

Lot 1 – Pont 1 - Entreprise GMA

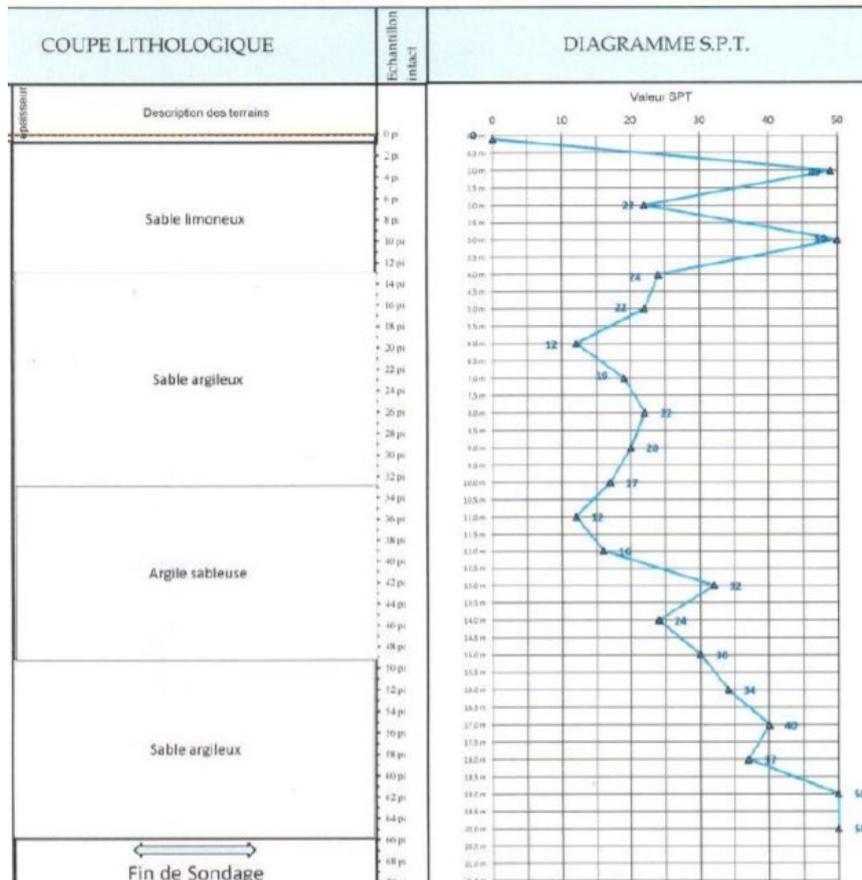
1. Sondages et fondations

Dans l'étude initiale les sondages ont révélé la suivante stratigraphie :

LOCALISATION	PROFONDEUR (m)	ÉPAISSEUR (m)	DENOMINATION GEOTECHNIQUE / ÉTAT DE CONSISTANCE OU DE COMPACTITE	VALEUR SPT (N)
S1 19°55'31.50"N 72°42'34.80"W	0.0 à 4.00	4.00	Sable limoneux	22à50
	4.00 à 10.00	6.00	Sable argileux	12à24
	10.0 à 15.0	5.00	Argile sableuse	12à32
	15.00 à 20.00	5.0	Sable argileux	30à50

Tableau 1 - Coupe lithologique du sondage S1. (Pont #1)

Les essais au pénétromètre ont donné les résultats suivants :

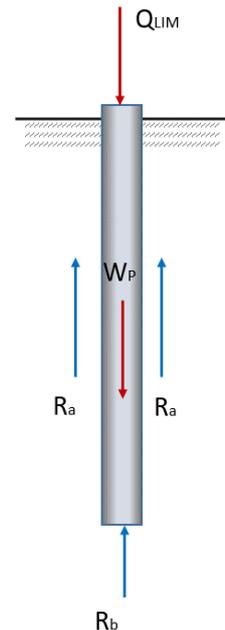


Considérations sur les pieux :

- L'étude initiale prévoit les pieux en béton armé de diamètre variable de 1,00 à 1,20 mètres, et une profondeur d'environ 18,50 mètres :
- La mise en œuvre des pieux sera constituée par des pieux pré-excavés, et d'une chemise métallique qui recevra le béton coulé sur place ;
- Les pieux travailleront en partie pour le frottement latéral, et en partie pour le flambage ;
- Le dimensionnement des pieux de l'étude initiale peut donc être considéré correct ; il a été vérifié par un logiciel qui utilise la formule suivante de Dörr :

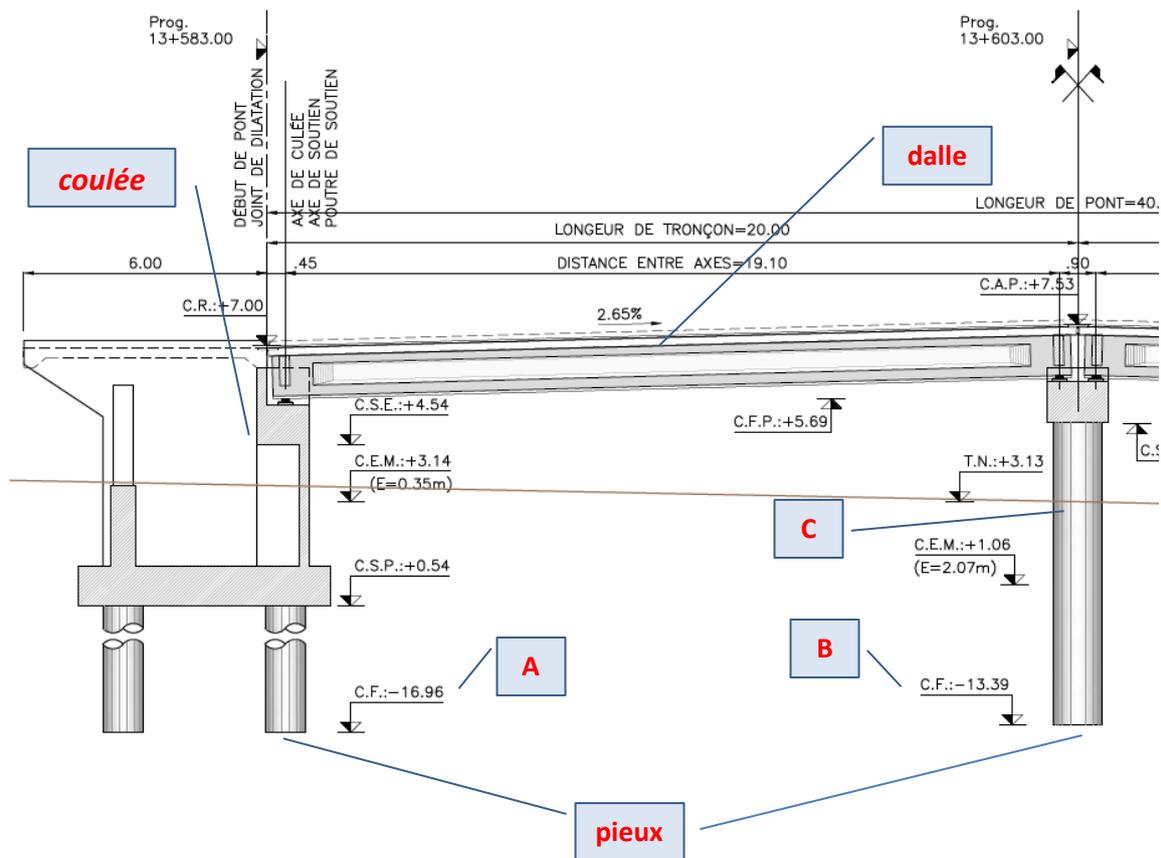
$$Q_{lim} = \gamma \cdot h^2 \cdot d \cdot \pi \cdot f \cdot (1 + \operatorname{tg} 2\varphi) + \omega \cdot \gamma \cdot h \cdot \operatorname{tg} 2(45 + \varphi/2)$$

- Les essais et les sondages exécutés pour l'étude initiale ont donné des résultats similaires mais pas totalement identiques.
- Il a été conseillé oralement à l'Entreprise par la Mission de Contrôle, au cours des réunions de travail, d'effectuer quelques sondages et des essais supplémentaires de sécurité.
- Les deux semelles des culées, qui sont des superstructures faisant office de fondation aux piles d'un pont et relie les pieux, sont bien dimensionnées ; mais n'apparaissent pas dans la partie centrale du pont, où les colonnes ressortent de 5,00 m.



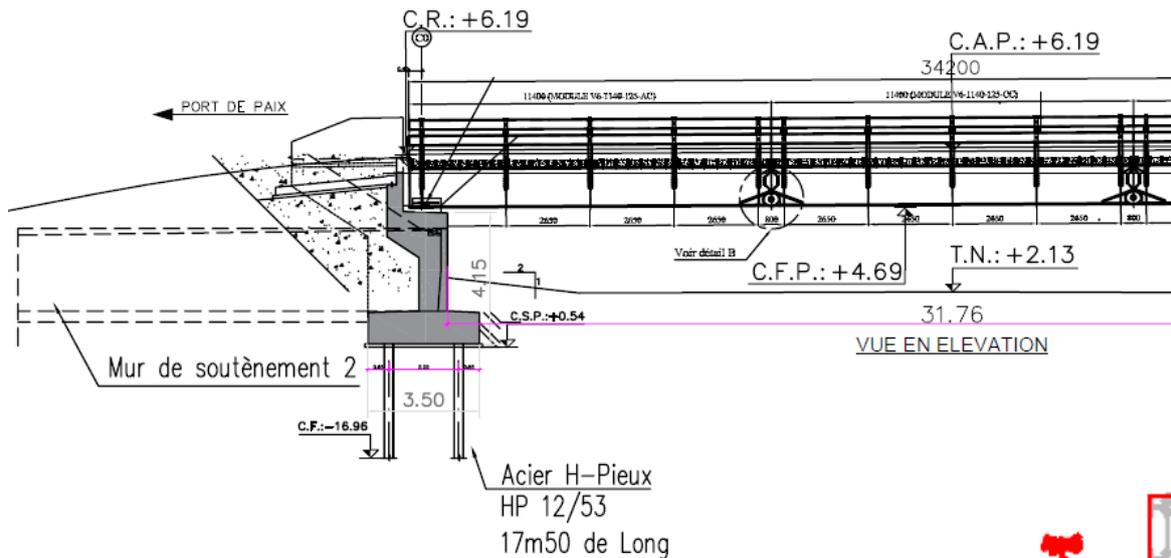
2. Les superstructures

- Les superstructures du pont ont été bien dimensionnées dans l'étude initiale.
- Bien que si l'environnement peut être considéré agressif pour le béton des structures, l'épaisseur de la dalle supérieure a le minimum acceptable selon la réglementation courante.
- Toutes les parties ont été vérifiées et ont résulté suffisamment résistantes.
- On remarque que la solution choisie par le Bureau d'étude initial a prévu un même dimensionnement de hauteur pour les pieux, mais une longueur différente de pénétration de la profondeur pour ceux-ci.
- Ce réglage a porté à éliminer la semelle dans la partie centrale du pont, et a fait ressortir les pieux de 5 m.
- On doit considérer que dans ce cas la partie inférieure des pieux n'atteint pas la partie la plus dure du terrain, qui d'après les essais au pénétromètre, se situent plus profondément.
- Dans le dessin schématique suivant on peut voir au point « A » une profondeur de 13,96 m, et dans le point « B » une profondeur de 13,39 mètres. Au point « C » on ne voit pas de semelle de connexion entre le pieux.

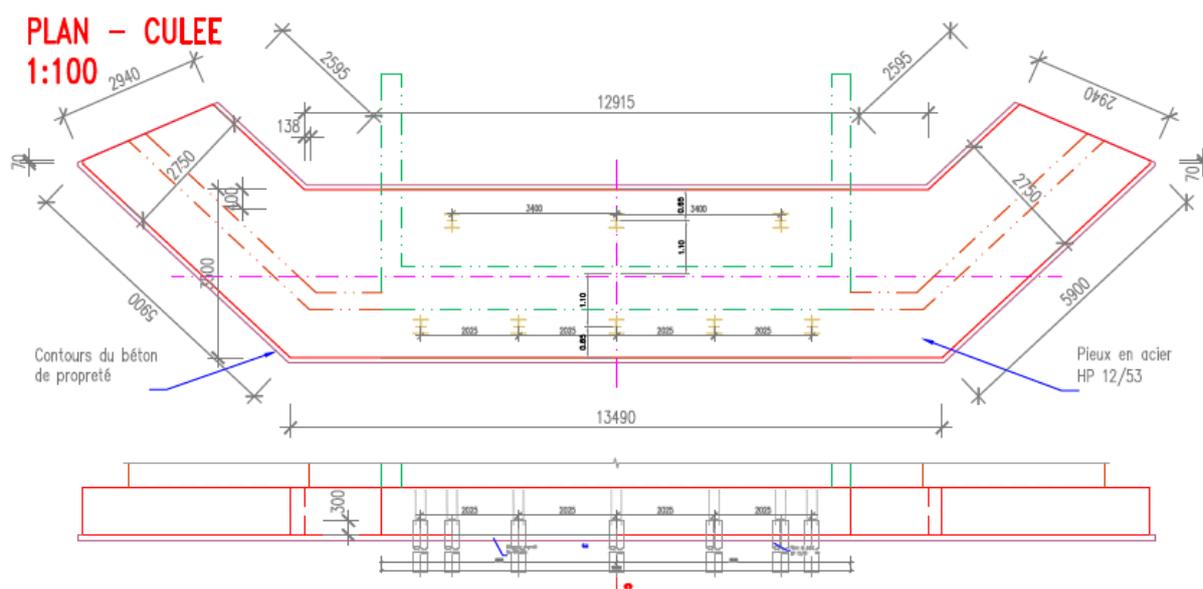
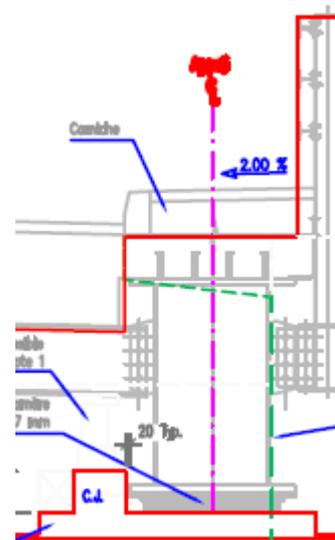


3. Les améliorations proposées par l'Entreprise GMA

- Les rampes d'accès prévues au pont initial ont une pente jugée trop élevée, ce qui pénalise fortement leur accès de part et d'autre du pont. Cette hauteur de rampe d'accès exige également l'expropriation complémentaire de deux maisons. Pour éviter ces problèmes majeurs, l'Entreprise propose l'abaissement du pont d'1 m ainsi que la diminution de la longueur du pont, de 40,00 m à 34,20 m. Il en résulte une réduction de la surface hydraulique sous le pont par rapport au projet initial.
- Les poutres de soutènement du pont prévues par l'Entreprise sont au nombre de 3 métalliques à double paroi verticale, à la place des 6 en béton armé précontraint du projet initial, ce génère changement une réduction non négligeable de poids).
- L'épaisseur de la dalle, originellement prévue de 17,50 cm est maintenant de 19,70 cm, pour donner plus résistance à la déformation horizontale.

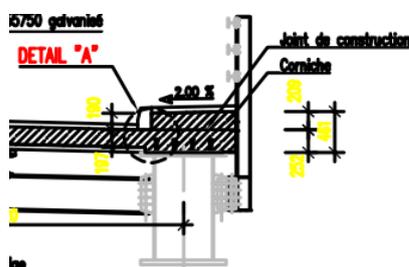
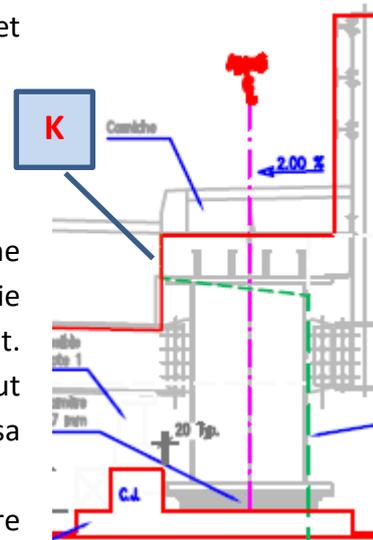


- Le garde rail latéral sera attaché différemment que celui du projet initial.
- Les pieux proposés, par l'Entreprise, sont dans ce cas présent prévus en acier, HP 12/53, de 17m50 de hauteur, à la place des pieux forés de 1,00 m de diamètre.
- Les pieux sont situés dans la partie centrale de la semelle (voir dessin ci-dessous) ; il est nécessaire d'en prévoir également dans les surfaces latérales des semelles.



4. Considération de la Mission de contrôle

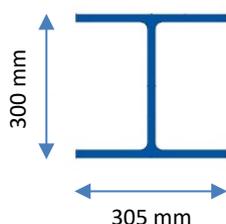
- Le pont peut être abaissé d'1 m. pour autant qu'une crue bicentenaire, n'arrive pas à une différence de moins de 0,5 m. par rapport à la partie inférieure des poutres.
- La réduction de la partie hydraulique qui en incombe peut donc être acceptée sous réserve que l'Entreprise démontre scientifiquement que ce point ne cause aucun problème d'écoulement et notamment en fonction des contraintes bicentennaires citées ci-dessus. Il est également prévu les ouvrages de protection des deux rives du fleuve, sur vingt mètres amont et en aval.
- Les poutres métalliques peuvent être considérées une amélioration du système, si cette amélioration est suivie par un entretien approprié au cours de la longévité du pont.
- L'augmentation de l'épaisseur de la dalle supérieure peut être considéré un avantage pour la pérennité, grâce à sa meilleure capacité portante.
- Toutefois on peut remarquer **sur le dessin** ci-contre (figurant à la **page 4** du dossier de l'Entreprises) que les sections qui sont à l'avant de l'appui sur les poutres (point « K ») ont une dimension réduite ce qui diminue donc leur résistance. Ceci implique toutes les sections concernées et n'est pas acceptable.



l'appui sur les poutres (point « K ») ont une dimension réduite ce qui diminue donc leur résistance. Ceci implique toutes les sections concernées et n'est pas acceptable.

- Par contre, **dans le même dossier**, à la **page 11** le même dessin est différent et présente une situation correcte. Voir cet autre dessin de la page 11 ci-contre.

- La mission de contrôle émet donc des réserves jusqu'à obtention d'explications techniques de la part de l'Entreprise.
- En ce qui concerne la réduction de la hauteur du pont, il doit aussi comporter un plan détail des voies d'accès existantes qui son située perpendiculairement de part d'autre du nouveau pont.
- Les pieux en acier en H prévus dans la variante de l'Entreprise (voir dessin ci-contre à gauche) présentent une surface latérale de 1,79 mq/m. En ce qui concerne les 6 pieux circulaires en béton la surface est de 3,14 mq/m. Il est donc nécessaire maintenir la même surface de friction. Mais est aussi nécessaire d'avoir une équivalence de surface horizontal entre le pieux en béton, prévues originairement et les neufs pieux en acier. La surface des premières qui ont le diamètre de 1,00 m est de $r^2 \times 3,14 = 0,785 \text{ m}^2$ pendant que les secondes ont chaque un une surface de $0,010 \text{ m}^2$. A la place des 12 pieux



présentent une surface latérale de 1,79 mq/m. En ce qui concerne les 6 pieux circulaires en béton la surface est de 3,14 mq/m. Il est donc nécessaire maintenir la même surface de friction. Mais est aussi nécessaire d'avoir une équivalence de surface horizontal entre le pieux en béton, prévues originairement et les neufs pieux en acier. La surface des premières qui ont le diamètre de 1,00 m est de $r^2 \times 3,14 = 0,785 \text{ m}^2$ pendant que les secondes ont chaque un une surface de $0,010 \text{ m}^2$. A la place des 12 pieux

de l'étude initial l'entreprise a prévu 16 pieux ; mais pour tenir en considération la différence des pieux, en accord avec les calculs annexés, pour la Mission de contrôle sont nécessaires (12 x 231 tonn) : 80.24 tonn \approx 34 pieux globalement, 18 pieux en plus de la prévision de l'Entreprise.

- Ceux-ci peuvent être répartis, comme indiqué plus haut, également dans la surface latérale des semelles.

5. Conclusion

La variante de l'Entreprise peut être acceptée à condition de respecter les réserves et remarques de la Mission de Contrôle.

Calcul du pieu en béton D = 1,00 m

- Q_{lim} Charge max permis sur le pieu
- Q_{lim} Charge limite sur le pieu
- W_p Poids du pieu
- R_a Pousse résistante latérale global des terres sur le pieu
- R_b Pousse résistance des terres à l'estremité inférieure du pieu

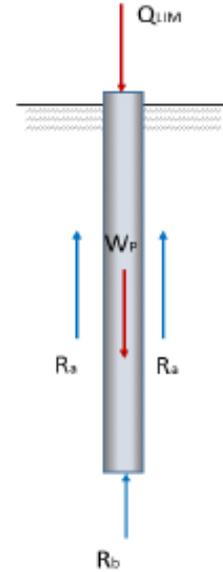
$$Q_{LIM} + W_p < R_a + R_b$$

Formule de Dörr (2)

$$Q_{lim} = [\gamma * 1/4 * \pi * D^2 * h_x * tg^2(45^\circ + \varphi/2)] + [\gamma * tg\varphi_1 * \pi * D * h_x * (\Delta + h_x/2) * (1 + tg^2\varphi)]$$

SVP remplir les fenêtres jaunes

	sol	épaisseur	φ	γ	f
couche 1	Sable limoneux	4.00	22	19	0.25
couche 2	Sable argileuse	6.00	35	19	0.25
couche 3	Argille sableuse	5.00	35	19	0.25
couche 4	Sable argileuse	5.00	30	19	0.25
couche 5					
couche 6					
couche 7					
couche 8					
couche 9					
couche 10					
			31.15	19	0.25



section du pieu: (remplir une seule ligne)		coupe		périmètre	
D	si circulaire entrer le diamètre en m	1.00	0.79	m ²	3.14 m
L	si carrée entrer le côté en m		0.00	m ²	0.00 m
ω	si générale: entrer section en m ² - périmètre en m	0.00	0.00	m ²	0.00 m
			0.79	m ²	3.14 m

h	20.00	m	profondeur totale du pieu en dessous de la terre
Δ		m	différence de hauteur entre plan de campagne et surface supérieure de la couche "X"
ω	0.79	m ²	coupe du pieu ($\pi * D^2 / 4$)
p	3.14	m	périmètre de la coupe du micropieu ($D * \pi$)
γ	19.00	kN/m ³	poids spécifique de la terre
φ	31.15	°	angle de frottement intérieure
φ_1	35	°	angle de frottement terre-pieu
f	0.25		coefficient de friction intérieure
Psb	25.00	kN/m ³	poids spécifique du material du pieu (25 béton - 78 acier)
Wp	392.70	kN	poids du pieu

R_a	407485.99 kg	→	4074.86 kN	résistance latérale	81.29%
R_b	93808.967 kg	→	938.09 kN	résistance à la pointe du pieu	18.71%
Q_{lim}	501294.95 kg	→	5012.95 kN	charge vertical limite du pieu	→ 501.29 tonn

cx sécurité = 2
 →
 Q_{max} = (Q_{lim} - W_p) / cx secur. = 2310.13 kN
 →
 231.01 tonn
 ← charge possible sur chaque pieu

solicitation du béton :					
σ_b	=	Q_{lim} / ω	=	2310.13 / 0.79	= 2941.34 kN/m ² → 29.41 kg/cm ²

Calcul du pieu en acier HP 12x53

- Q_{lim} Charge max permis sur le pieu
- Q_{lim} Charge limite sur le pieu
- W_p Poids du pieu
- R_a Pousse résistante latérale global des terres sur le pieu
- R_b Pousse résistance des terres à l'estremité inférieure du pieu

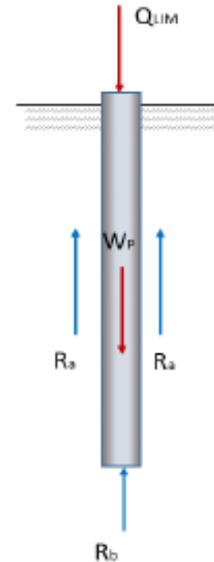
$$Q_{lim} + W_p < R_a + R_b$$

Formule de Dörr (2)

$$Q_{lim} = [\gamma \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot h_x \cdot \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)] + [\gamma \cdot \text{tg} \varphi_1 \cdot \pi \cdot D \cdot h_x \cdot (\Delta + h_x/2) \cdot (1 + \text{tg}^2 \varphi)]$$

SVP remplir les fenêtres jaunes

	sol	épaisseur	φ	γ	f
couche 1	Sable limoneux	4.00	22	19	0.25
couche 2	Sable argilleuse	6.00	35	19	0.25
couche 3	Argille sableuse	5.00	35	19	0.25
couche 4	Sable argilleuse	5.00	30	19	0.25
couche 5					
couche 6					
couche 7					
couche 8					
couche 9					
couche 10					
			31.15	19	0.25



section du pieu: (remplir une seule ligne)		coupe		périmètre	
D	si circulaire entrer le diamètre en m	0.00	0.00	m ²	0.00 m
L	si carrée entrer le côté en m		0.00	m ²	0.00 m
ω	si generique: entrer section en m ² - périmètre en m	0.01	0.01	m ²	1.24 m
		0.01		m ²	1.24 m

h	20.00	m	profondeur totale du pieu en dessous de la terre
Δ		m	différence de hauteur entre plan de campagne et surface supérieure de la couche "X"
ω	0.01	m ²	coupe du pieu ($\pi \cdot D^2 / 4$)
p	1.24	m	périmètre de la coupe du micropieu ($D \cdot \pi$)
γ	19.00	kN/m ³	poids spécifique de la terre
φ	31.15	°	angle de frottement intérieure
φ_1	35	°	angle de frottement terre-pieu
f	0.25		coefficient de friction intérieure
Psb	78.00	kN/m ³	poids spécifique du material du pieu (25 béton - 78 acier)
Wp	15.60	kN	poids du pieu

R_a	160836.45 kg	→	1608.36 kN	résistance latérale	99.26%
R_b	1194.4129 kg	→	11.94 kN	résistance à la pointe du pieu	0.74%
Q_{lim}	162030.87 kg	→	1620.31 kN	charge verticale limite du pieu	→ 162.03 tonn

cx securité = 2	→	$Q_{max} = (Q_{lim} - W_p) / cx \text{ secur.} = 802.35 \text{ kN}$	→	80.24 tonn	← charge possible sur chaque pieu
-----------------	---	---	---	------------	-----------------------------------