

Le 8 Octobre 2021

RAPPORT GEOTECHNIQUE

LOT 2646 – BAABDA, LIBAN

Préparé pour: LA CROIX ROUGE LIBANAISE
Etabli par: Mr. Imad ESTA

إماد الأسطا
مهندس مدني



RAPPORT GEOTECHNIQUE

I. INTRODUCTION

Suite à la demande de Monsieur Elie DAGHER de la Croix Rouge libanaise, nous avons réalisé une reconnaissance du sol à l'emplacement de la parcelle 2646 à BAABDA.

Pour cela 3 sondages, de 15m de profondeur chacun, ont été exécutés aux emplacements indiqués par le Consultant, le premier à la cote 240 et les deux autres à la cote 242.3 et 242.8.

Cette reconnaissance a été faite au moyen d'un Wagon Drill équipé d'un appareil électronique LUTZ permettant d'enregistrer en continu la vitesse d'avancement en fonction de la profondeur, à pression constante sur l'outil.

L'intérêt de ce type de reconnaissance est :

- D'une part qu'il est adapté au type de sol existant, et qu'il permet de détecter avec précision, en surface et en profondeur, la présence de cavités éventuelles.
- D'autre part qu'il permet, moyennant les corrélations données par LUTZ, de préciser la contrainte admissible à adopter.

L'implantation des sondages est donnée en annexe.

عماد الأسطى
مهندس مدني

II. RESULTATS

Les diagraphies LUTZ sont données en annexe.

Elles montrent la présence d'un remblai constitué par une marne blanchâtre ou rougeâtre en surface, de 1m à 2m d'épaisseur, avec une vitesse d'avancement comprise entre 80m/h et 250m/h.

En dessous c'est un complexe marno calcaire très dur avec une vitesse d'avancement comprise entre 10m/h et 20m/h.

Le toit du calcaire blanchâtre est rencontré à la cote 233 en S1, 234 en S2 et S3. Toutefois il convient de noter que ce calcaire est dur en S1, par contre en S2 et S3 il contient des passages moins durs avec des vitesses d'avancement voisines de 125m/h.

III. INTERPRETATION

Les caractéristiques mécaniques du massif existant sous la couche de remblai, notamment l'angle de frottement interne ϕ et la cohésion c , ne peuvent être déterminées en laboratoire. Nous essayons de le faire par corrélation.

En effet, d'après LUTZ et vérifiée par nous-mêmes sur différents chantiers, la relation qui relie le module de déformation Ménard à la vitesse d'avancement, est du type :

$$\log E_M = -0.98 \log V_a + 4.09$$

Par ailleurs, la pression limite p_l et le module de déformation Ménard E_M sont liés à l'angle de frottement interne ϕ et la cohésion c par une relation donnée par MENARD en 1957 et améliorée par SALENÇON en 1966 sous la forme

عبد الأسطى
مهندس مدني

$$p_1 = (1 + \sin\phi)(p_0 + C \cot\phi) \left[\frac{E}{4(1 - \nu^2)(p_0 \sin\phi + C \cos\phi)} \right]^{\frac{\sin\phi}{1 + \sin\phi}} - C \cot\phi$$

Nous choisirons 2 types de sol rencontrés pour réaliser la fouille et se distinguant de par leur vitesse d'avancement.

A ces vitesses correspondant des modules E_M donnés ci après

Pour des pressions limites correspondantes estimées, nous déterminons l'angle de frottement interne ϕ et la cohésion c compatibles avec la pression limite et le module correspondant.

Nous obtenons ainsi :

$$v = 50\text{m/h (marne)} \quad E_M = 266\text{MPa} \quad p_1 = 2.5\text{MPa} \quad c = 65\text{kPa} \quad \phi = 28^\circ$$

$$v = 100\text{m/h (marne)} \quad E_M = 135\text{MPa} \quad p_1 = 2.0\text{MPa} \quad c = 45\text{kPa} \quad \phi = 28^\circ$$

IV. LE PROJET

C'est un immeuble comprenant deux sous sols et cinq étages

Il transmet donc, au niveau des fondations supposées sur radier général, une contrainte verticale $\sigma_m = 120\text{kPa}$

A noter que dans la coupe donnée par Monsieur DAGHER, la dalle du troisième sou sol est à -6.25 par rapport au 0 de la route qui correspond à la cote à la cote 239.25 moyenne.

Le toit du dernier sous sol est donc à la cote 233.

عبد الأسطفا
مهندس مدني

FONDATIONS

a. Nature

Nous adopterons des fondations superficielles, isolées ou continues.

b. Cote

La cote du dernier sous sol étant à 233, les fondations seront supposées à la cote 232.

c. Contrainte admissible

A cette cote les fondations sont toutes encastrées dans le calcaire blanchâtre.

Pour tenir compte des passages tendres rencontrés, la contrainte admissible, sous charge verticale centrée et pour un coefficient de sécurité de 3, sera limitée à 600kPa.

$$q_{adm} = 600\text{kPa}$$

d. Tassement

Pour prendre en compte l'interférence des charges, le tassement d'une semelle est calculé comme étant la somme de deux termes :

- Le premier est obtenu en supposant le bâtiment fondé sur radier général et soumis à la contrainte verticale moyenne σ_m .
- Le second est obtenu en appliquant sur la semelle une contrainte verticale $\sigma_s - \sigma_m$, σ_s étant la contrainte de service.

De façon générale le tassement est donné par la relation :

$$w = \frac{2qB_0}{9E_d} \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha + \frac{\lambda_c q B}{9E_c} \alpha$$

عبد الأسطى
مهندس مدني

où :

- * E_d et E_c sont les modules Ménard déviatoriques et isotropes.
- * α est un coefficient rhéologique dépendant de la nature du sol.
- * λ_d et λ_c coefficients de forme, égaux respectivement à 1,12 et 1,1 pour une semelle carrée.
- * q est la contrainte de service appliquée sur la semelle de la fondation.
- * $B_0 = 60\text{cm}$ est la largeur de référence.
- * B la largeur ou le diamètre de la fondation.

Ici, le premier terme est pratiquement nul du fait que l'on décharge le sol d'une contrainte égale en moyenne à $10\text{m} \times 20\text{kN/m}^3 = 200\text{kPa}$ de loin supérieure à σ_m .

Reste le second terme.

Pour une semelle de $3\text{m} \times 3\text{m}$ soumise à une contrainte égale à 500kPa et reposant sur un sol de module 300MPa ayant un coefficient de structure égale à $\frac{1}{2}$, le tassement est de l'ordre du mm.

Ce tassement total ainsi que, celui différentiel qu'il génère, n'est pas préjudiciable à la structure.

VI. FOUILLES

a. Données géométriques

Le fond de fouille étant à la cote 232, il s'agit donc de réaliser une fouille dont la hauteur est égale à 7m côté route et à 11m côté parcelle 2657.

Cette dernière parcelle comprend un bâtiment de 6 étages dont la distance à la limite de la parcelle 2646 varie entre 3m et 6m .

Cette construction sera supposée être à la cote 243 et exerce une contrainte verticale à ce niveau égale à 100kPa .

عماد الأسطا
مهندس مدني



b. Données mécaniques

La roche calcaire étant à la cote 233, nous supposons que la fouille est réalisée dans la marne caractérisée par

$$\varphi = 28^{\circ} \quad c = 65 \text{ kPa}$$

c. Principe de l'étude.

La stabilité globale est faite à l'État Limite Ultime par la méthode des tranches de BISHOP en affectant les caractéristiques mécaniques de coefficients de sécurité conventionnels, le coefficient de sécurité globale Γ_m devant être supérieur ou égal à 1.

d. Premiers résultats.

d.1. Côté route

La stabilité d'une fouille verticale de 7m de hauteur est à peine assurée Fig.1 car le coefficient de sécurité est égal à 0.94.

Pour dépasser 1 et pour tenir compte du recul on pourra ouvrir la fouille en créant une risberme de 1.5m de largeur au milieu de la hauteur. La stabilité est alors assurée. Fig.2.

d.2. Côté parcelle 2657

La stabilité d'une fouille verticale est loin d'être assurée Fig.3

Il est donc nécessaire de réaliser un soutènement de la fouille.

Nous proposons dans ce qui suit de stabiliser le parement par clouage en prévoyant 2 nappes de tirants en tête et des clous passifs ensuite. Dans notre étude les tirants sont des monobares $\Phi 32\text{mm}$ nuance 950/1050 ayant une charge de service de 400kN et les clous sont des armatures $\Phi 25\text{mm}$ nuance 500/550. Le parement sera protégé progressivement au fur et à mesure de l'excavation par du béton projeté à sec de 20cm d'épaisseur au niveau des tirants et de 15cm d'épaisseur ensuite.

عماد الأسطا
مهندس مدني

La Fig.4 montre que la stabilité est assurée avec 2 nappes de tirants de longueur 15m chacun espacés horizontalement de 2m et avec 2 nappes de clous de 12m de longueur chacun espacés horizontalement de 3m.

VII. SISMIQUE – UBC

Selon l'UBC, le type de profil à adopter est S_B , et l'accélération horizontale maximale à prendre en compte est $a_h = 0.25g$.

Imad ESTA
عماد الأسطا
مهندس مدني

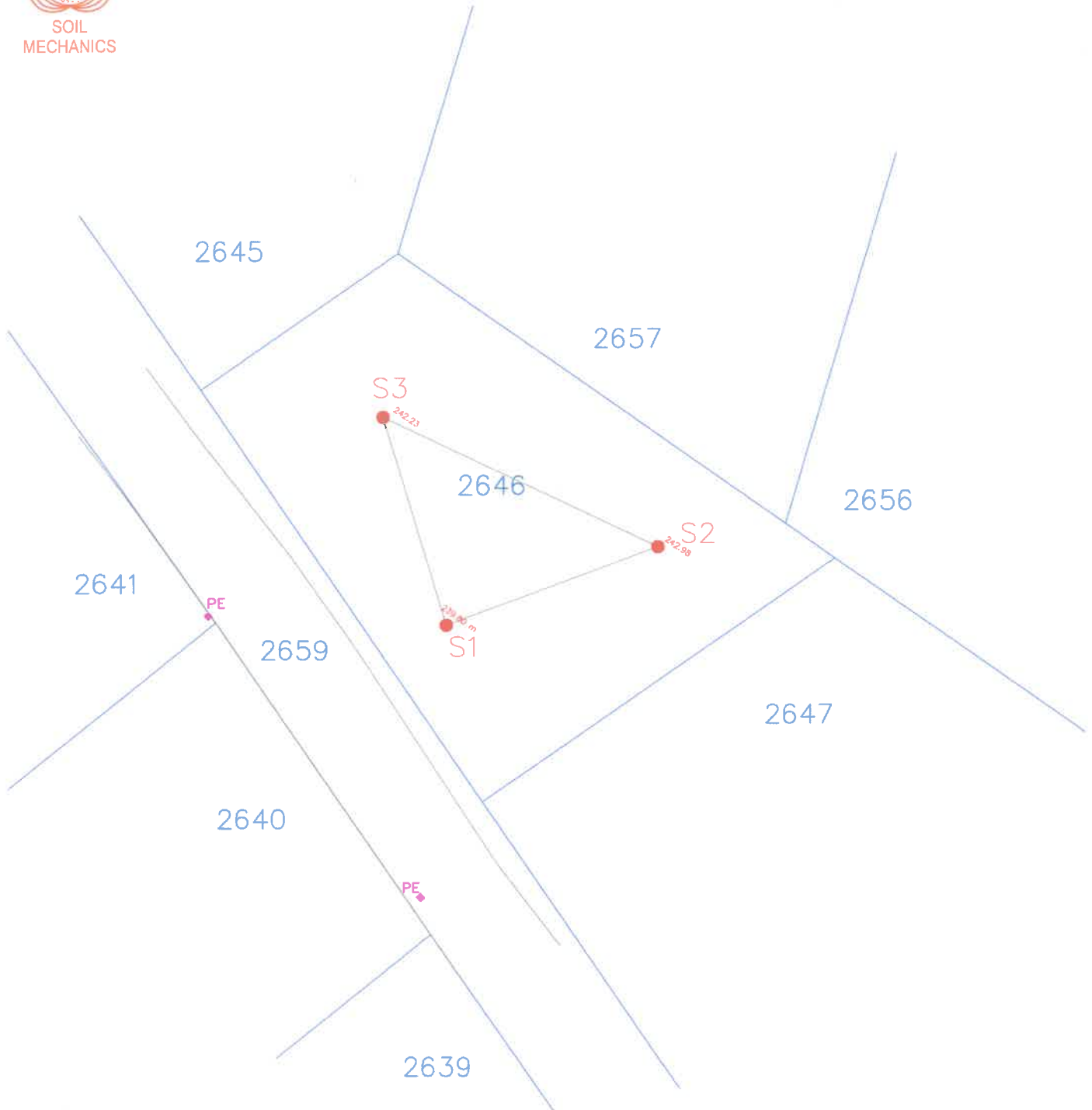


Schéma d'implantation des sondages – Baabda 2646

عماد الأسطا
مهندس مدني





Contrat BAABDA

Parcelle N. 4697

Date : 12/9/2020

Cote NGF : 137.37

Profondeur : 0.00 - 12.27 m

Heure début : 12:10 PM

Machine :

X : E 0° 0.0000

Heure fin : 1:21 PM

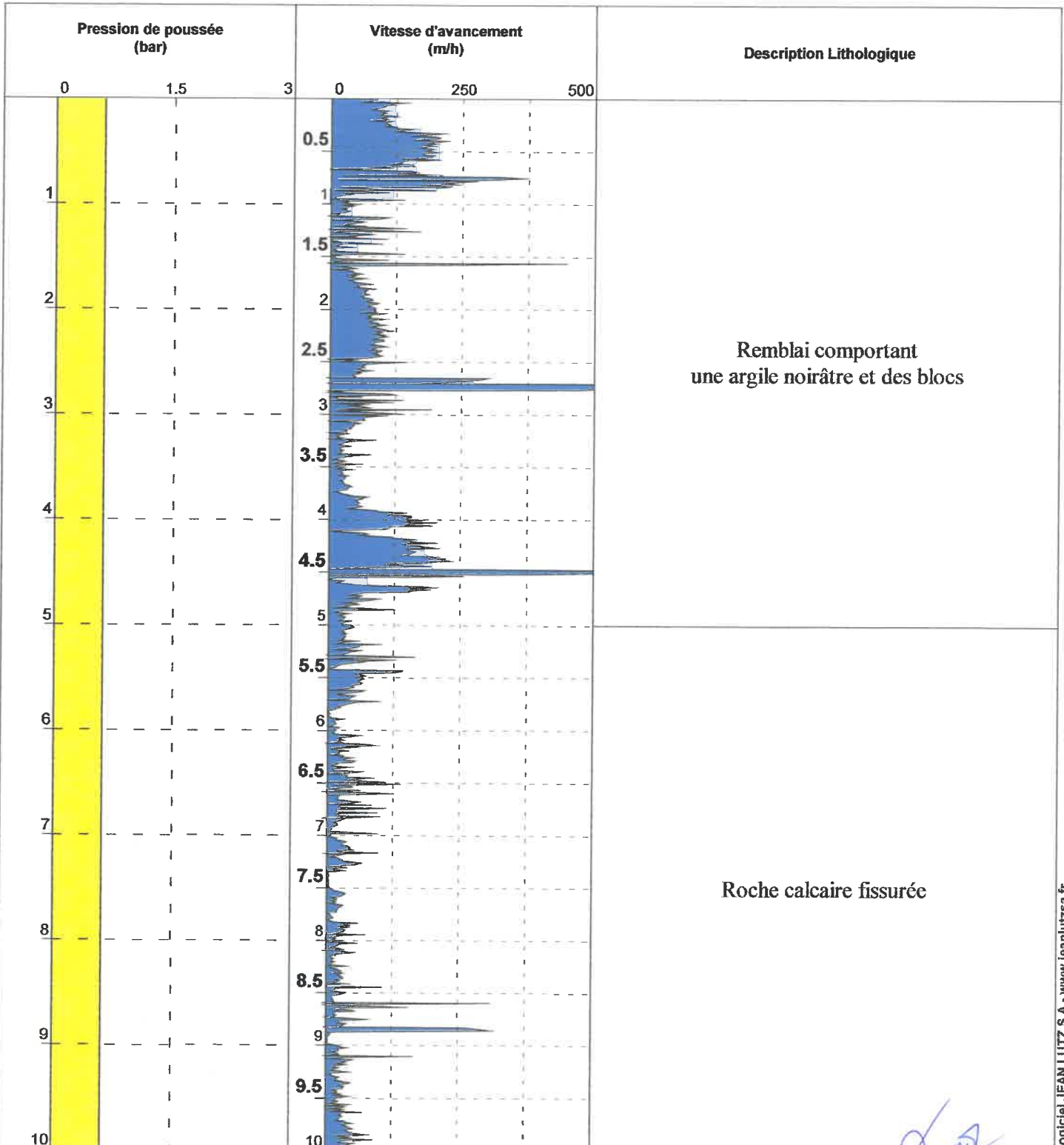
Angle :

Y : N 0° 0.0000

1/50

Forage : S1

EXGTE 3.16/LB2EPF538EN



Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

عبد الأسطى
مهندس مدني

Page 1/2

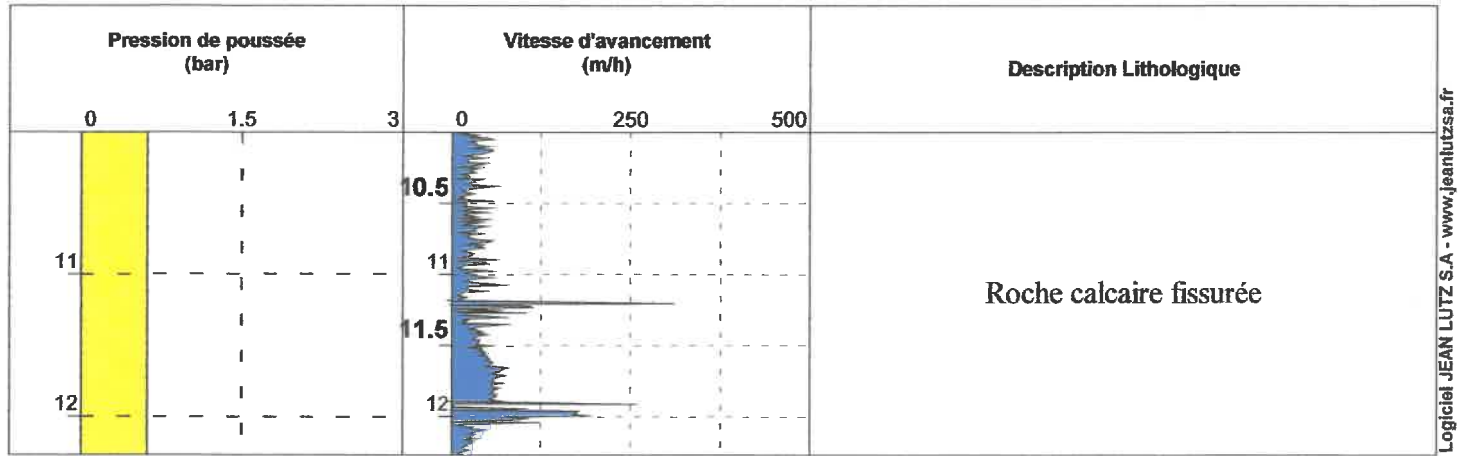


SOIL
MECHANICS

Parcelle N. 4697

1/50

S1



Page 2/2

عماد الأسطا
مهندس مدني



SOIL
MECHANICS

Contrat BAABDA

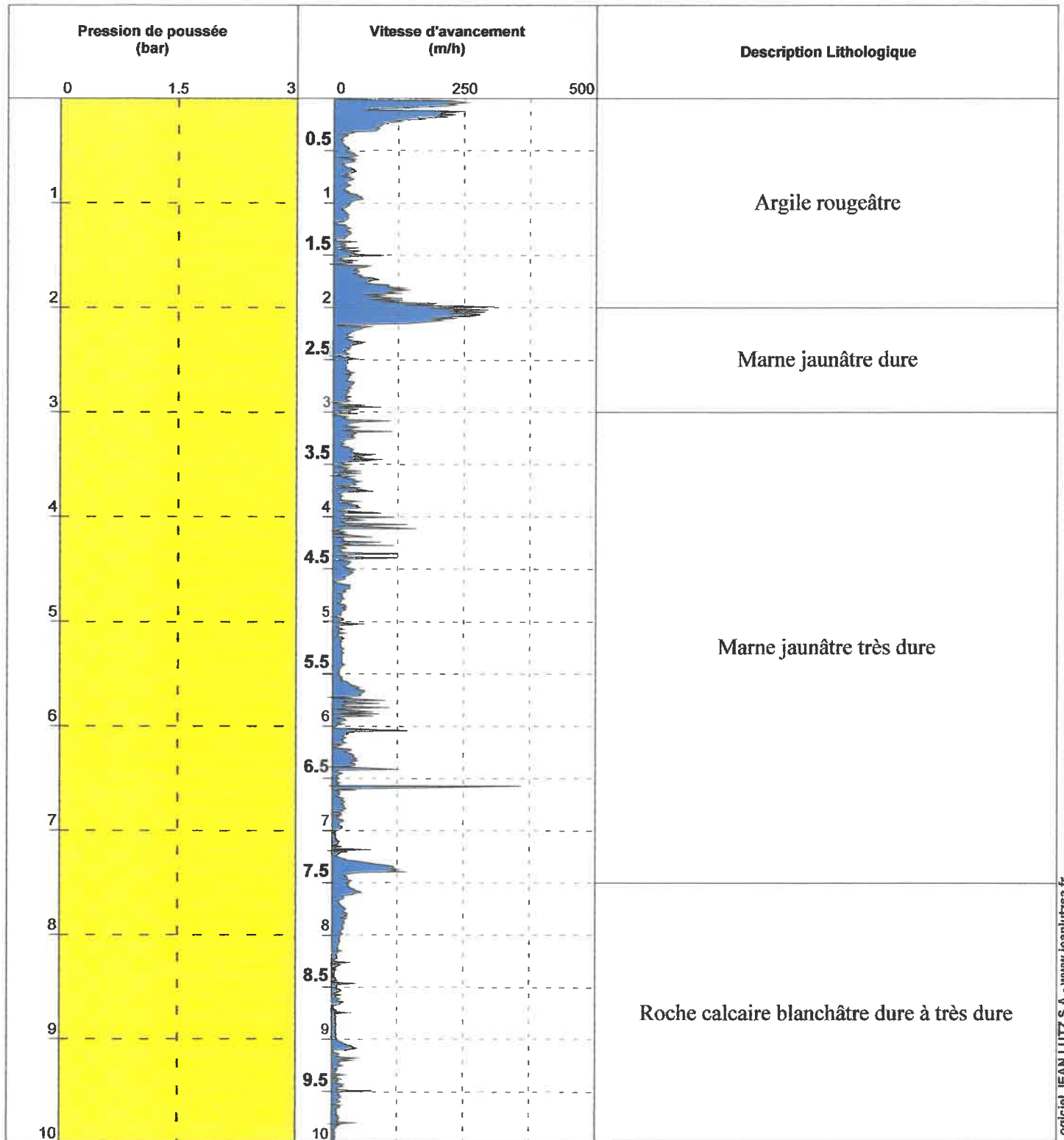
Parcelle 2646

Date : 9/29/2021	Cote NGF : 242.3	Profondeur : 0.00 - 14.99 m
Heure début : 11:36 AM	Machine :	X : E 0° 0.0000
Heure fin : 1:33 PM	Angle :	Y : N 0° 0.0000

1/50

Forage : S2

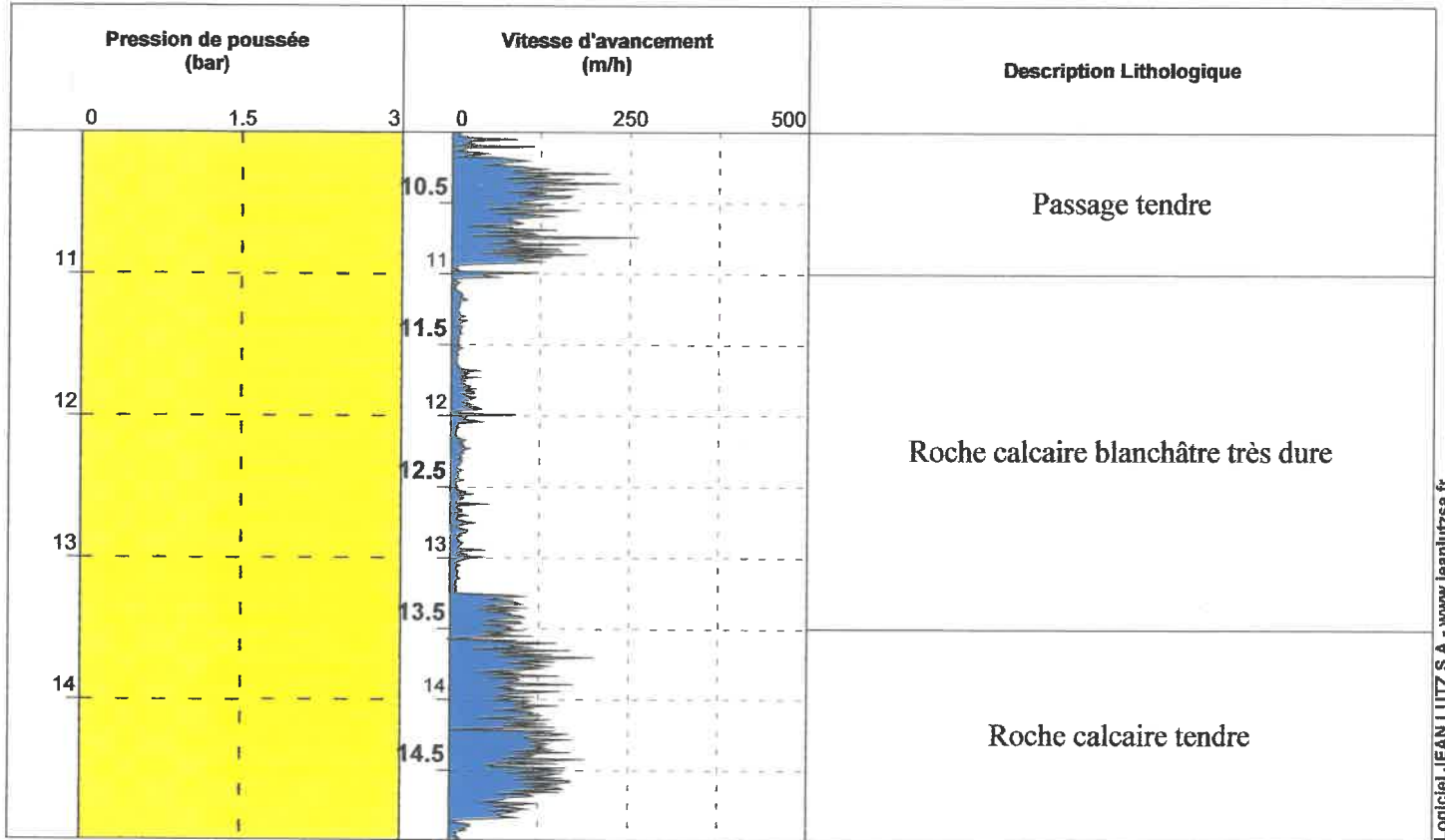
EXGTE 3.16/LB2EPF538EN



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanelutzsa.fr

Page 1/2

الأستاذ
الطبيب مدني



عماد الأسطا
مهندس مدني





Contrat BAABDA

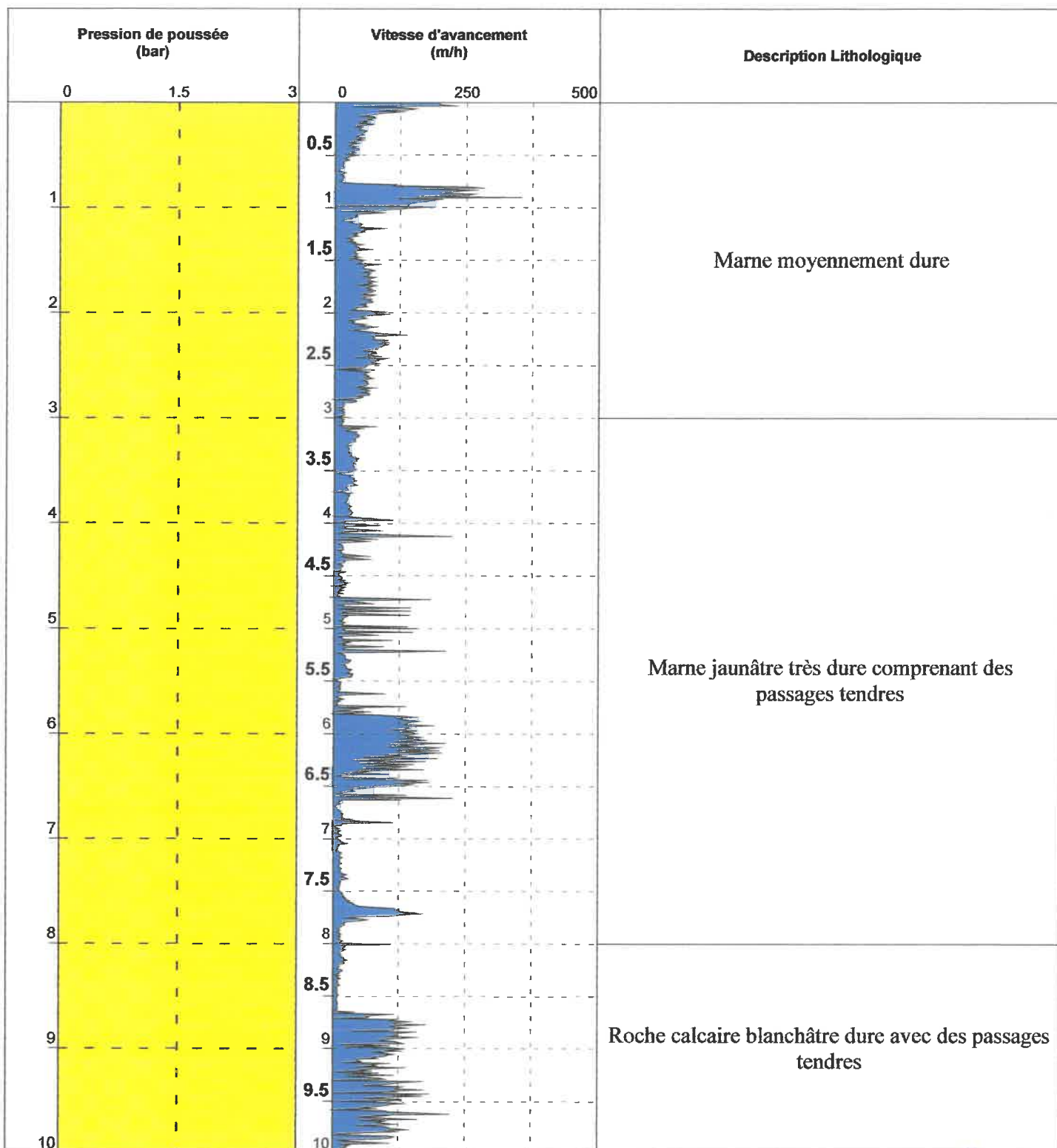
Parcelle 2646

Date : 9/29/2021 Cote NGF : 242.8 Profondeur : 0.00 - 15.00 m
Heure début : 1:41 PM Machine : X : E 0° 0.0000
Heure fin : 2:39 PM Angle : Y : N 0° 0.0000

1/50

Forage : S3

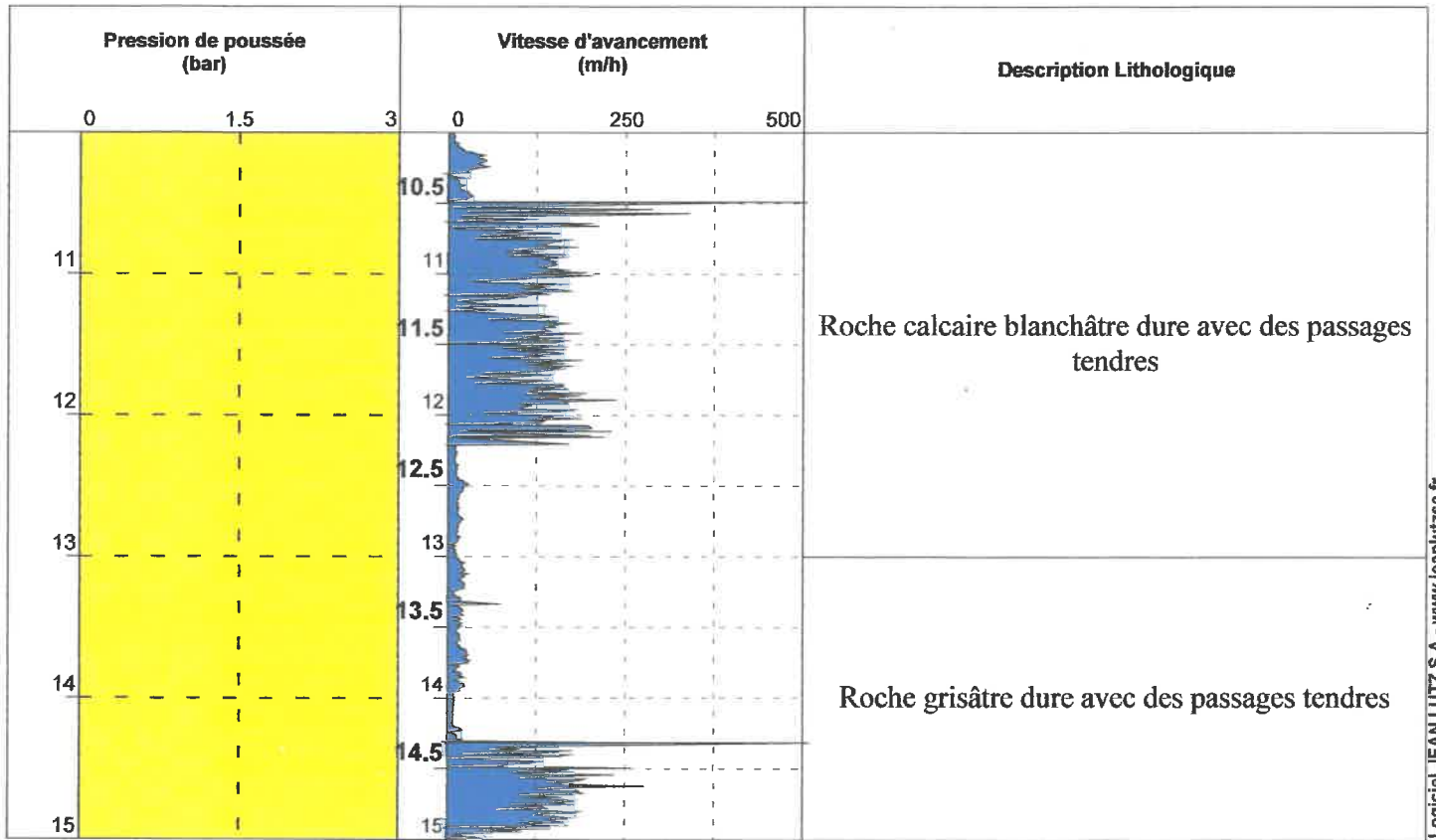
EXGTE 3.16/LB2EPF538EN



Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanelutza.fr

Page 1/2

عبد الأسطى
مهندس مدني



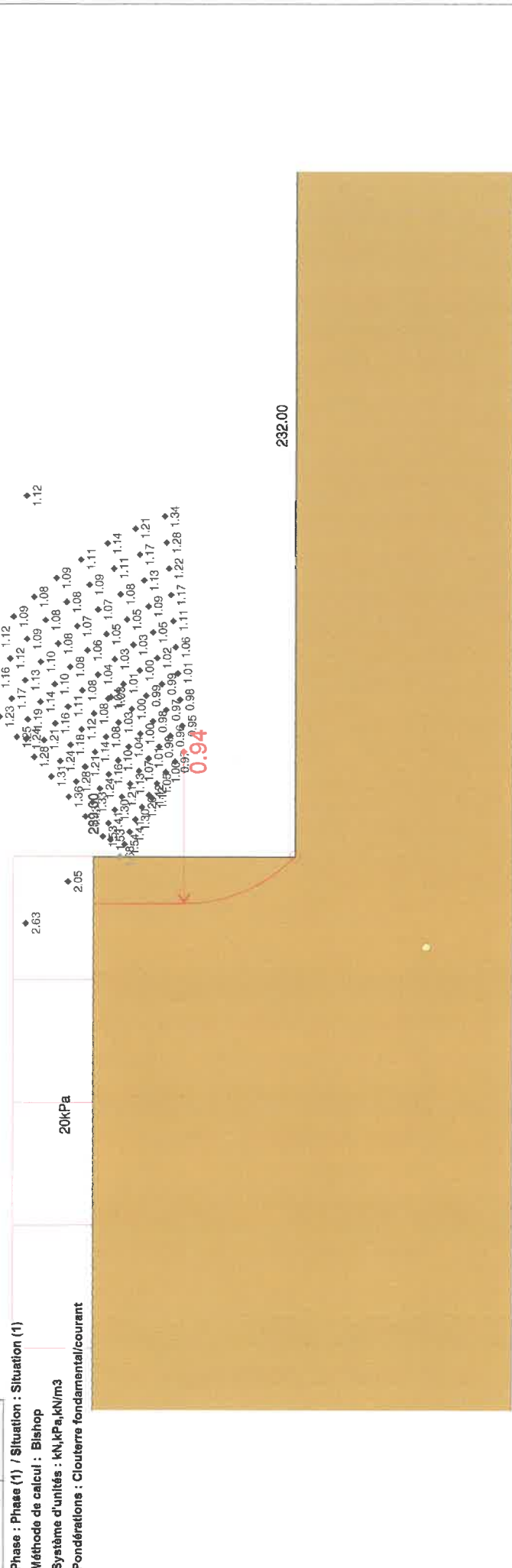
عبد الأسطفا
مهندس مدني

Sol n°	1
γ (kN/m ³)	20.00
φ (°)	28.00
c(kPa)	65.00
Δc (kPa/m)	0.00

4.00

Echelle: 200

F_{min} = 0.94



عماد الأسطا
مهندس مدني

1 Sol

TALREN 4 v2.0.4



Figure 1 / Baabda 2646 - Cas 1

C:\...\Baabda 2646 - Cas 1.prij

Etude réalisée par :
TERRE ARMEE
STE ARABO-EUROPEENNE
Imprimée le : 10/5/21 à 10:50:42 AM

Numéro d'affaire : Figure 1

Titre du calcul : Baabda 2646 - Cas 1

Lieu : Baabda

Commentaires :

Système d'unités : kN,kPa,kN/m3

γw : 10.0

Couches de sols

	Nom	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB
1	Sol	20.00	28.00	65.00	0.00	-	-	-

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-30.00	7.00	2	0.00	7.00	3	0.00	0.00	4	30.00	0.00

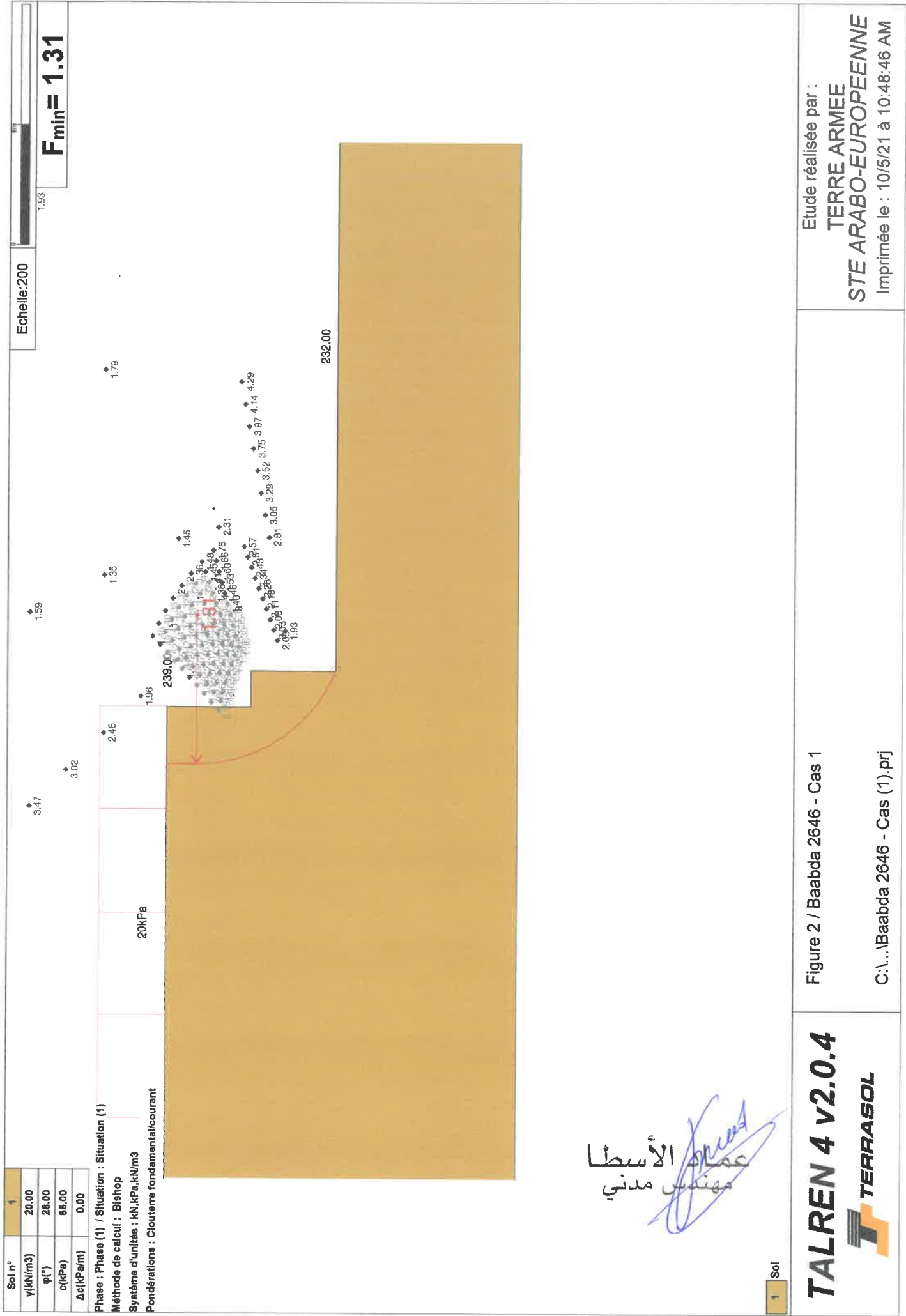
Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droit	Y droit	q droit	Ang/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion
1	Sr 1	-30.00	7.00	20.00	0.00	7.00	20.00	90.00	0.00	0.00

عبد الأسطفا
مهندس مدني



Numéro d'affaire : Figure 2

Titre du calcul : Baabda 2646 - Cas 1

Lieu : Baabda

Commentaires :

Système d'unités : kN,kPa,kN/m3

vw : 10.0

Couches de sols

	Nom	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB
1	Sol	20.00	28.00	65.00	0.00	-	-	-

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-30.00	7.00	2	0.00	7.00	3	0.00	3.50	4	1.50	3.50	5	1.50	0.00	6	30.00	0.00

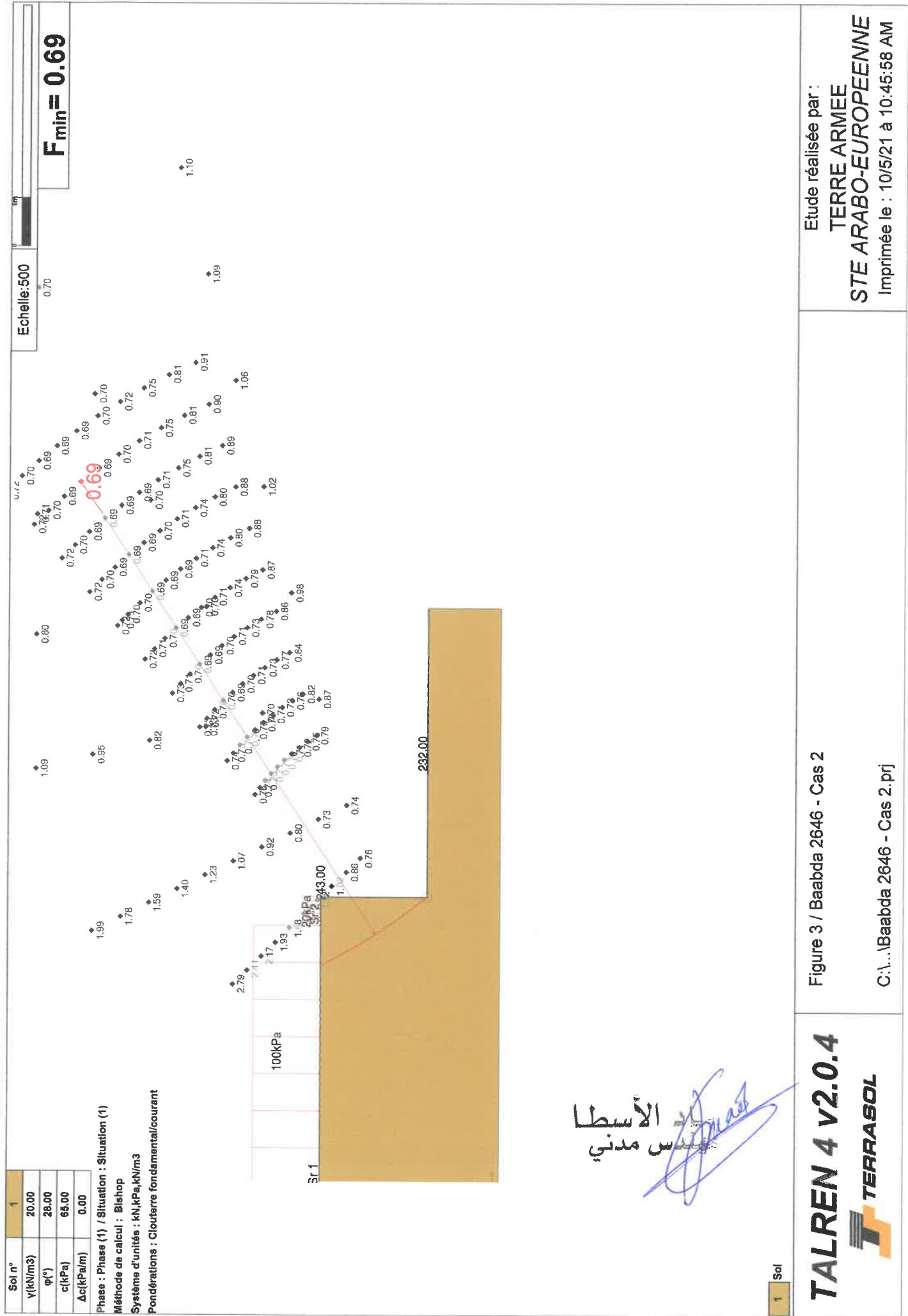
Segments

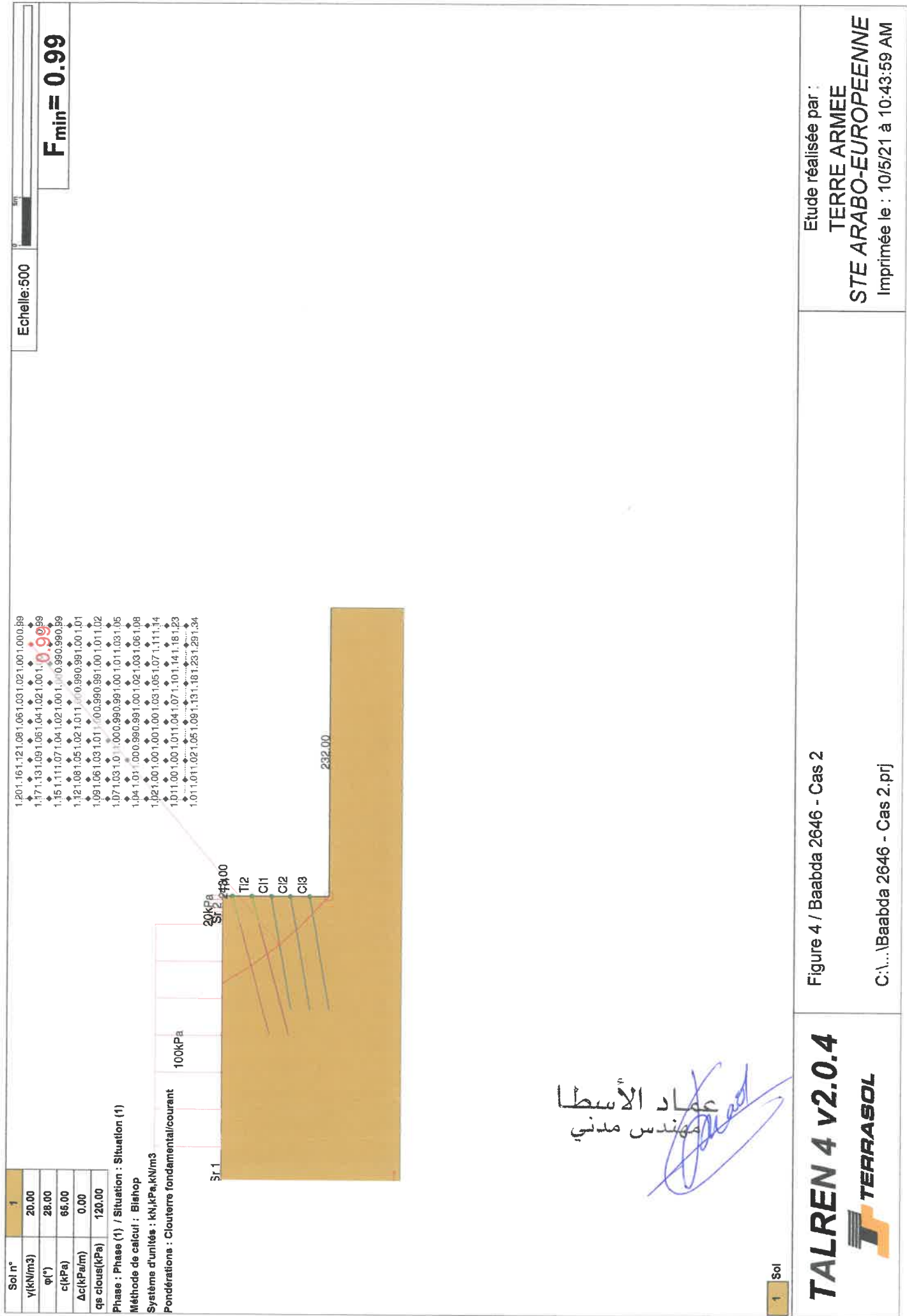
	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droit	Y droit	q droit	Ang/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion
1	Sr 1	-30.00	7.00	20.00	0.00	7.00	20.00	90.00	0.00	0.00

عبد الأسطفا
مهندس مدني





Numéro d'affaire : Figure 4

Titre du calcul : Baabda 2646 - Cas 2

Lieu : Baabda

Commentaires :

Système d'unités : kN,kPa,kN/m3

yw : 10.0

Couches de sols

	Nom	Y	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB
1	Sol	20.00	28.00	65.00	0.00	120.0	-	-

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	-30.00	11.00	2	-3.00	11.00	3	0.00	11.00	4	0.00	0.00	5	30.00	0.00

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droit	Y droit	q droit	Ang/horizontale	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion
1	Sr 1	-30.00	11.00	100.00	-3.00	11.00	100.00	90.00	0.00	0.00
2	Sr 2	-3.00	11.00	20.00	0.00	11.00	20.00	90.00	0.00	0.00

Clous

	Nom	TR	Espacement horizontal	X	Y	Longueur	Inclinaison/horizontale	Largeur base de diffusion
1	Cl1	240.00	3.00	0.00	6.00	12.00	10.00	2.00
2	Cl2	240.00	3.00	0.00	4.00	12.00	10.00	2.00
3	Cl3	240.00	3.00	0.00	2.00	12.00	10.00	2.00

	Nom	Angle de diffusion	Rsc	Rayon équivalent	Règle de calcul	Cisaillement imposé Rcis
1	Cl1	20.00	-	0.06	Tcal, Cimp	0.00
2	Cl2	20.00	-	0.06	Tcal, Cimp	0.00
3	Cl3	20.00	-	0.06	Tcal, Cimp	0.00

	Nom	Moment de plastification	EI	Angle critique	Traction	Cisaillement	qs clous issus de...	Φ barre	σ_e
1	Cl1	-	-	5.00	externe	externe	Abaques	-	-
2	Cl2	-	-	5.00	externe	externe	Abaques	-	-
3	Cl3	-	-	5.00	externe	externe	Abaques	-	-

Tirants

	Nom	X	Y	Longueur libre	Longueur scellée	Espacement horizontal	Inclinaison/horizontale	qs tirants issus de...
1	Ti1	0.00	10.00	3.00	12.00	2.00	15.00	Abaques
2	Ti2	0.00	8.00	3.00	12.00	2.00	15.00	Abaques

	Nom	Largeur base de diffusion	Angle de diffusion	Règle de calcul	re	RQS	TR
1	Ti1	2.00	20.00	Prorata longueur/scellement	-	835.00	720.00
2	Ti2	2.00	20.00	Prorata longueur/scellement	-	835.00	720.00

عبد الله الأسطى
مهندس مدني