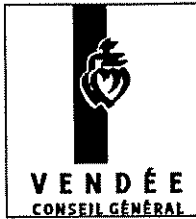


MAITRE D'OUVRAGE & MAITRISE D'OEUVRE:



DEPARTEMENT DE LA VENDEE
SMD - Service Maritime - 39 Ter, Rue de la Bauduère
BP 50388 - 85108 LES SABLES D'OLONNE

ASSISTANCE MAITRISE D'OEUVRE:



BCEOM

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'INGÉNIERIE

Département Génie Civil et Infrastructures

78, Allée John Napier - CS 89017

34965 MONTPELLIER CEDEX 2

Tél. : 04 67 99 22 00

Fax : 04 67 65 03 18

PORT DES SABLES D'OLONNE

TRAVAUX DE GENIE CIVIL POUR ELEVATEUR A BATEAUX DE 500 TONNES

GROUPEMENT D'ENTREPRISES :



BALINEAU S.A.
18, Avenue Gustave Eiffel
33608 PESSAC CEDEX
Tél. : 05 57 89 16 78
Fax : 05 56 07 34 78



STRAPO

Z.I. Les Plesses - 6, Rue La Corbuser
LE CHATEAU D'OLONNE-B.P. 11850
85118 LES SABLES D'OLONNE Cedex

Tél. : 02 51 21 49 53
Fax : 02 51 22 07 98

SOUS-TRAITANT:

ESTACADE POUR ELEVATEUR

JUSTIFICATION DES MICROPIEUX

IND.	DATE	DESS.	VERIF.	MODIFICATIONS
-	18/1/06	TEMSOL	J. L.	Edition d'origine
A	8/2/06	J. L.	J. L.	Prise en compte observ. note N20 de BCEOM. Modifié micropieux.
B	22/5/06	J. L.		Prise en compte résultat des essais des micropieux.
R	06/06/07	J. L.		Recolement

RECOLEMENT

Edition document:

TEMSOL

AFFAIRE

25186

N° DOCUMENT

N3-11_R



16 janvier 2006

NDC 001 - indice O

DEPARTEMENT DE LA VENDEE

COMMUNE DES SABLES D'OLONNE

ELEVATEUR A BATEAUX DE 500T

FONDATIONS PROFONDES
MICROPIEUX

NOTE DE CALCUL

Dossier n° 2005.258

Ⓐ Modifié J. LATAPY le 8/2/06
Ⓑ Complété le 22/5/06 J. LATAPY

SOMMAIRE

1. PREAMBULE

2. PRINCIPE DE FONDATION

3. DIMENSIONNEMENT VIS-A-VIS DU SOL

3.1. Coupe géomécanique de référence

3.2. Charges portantes caractéristiques

3.2.1. Etat Limite Ultime – Combinaisons fondamentales

3.2.2. Etat Limite de Service – Combinaisons rares

4.. JUSTIFICATION VIS-A-VIS DES CRITERES DE RESISTANCE DES MATERIAUX

5/ LONGUEUR DES PIEUX

6/ CONTRAINTES MAXIMALES EN TETE

7/ FLAMBEMENT

4.3. Flambement

8/ LIAISON MICROPIEUX SUPERSTRUCTURE

7.4. MICROPIEUX SUPERSTRUCTURE

9/ Prise en compte essais micropieux

7.5. PRISE EN COMPTE DES ESSAIS

7.5. MICROPIEUX

85 - SABLES OLONNE
ELEVATEUR A BATEAUX
- 3 -

L'objet de cette note est de proposer un dimensionnement des micropieux, solution technique retenue pour fonder l'ouvrage.

1. PREAMBULE

Documents de référence :

- Fascicule n° 62 - Titre V.
- Reconnaissance de sol FONDOUEST n° 00/6762 du 15/06/2000.
- Descente de charges note calcul fournies par Balineau..

2. PRINCIPE DE FONDATION

Il s'agit de reporter uniformément les charges verticales en profondeur par l'intermédiaire de micropieux type II.

3. DIMENSIONNEMENT VIS-A-VIS DU SOL

3.1. Coupe géomécanique moyenne de référence

Couches (niveau NGF)			n°	Qs
de +4.00 à -2.80	Maçonneries		1	/
de -2.80 à -3.80	Terrain neutralisé		2	/
de -3.80 à -5.30	Micaschiste altéré		3	20 t/m²
à partir de : -5.30	Micaschiste rocheux		4	40 t/m²

NB : Conditions d'exécution des micropieux = remplissage BP.

3.2. Charges portantes caractéristiques

Nous considérons que les couches n° ^{3 et 4} ~~2 et 3~~ seront sollicitées par les micropieux au seul frottement latéral, le terme de pointe étant négligé.

3.2.1. Etat Limite Ultime - Combinaisons fondamentales

$$Q_{adm} = Q_u / 1.40 \quad \text{et} \quad Q_u = Q_{su}$$

(Q_u étant la charge limite)
(Q_{su} étant l'effort limite mobilisable par frottement latéral sur une hauteur définie)

$$\text{Soit : } Q_{adm} = Q_{su} / 1.40$$

$$\text{avec } Q_{su} = \sum (\Pi \cdot D_f \cdot Q_s \cdot H) = \text{Somme } (Q_i \times H_i).$$

Avec :	D_f	= Diamètre de forage	= 0.25 m
	Q_{s3}	= Frottement latéral unitaire limite	= 20 t/m²
	H_3	= Hauteur d'ancrage dans la couche	= 2.0 m

$$\text{Donc : } Q_3 = 22.4 \text{ t}$$

$$\text{Et : } Q_4 = 22.4 \text{ t/ml}$$

14 pages

85 - SABLES OLONNE
ELEVATEUR A BATEAUX
- 4 -

3.2.2. Etat Limite de Service – Combinaisons rares

$$Q_{adm} = Q_c / 1.10 \quad \text{et} \quad Q_c = 0.7 Q_{su} \quad (Q_c \text{ étant la charge de fluage})$$

$$\text{Soit : } Q_{adm} = Q_{su} / 1.57$$

$$\text{avec } Q_{su} = \Sigma (\Pi * D_f * Q_s * H) = \text{Somme } (Q_i \times H_i).$$

Avec :	Df	= Diamètre de forage	= 0.25 m
	Qs3	= Frottement latéral unitaire limite	= 20 t/m ²
	H3	= Hauteur d'ancrage dans la couche	= 2.0 m

$$\text{Donc : } Q_3 = 20.0 \text{ t}$$

$$\text{Et : } Q_4 = 20.0 \text{ t/ml}$$

14 page 5

NB : Les longueurs d'ancrages seront déterminées à partir de la méthode de calcul la plus défavorable – dans notre cas : E.L.U.

4. JUSTIFICATION VIS-A-VIS DES CRITERES DE RESISTANCE DES MATERIAUX

Il sera utilisé un ciment de type CPA - CEM I / 42.5 PMES

4.1. Corrosion

Pour tenir compte des risques de corrosion, une diminution d'épaisseur sera prise en compte dans les calculs :

$$\text{Soit : Diminution d'épaisseur} = 2.0 \text{ mm.}$$

4.2. Armature

Le choix du type d'armature se portera sur des tubes série pétrolière en acier à haute limite élastique $f_e = 56,2 \text{ kg/mm}^2$.

La contrainte admissible de l'acier étant prise égale $0.6 \times$ sa limite élastique, pour une vérification ELS, nous retiendrons des diamètres :



$$\Rightarrow \text{Tube : } 177.8 \text{ ép. } 11,5 - S = 60,08 \text{ cm}^2 - I = 2087 \text{ cm}^4$$

NB : Prise en compte de la diminution de l'épaisseur :



$$\Rightarrow \text{Tube : } 173.8 \text{ ép. } 9,5 - S = 49,04 \text{ cm}^2 - I \text{ réduite} = 1660 \text{ cm}^4$$

$$I/v = 191 \text{ cm}^3$$

5. VERIFICATION DES MICROPIEUX LONGUEUR

(5)

Efforts en tête des micropieux

cf note de calcul N3.04

$$\text{Cas 1} \quad \begin{array}{l} \Pi = 3.48 \text{ T} \\ (\text{page 42}) \quad N = 55 \text{ T} \end{array}$$

$$\text{Cas 2} \quad \begin{array}{l} M = 3.29 \text{ T} \\ (\text{page 45}) \quad N = 67.6 \text{ T} \end{array}$$

- verification portance

On retiendra que le frottement latéral dans le micarhiste sera rencontré à un niveau perimé de -5.30 NGF.

$$\text{Diamètre de forage} = 0.25 \text{ m}$$

$$q_{su} = 40 \text{ t/m}^2$$

$$\text{d'où } Q_{su} = \pi \times 0.25 \times 40 = 31.4 \text{ t/ml}$$

$$\text{à l'ELS } Q_{adm} = \frac{Q_c}{1.1} = \frac{0.7 Q_{su}}{1.1}$$

$$\text{soit } = 0.7 \times 31.4 / 1.1 = 19.98 \text{ t/ml}$$

$$l_s \geq 67.6 / 19.98 = 3.38 \text{ m}$$

$$\text{à l'ELU } Q_{adm} = \frac{Q_{su}}{1.40} \text{ soit } \frac{31.4}{1.40} = 22.4 \text{ t/ml}$$

$$l_s \geq \frac{1.5 \times 67.6}{22.40} = 4.53 \text{ m}$$

△

Voir page 9 prise en compte du résultat des essais des micropieux

On retiendra un niveau de fondation

$$\text{de } -5.30 \text{ NGF} - 4.53 = -9.83 \text{ NGF}$$

arrondi à -9.90 NGF

en vérifiant que l'ancrage dans le micarhiste sera est supérieur ou égal à 4.60 m.

6.5/ Vérification contraintes ENTETE

Tube $\phi 177.8$ ep 11.5 limite élastique $= 56.2 \text{ kg/cm}^2$

Après corrosion de 2mm, le tube résistant a les caractéristiques suivantes =

A

$\phi 173.8 \text{ mm ep } 9.5 \text{ mm}$

$$\rightarrow S = 49.04 \text{ cm}^2$$

$$I/u = 191 \text{ cm}^4$$

$$I = 1660 \text{ cm}^4$$

Contrainte à l'ELS

Cas 1 $N = 55 \text{ T}$ $M = 3.48 \text{ TM}$

$$\sigma = \frac{55000}{49.04} + \frac{3.48 \text{ ET}}{191} = 2943 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 0.52 \sigma_e$$

Cas 2 $N = 67.6 \text{ T}$ $M = 3.29 \text{ TM}$

$$\sigma = \frac{67600}{49.04} + \frac{3.29 \text{ ET}}{191} = 3100 \text{ kg/cm}^2$$

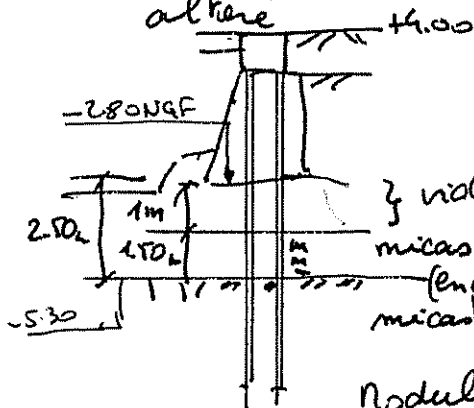
$$= 0.55 \sigma_e$$

Ok

$\sigma < 0.6 \sigma_e$

7./ Vérification flambement

En réalité le flambement des micropieux n'est ici pas possible, car il n'y a pas de hauteur libre ni de tenon traversé très mauvais. Nous ferons néanmoins une vérification en supposant un vide de 1m entre la sous face du mur de soutènement et la tête du micashiste altéré



vide suppose
micashiste altéré $\rightarrow E = 1.5 \text{ NPa}$ $\alpha = 0.50$ $\phi = 0.25 \text{ m}$
(encastrement)
micashiste sain

Module de réaction du sol dans le micashiste altéré (à long terme) $k_f = 0.34 \text{ NPa}$
(fascicule 62)

Suivant le diagramme des courbes de R. SOUCHE (ci joint)
nous admettons $w_h = 1.00 \text{ m}$ $h = 2.50 \rightarrow w = 0.40$

$$m = \frac{h}{\pi} \sqrt{\frac{1c}{EI}}$$

$$= \frac{2.50}{\pi} \sqrt{\frac{340}{2156 \times 1660 \times 10^{-8}}} = 0.80$$

Par lecture du diagramme, il vient $A = 2.50$ (par excès)
charge critique de flambement

$$N_c = \frac{2.50 \times \pi^2 \times 2156 \times 1660 \times 10^{-8}}{2.50^2} = 13767$$

$$\sigma_c = \frac{1376000}{49.09} = 28058 \text{ kg/cm}^2$$

Par ailleurs, les contraintes pondérées maximales
sont les suivantes

$$\sigma_c = \frac{67600 \times 1.50}{49.09} = 2067 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_f = \frac{3.2955 \times 1.50}{19.1} = 2583 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = \frac{28058}{2067} = 13.57$$

$$k_c = \frac{\mu - 1}{\mu - 1.7} = 1.024$$

$$k_f = \frac{\mu + 0.25}{\mu - 1.30} = 1.126$$

$$\text{d'où } \sigma_{che} + k_f \sigma_f = 1.024 \times 2067 + 1.126 \times 2583 = 5025 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_c = 5620 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK}$$

(NB : ce calcul est très conservateur
car le risque de flambement ne se situe pas
au niveau où le moment est maximum)

On reliendra donc des micropieux

ϕ 147.8 ep 11.5 N80 fondés

a - 9.90 NAF env en vérifiant que

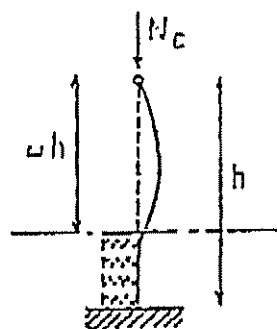
l'ancrage dans les micasthètes sains

est supérieur ou égal à 4.60 m

(B)
voir page 9

8. LIAISON MICROPIEUX / SUPERSTRUCTURE

Les micropieux seront recépés aux cotes indiquées par le BET et ensuite coiffés par un massif BA.
La transmission des efforts de ce massif vers le tube armature des micropieux se fera par l'intermédiaire
d'une platine carrée placée à plat sur le tube armature, en acier E36 et dont les dimensions supposent un
béton fretté pour 15 Mpa maxi.

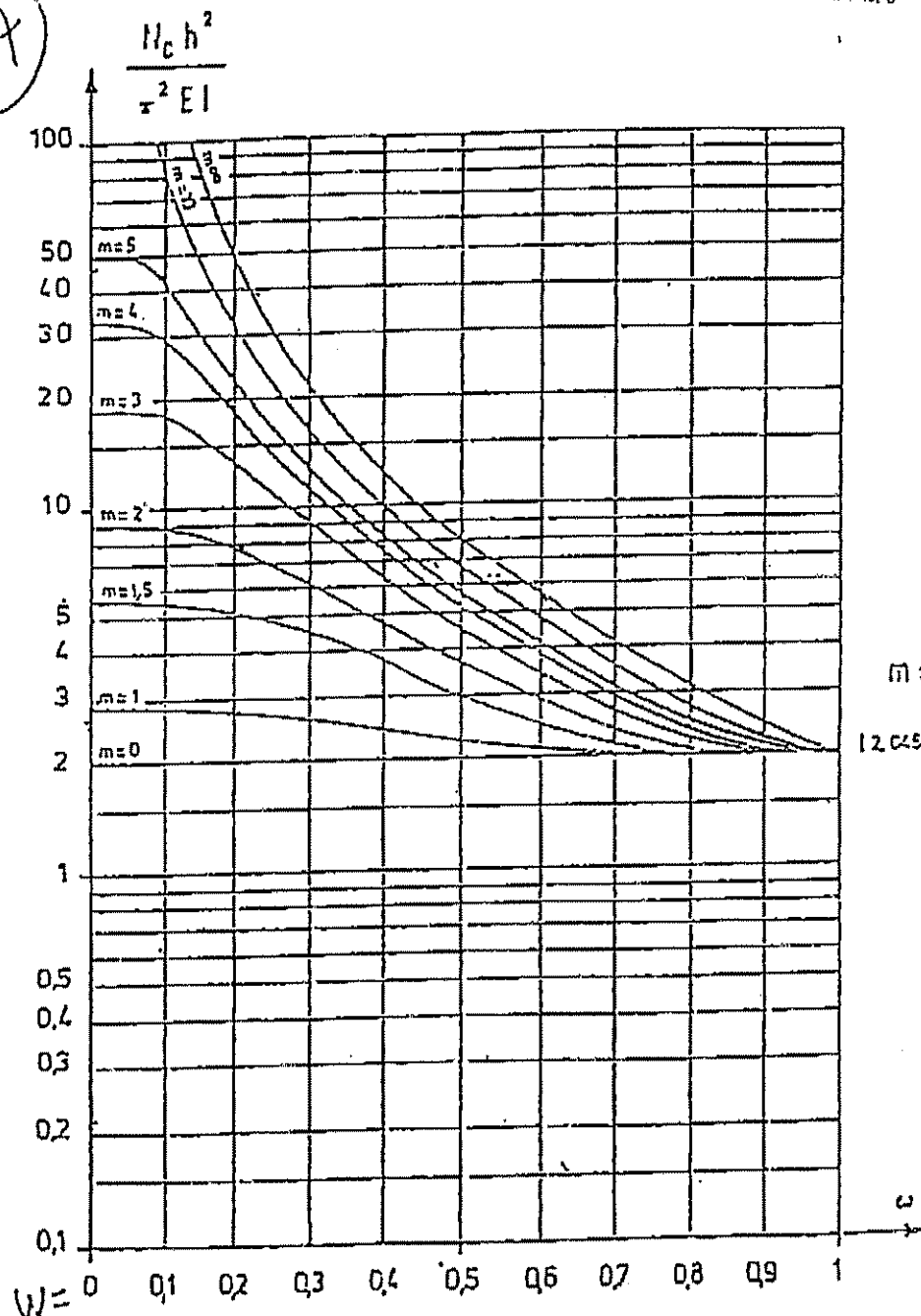


tensoi
ATLANTIQUE

24 - 26 Rue Alessandro Volta
Espace Morignac Phare, BP 104
33704 MERIGNAC CEDEX
Tél. 05 56 34 90 28/05 56 34 32 90
Fax 05 56 34 90 23/05 56 34 41 89

SA AU CAPITAL DE 100.000 €
SIRET 410 619 509 00014
APE 472 U

(A)



$$m = \frac{h}{\tau} \sqrt[4]{\frac{K}{EI}}$$

(2, 0.55)

micropieux d'essai

1 micropieu a 150T (NP1) pas de rupture, l'essai n'ayant pas pu être poursuivi au delà de la capacité du verin utilisé pour l'essai.

1 micropieu NP2 avec rupture du scellement a 140T
(voir rapport d'essai des micropieux)

Fluage a 140T (= Q_u)

Charge admissible a l'ELU sur une combinaison fondamentale $Q_{max} = Q_u / 1.40 = 100T$.

Or la charge maximale sur les micropieux a l'ELU est de $67.6 \times 1.50 \approx 100T$ (par légèreté)

Ainsi le micropieu d'essai n°2 a une résistance égale a celle nécessaire pour reprendre les efforts appliqués à l'ouvrage.

Il est donc retenu que les micropieux de l'ouvrage doivent être scellés dans les mêmes conditions que ce micropieu n°2.

Ce micropieu s'avère fondé a $2.30NGF - 12.97 = -10.67NGF$.
avec un scellement sur micashite sain et altéré égale $12.97.680 = 6.17m$.

les micropieux de l'ouvrage seront donc fondés et scellés suivant les mêmes niveaux et longueurs.

Fondation a $-10.67NGF$ - scellement $\geq 6.17m$

voir ci-après la coupe géologique sur le micropieu n°2.

Voir également les résultats des essais des micropieux n°1 et 2, ainsi que les échanges de documents et courriers entre BCEON, BALINEAU et le Service Navire du Conseil Général (non joints)



Nom du CHANTIER : Elevation à Bateaux
VILLE : 85- SABLES D'OLONNE

N° dossier 10
2005.258

RAPPORT DE CHANTIER

DATE : Du 04/04/06 Au 04/04/06
Chef d'Equipe : Eric DUPON Second : Eric CLOUTON

MATERIEL : Foreuse : AL 600 COMPACTION

- AF : ϕ 250 mm.

ARMATURE : Ciment : CEM 42,5 PCE-CEI
c/e = 2 ; d = 1,2 ; injection = 38.

OBSERVATIONS : Réalisation micropieux d'essai.

Obs 1 : Pas d'incident au cours d'exécution

Obs 2 : Sol mou \Rightarrow les sons magnétiques pour mp 1
1,6m " " " mp 2

PIEU	PROFONDEUR (m.)	ARMATURES (mm.)	COULIS Injecté (l.)	Diam. (mm.)	COUPE DES TERRAINS
1 (2645)	Ref: +2,30 MGE 13.15	177,8	630 +250 (complément)	250	de 0.00 à 5.50 m = Lagunnaire de 5.50 à 7.00 m = terrain neutrofile de 7.00 à 8.30 m = schiste altéré de 8.30 à 13.15 m = schiste sain
2 (3800)	Ref: +2,30 MGE 12.97	177,8	780 +250 (complément)	250	de 0.00 à 5.20 m = Lagunnaire de 5.20 à 6.80 m = terrain neutrofile de 6.80 à 8.30 m = schiste altéré de 8.30 à 12.97 m = schiste sain
					de à m = de à m = de à m = de à m =
					de à m = de à m = de à m = de à m =
					de à m = de à m = de à m = de à m =
					de à m = de à m = de à m = de à m =
					de à m = de à m = de à m = de à m =

(11)

<u>Caractéristiques dimensionnelles</u>	<u>MICROPIEU (MP)</u>	
Localisation	selon plan	
Date d'exécution du MP (Forage + Équipement + Injection)	04/04/2006	
Longueur Théo. totale du tube : LT=LS+LL	13,90 ml	
Inclinaison	vertical	
Foration	MFT	
Armature	diamètre 250 mm Type Tube 177,8 mm Protection Coulis Épaisseur 11,5 mm Section 6008 mm ² Nuance 56,2 kg/mm ²	
Ancrage : LS (LS = Longueur Scellée)	Longueur 6,1 ml Injection Gravitaire Coulis C/E 2	
Longueur Théo. libre du tube : LL	Longueur 7,80 ml	
SLL = Longueur hors sol pour essai (Dywidag 36D)	Longueur 0,50 ml	
Coupe géologique	0 - 5,80 m Maçonnerie 5,80 - 6,80 m Terrain neutralisé 6,80 - 8,30 m Micashiste altéré 8,30 - 12,97 m Micashiste sain	→ 2674 JLB
Date de réalisation de l'essai	19/04/2006	