarière creuse avec enregistrement de paramètres, injectée faible pression d'un diamètre de 800mm.

Les sollicitations s'exerçant sur les pieux seront simultanément équilibrés par :

- la résistance de pointe Q_p , s'exerçant sous la base de la fondation dans l'horizon d'argile marron graveleuse,
- le frottement latéral Q_s , dans les couches argileuses superficielles.

Cependant, il reviendra à l'entreprise de choisir la méthode de mise en œuvre des pieux la plus appropriée.

Méthode de calcul

La justification des fondations fait référence à la norme expérimentale P11-212 (DTU 13-2) Fondations profondes de septembre 1992 et utilise la méthode pressiométrique.

Hypothèse de calcul

Les valeurs retenues pour caractériser chaque couche de sol correspondent à la coupe type des paragraphes «Lithologie » et « Caractéristiques géomécaniques » au droit du sondage SP1, à partir de la cote NGF -3.00m. Par ailleurs, l'hypothèse de calcul prend en compte des charges verticales centrées sur les pieux.

Exemple de prédimensionnement

Les sollicitations s'exerçant sur les pieux seront simultanément équilibrés par :

- la résistance de pointe Q_p , s'exerçant sous la base de la fondation dans l'horizon d'argile marron graveleuse,
- le frottement latéral Q_s , dans les couches argileuses superficielles.

* Frottement latéral unitaire limite q_s :

Nature des sols	Epaisseur du faciès Mobilisable, Excavation déduite (en mètre)	Pression limite p_t^* (MPa)	Courbe DTU 13.12	Frottement latéral unitaire limite ultime q_s (MPa)
Faciès sableux de surface (jusqu'aux cotes -4m/-6,5m)	3,7	1,1	B	0,11
Faciès sableux intermédiaire	13,8	2,8	C	0,15
Faciès sableux grossier	7	1,5	B	0,12

* Effort de pointe Q_p :

L'effort de pointe limite q_p se calcule par la formule :

$$q_p = A [k_p(p_l - p_0) + q_0]$$

Pour un ancrage dans les faciès sableux intermédiaires, on prendra :

A = surface de pointe du pieu

K_p = facteur de portance = 1,6

$p_l - p_0 = 2,0$ MPa

A titre indicatif, selon les hypothèses géotechniques précédentes, pour un pieu de 800 mm de diamètre descendu à 20,00m /TN actuel la charge verticale axiale centrée admissible pouvant être reprise sera de l'ordre de 267 tonnes. La contrainte limite dans le béton sera de 50 bars. Ce dimensionnement devra faire revu en fonction de la cote du niveau bas projet.

La contrainte limite du béton sera de 50 bars.

2 Paroi moulée

Au même titre que les pieux, les sollicitations s'exerçant sur les parois moulées sont simultanément équilibrés par :

- la résistance de pointe, s'exerçant sous la base de la fondation dans l'horizon d'argile marron graveleuse,
- le frottement latéral, dans les couches argileuses superficielles.

Pour dimensionner ces parois moulées, il est nécessaire de connaître :

- les contraintes de poussée s'exerçant derrière les dites parois,
- les descentes de charges des voiles périphériques,
- les conditions hydrauliques énoncées dans le paragraphe suivant.

Pour information, la largeur des parois moulées varie entre 0,52 et 1,52m. Les largeurs les plus usuelles sont comprises entre 0,62m et 0,82m.

3 Mise en d'eau

Le débit d'exhaure de l'excavation sera défini en fonction de la cote du niveau bas du sous sol, et en fonction du principe d'écran retenu (paroi moulée, pieux sécants, rideau provisoire en palplanches).

Le dimensionnement de l'ouvrage de mise hors d'eau est conditionné par la connaissance de :

- Débit d'exhaure,
- Les contraintes de poussée et de butée agissant sur l'ouvrage.
- Les conditions de renard (Phénomène d'instabilité provoquant l'entraînement des grains d'un sol sous l'effet d'un gradient hydraulique),
- les contraintes de poussée s'exerçant derrière les dites parois,

4 Dallage

Compte tenu des niveaux d'eau mesurés lors des sondages, la réalisation d'un cuvelage sera nécessaire. La dalle du sous-sol devra être dimensionnée à la poussée hydrostatique.



Nous restons à la disposition du Maître d'Ouvrage et des concepteurs pour tout renseignement complémentaire.

Les conclusions de ce présent rapport sont données sous réserves des conditions particulières jointes.

CONDITIONS PARTICULIERES

.....

Le présent rapport ou Procès verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à E.C.R. ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une partie du Rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du Rapport et doivent être portés à la connaissance d'E.C.R. ENVIRONNEMENT.

La Société E.C.R. ENVIRONNEMENT ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur les dites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre-Expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

.....



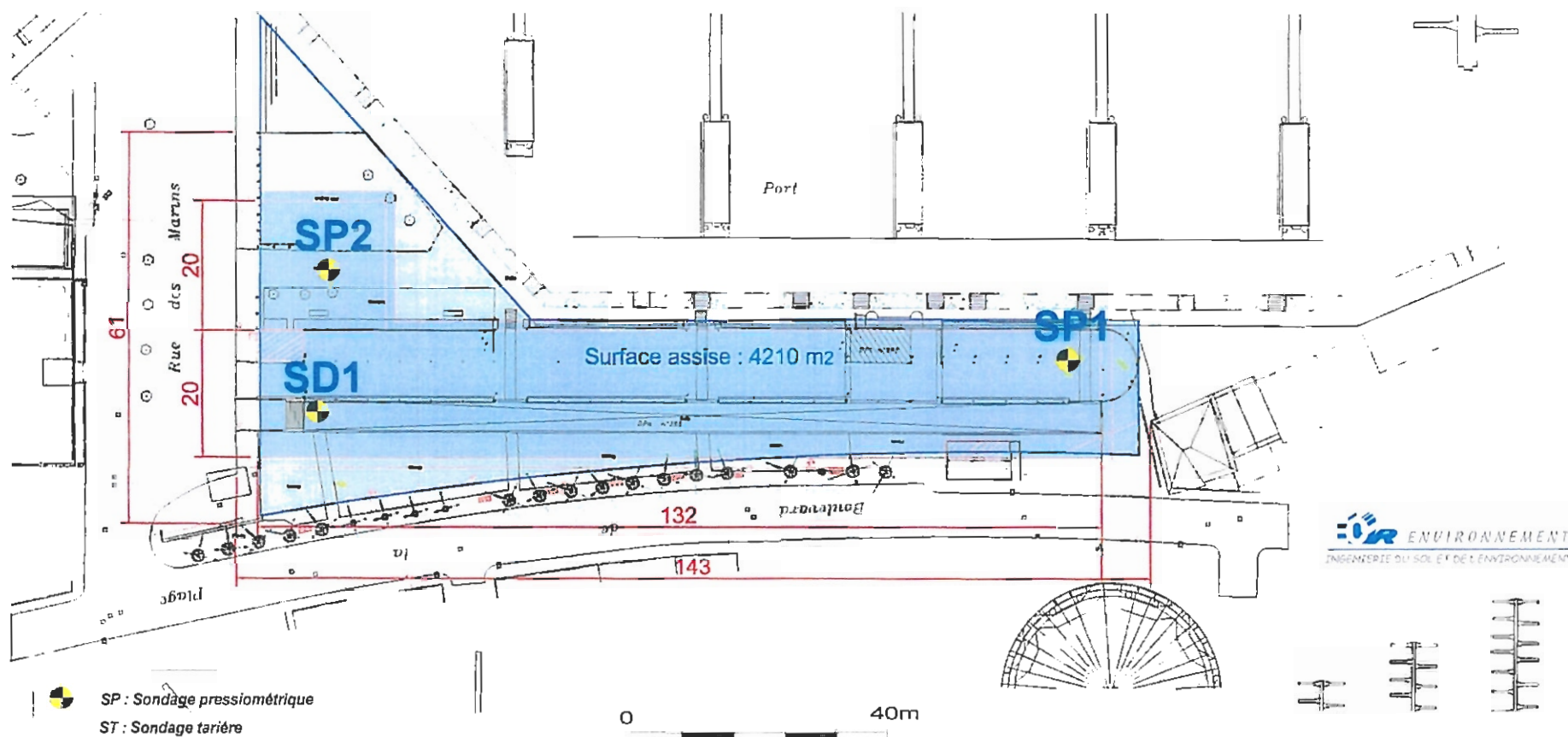
Annexes

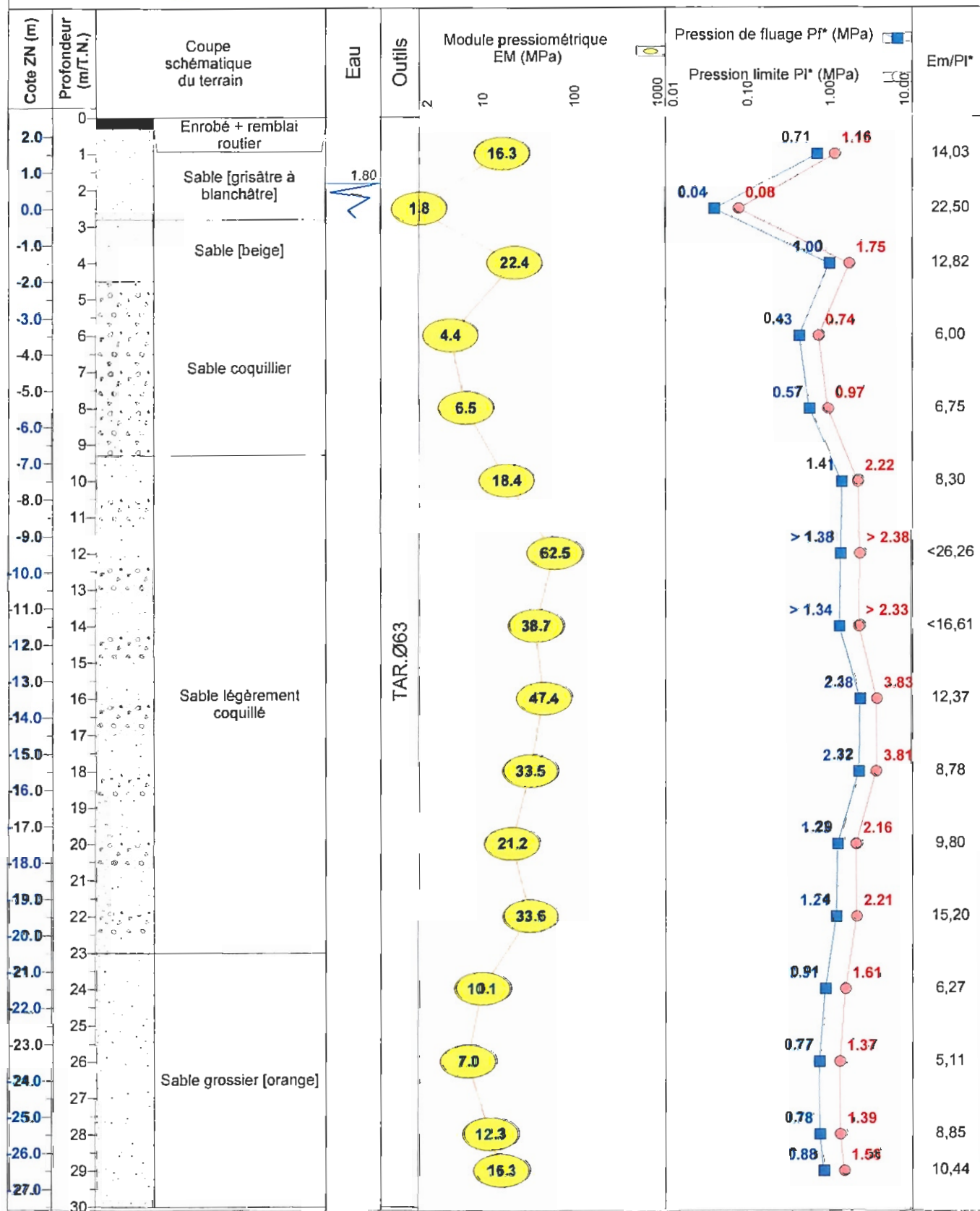
Etude géotechnique préalable à la construction Centre de recherche d'Ecologie Marine (Arcachon 33)

Dossier n°9266

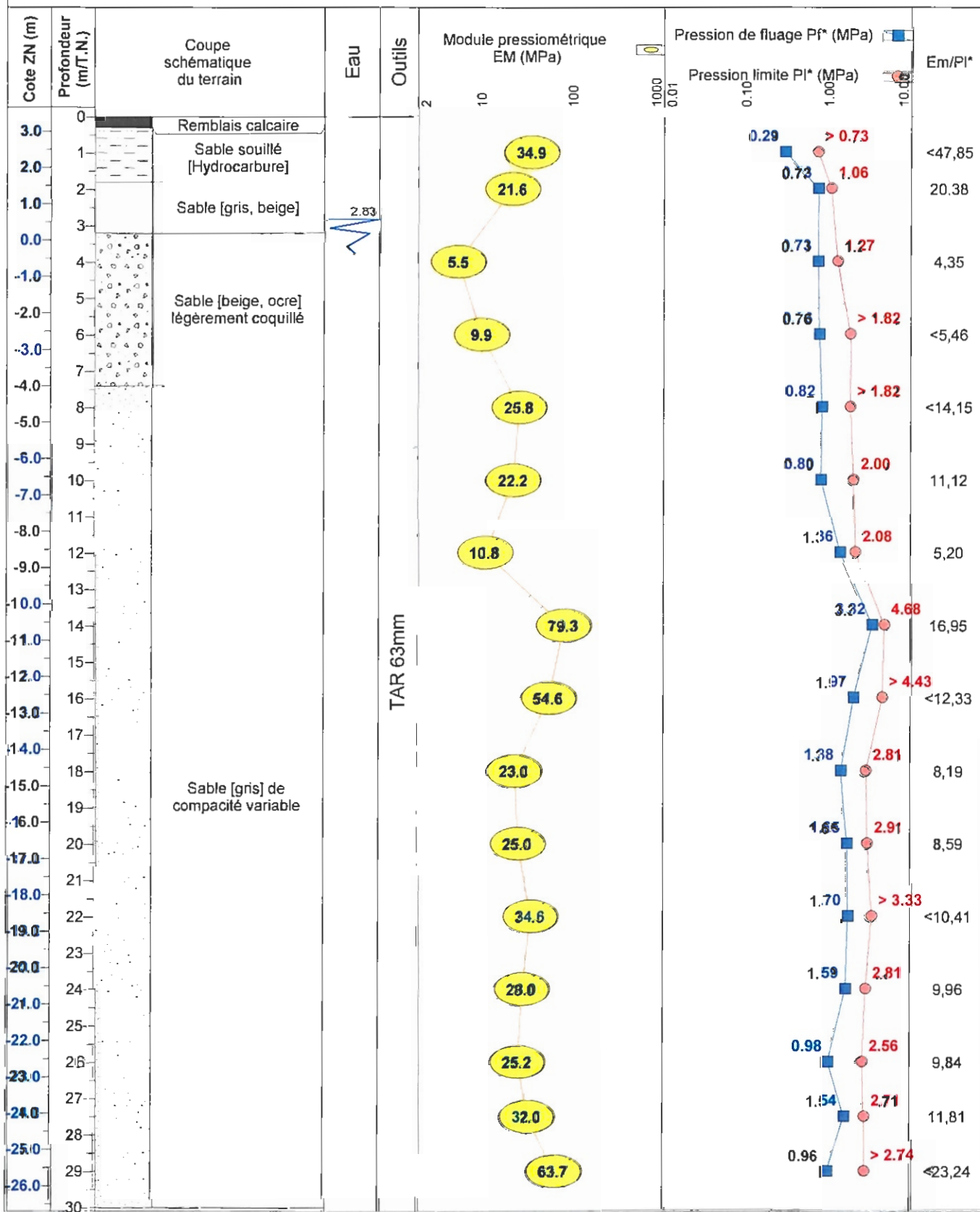
Annexe 1 : Localisation des sondages

Septembre 2008

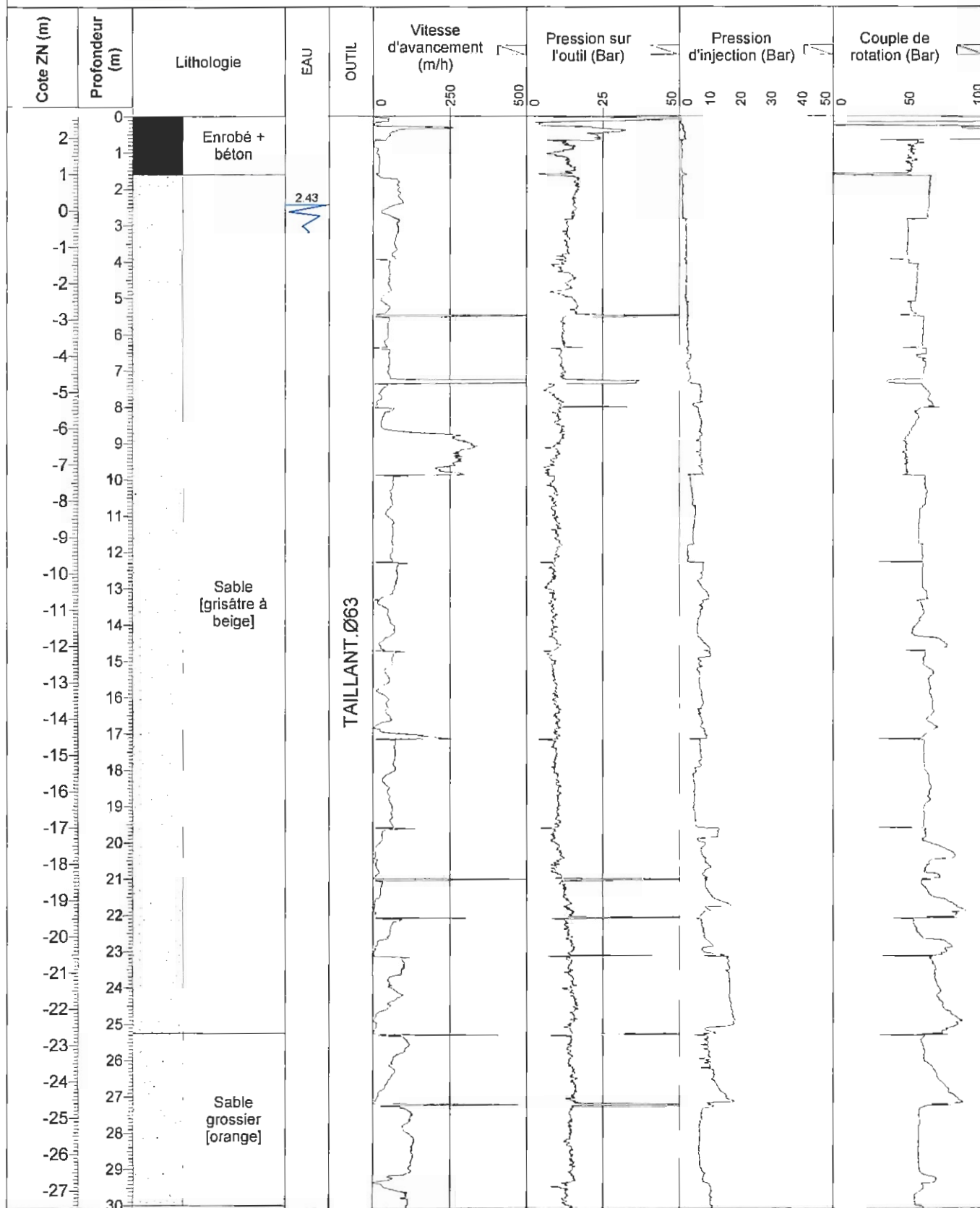




Observations : Pz : Pose d'un piézomètre à 9,00m/TN (crépiné de 4,50 à 9,00m/TN)



Observations :



Observations :