

Cahier des charges



Distributeur : DYWIDAG-Systems International

Objet : Pieux DYWIDAG en fonte ductile

Edition : Avril 2014

Le présent cahier des charges particulier établi par la société DSI ARTEON a été examiné par SOCOTEC dans le cadre de la mission définie dans la Convention de Vérification Technique numéro YX 0004/3 du 26 mai 2014. Cette prestation a fait l'objet d'un avis récapitulé dans le rapport d'Enquête de Technique Nouvelle relative au pieu DYWIDAG en fonte ductile référencé DTM-B/14/1026 en date du 26 août 2014. L'avis est formulé pour une période de trois ans, soit jusqu'au 26 juillet 2017. Le paraphe de SOCOTEC est apposé sur chaque page.

SOMMAIRE

1. DEFINITION DU PROCEDE ET DOMAINE D'APPLICATION.....	4
1.1. Définition du procédé.....	4
1.2. Domaine d'application	4
1.2.1 Limites d'utilisation.....	4
1.2.2 Limites du présent Cahier des Charges	4
1.2.3 Reproduction du présent Cahier des Charges.....	4
2. DISPOSITIONS POUR LES FOURNITURES	5
2.1. Propriétés et composition	5
2.1.1 Généralités	5
2.1.2 Tubes en fonte ductile, qualité et dimensions.....	5
2.1.3 Connexion entre le pieu et la structure.....	5
2.2. Stockage, transport et marquage.....	5
2.2.1 Stockage, transport.....	5
2.2.2 Marquage des tubes	5
2.3. Justification de conformité	5
2.3.1 Généralités	5
2.3.2 Contrôle durant la production.....	6
2.3.3 Tubes en fonte ductile.....	6
2.3.4 Contrôle externe	6
3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES ET CONCEPTION.....	7
3.1. Justification de la résistance intrinsèque des pieux.....	7
3.1.1 Caractéristiques des tubes.....	7
3.1.2 Calcul de la résistance intrinsèque suivant DTU13-2	7
3.1.3 Calcul de la résistance intrinsèque suivant Fascicule 62-V	9
3.1.4 Cas des efforts de traction	11
3.1.5 Comportement à la fatigue.....	11
3.1.6 Cas des charges horizontales et comportement aux séismes	11
a. Cas des charges horizontales	11
b. Comportement aux séismes.....	11
3.1.7 Vérification du flambement.....	12
3.2. Calcul prévisionnel de la charge limite du pieu	12
3.2.1 Frottement latéral unitaire q_s	13
3.2.2 Facteur de portance k_i	14
3.3. Essais de portance en vraie grandeur	15
3.4. Connexion en tête de pieu.....	15
3.5. Disposition des pieux.....	15
4. DISPOSITIONS POUR L'INSTALLATION.....	16
4.1. Conduite des travaux et mise en place des pieux.....	16
4.1.1 Tolérances sur l'implantation des pieux.....	16
4.1.2 Préparation des tubes.....	16
4.1.3 Côte d'arrêt du battage	16
4.1.4 Recépage du pieu.....	17
4.1.5 Mise en place de la plaque de répartition	17
4.1.6 Dispositions particulières	17
4.2. Matériel de battage.....	17
4.3. Caractéristiques du matériau de remplissage	18
4.3.1 Mortier.....	18
4.3.2 Coulis.....	18

1. DEFINITION DU PROCEDE ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1. Définition du procédé

Ce procédé de pieu DYWIDAG est un système de pieux battus réalisés avec des tubes en fonte ductile. Les tubes sont assemblés entre eux par emboîtement au moyen d'un accouplement spécialement conçu pour les tubes en fonte ductile. Ils peuvent être enrobés d'un matériau de remplissage ou non enrobés. Ils sont, suivant le cas, classés comme « pieux métalliques battus enrobés » ou « pieux métalliques battus » au titre du DTU 13-2 ou du Fascicule 62 - Titre V.

1.2. Domaine d'application

Ces pieux sont destinés à la réalisation de fondations profondes pour les bâtiments, pylônes, pipelines, ouvrages d'art ou toute autre structure nécessitant ce type de fondations.

1.2.1 Limites d'utilisation

Les pieux ne sont pas installés dans les sols dont le risque de corrosion des métaux est très élevé (terrains qui contiennent des substances chimiques particulièrement agressives pour l'acier). Sur ce point, se reporter aux paragraphes 3.1.2 et 3.1.3.

Leur inclinaison par rapport à la verticale est limitée à 45°.

Ils sont essentiellement conçus pour des efforts de compression et des efforts latéraux. La reprise d'efforts de traction est possible moyennant le recours à une armature additionnelle.

1.2.2 Limites du présent Cahier des Charges

Ce cahier des charges ne peut s'appliquer qu'au système de pieu DYWIDAG en fonte ductile distribué par DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL, compte tenu des essais effectués et justificatifs fournis à SOCOTEC. Aucun autre système, même similaire, ne peut faire référence à ce document pour justifier son utilisation.

1.2.3 Reproduction du présent Cahier des Charges

La reproduction du présent Cahier des Charges, y compris la transmission par support électronique, doit être intégrale. Sa reproduction partielle est toutefois autorisée après accord écrit de DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL. Dans ce cas, la reproduction partielle doit être désignée comme telle.

2. DISPOSITIONS POUR LES FOURNITURES

2.1. Propriétés et composition

2.1.1 Généralités

Les pieux sont faits de tubes emboîtables en fonte ductile. L'intérieur des tubes est rempli d'un matériau défini au paragraphe 4.3, soit pendant le battage (pieux enrobés), soit après (pieux non enrobés).

2.1.2 Tubes en fonte ductile, qualité et dimensions

La composition de la fonte ductile utilisée est la suivante:

- C $\approx 3,7\%$
- Si $\approx 2,3\%$
- Mn $< 0,4\%$
- P $< 0,09\%$
- S $< 0,01\%$
- Mg $\approx 0,03\%$

En ce qui concerne leur géométrie, leurs dimensions et leurs propriétés mécaniques, on retient les valeurs indiquées dans l'annexe 4 et dans le paragraphe 3.1.1 du présent Cahier des Charges.

Les tubes sont conformes à la norme EN 545, excepté pour la géométrie des extrémités coniques qui est propre au procédé de pieu DYWIDAG en fonte ductile.

2.1.3 Connexion entre le pieu et la structure

Le transfert des sollicitations de la structure au pieu est réalisé par un dispositif détaillé dans l'annexe 1.

2.2. Stockage, transport et marquage

2.2.1 Stockage, transport

Les tubes sont stockés et transportés de façon à éviter tout dommage.

2.2.2 Marquage des tubes

Sur chaque tube est noté un code d'identification qui permet de retrouver les informations suivantes :

- identification du procédé avec dimensions des sections des tubes,
- usine de fabrication,
- identité du contrôleur.

Le marquage ne peut être effectué que lorsque les conditions requises dans le chapitre 2.3 sont satisfaites.

2.3. Justification de conformité

2.3.1 Généralités

L'usine de fabrication doit respecter les dispositions décrites dans les paragraphes 2.3.2, 2.3.3 et 2.3.4 pour garantir la conformité des composants des pieux à ce Cahier des Charges.

L'usine de fabrication de ce système missionne un organisme d'inspection identifié pour la surveillance externe chargée de l'inspection des produits.

Une copie des certificats de conformité (en allemand) peut être présentée sur demande.

2.3.2 Contrôle durant la production

Un contrôle de production industrielle est établi et mis en application dans l'usine de fabrication. Avec le « Contrôle de production industrielle », le contrôle continu de la production effectué par le fabricant sous-entend que les produits manufacturés sont conformes aux dispositions de ce Cahier des Charges.

Les résultats des contrôles de production industrielle sont enregistrés, évalués et gardés pendant au moins cinq ans. Sur demande, ils peuvent être présentés (en allemand).

2.3.3 Tubes en fonte ductile

Un certificat « 3.1.b » selon EN 10204 garantit la composition chimique, les propriétés géométriques et mécaniques.

2.3.4 Contrôle externe

La production industrielle de l'usine de fabrication est régulièrement vérifiée par un contrôle externe, au minimum deux fois par an.

Les résultats de la surveillance externe sont gardés pendant au moins cinq ans. Sur demande, ils peuvent être présentés (en allemand).

3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES ET CONCEPTION

3.1. Justification de la résistance intrinsèque des pieux

3.1.1 Caractéristiques des tubes

Type de tube			Poids par tube	Section S	Contraintes		Charges		I/v	Moment d'inertie
Ø	e	Long.			Rupture	Elastique	Rupture	Elastique		
[mm]	[mm]	[m]	[kg]	[mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[kN]	[kN]	[cm ³]	[cm ⁴]
118	7,5	5,00	105	2 604	420	300	1 093	781	68	399
118	9,0	5,00	123	3 082	420	300	1 294	925	78	461
118	10,6	5,00	142	3 577	420	300	1 502	1 073	88	521
170	9,0	5,00	186	4 553	420	300	1 912	1 366	174	1 480
170	10,6	5,00	213	5 309	420	300	2 229	1 592	199	1 693

Tableau 1 – Caractéristiques des tubes

3.1.2 Calcul de la résistance intrinsèque suivant DTU13-2

L'intérieur du tube étant rempli de matériau défini au 4.3, on applique les valeurs d'épaisseur sacrifiée à la corrosion données dans le DTU 13-2 uniquement sur la face externe.

Catégorie	Terrain	Diminution d'épaisseur en mm/an pour une durée d'exposition de :			
		25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
1	Terrain en place peu agressif	0,010	0,006	0,005	0,004
2	Terrain ou remblai moyennement agressif	0,040	0,024	0,018	0,016
3	Terrain ou remblai agressif	0,100	0,060	0,045	0,040
4	Terrain très agressif Eau de mer ou saumâtre	Non utilisable			

Tableau 2 – Epaisseur sacrifiée à la corrosion suivant DTU13-2

La contrainte sur le tube est au maximum de 160 MPa à l'ELS et 240 MPa à l'ELU.
La contrainte sur le mortier ou le coulis ① est au maximum de 5 MPa à l'ELS et 7,5 MPa à l'ELU.

La résistance intrinsèque en MN est :

$$P_{admELS} = 160 \times (S + S_{add}) + 5 \times S_m$$

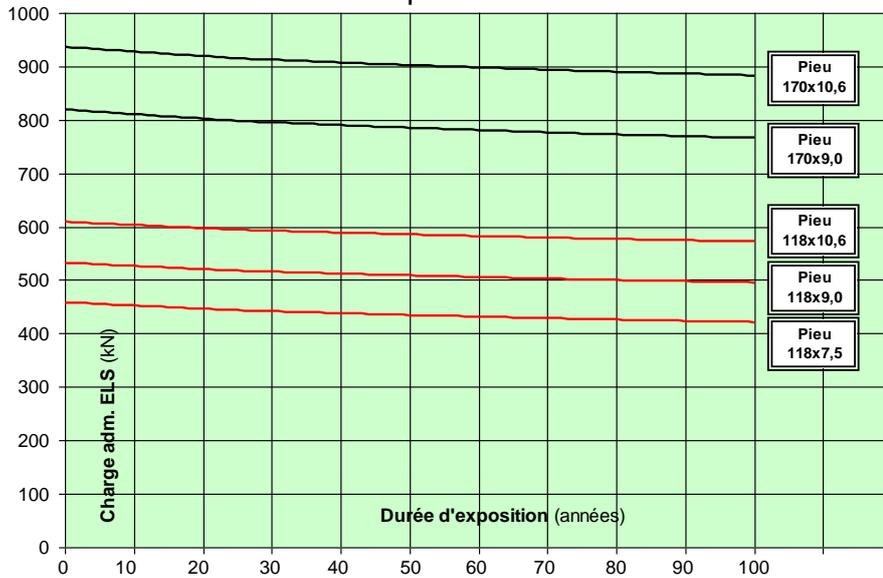
$$P_{admELU} = 240 \times (S + S_{add}) + 7,5 \times S_m$$

Avec : S = Section nette du tube en fonte ductile (réduite de la corrosion) en m²
S_{add} = Section de l'armature additionnelle éventuelle en m²

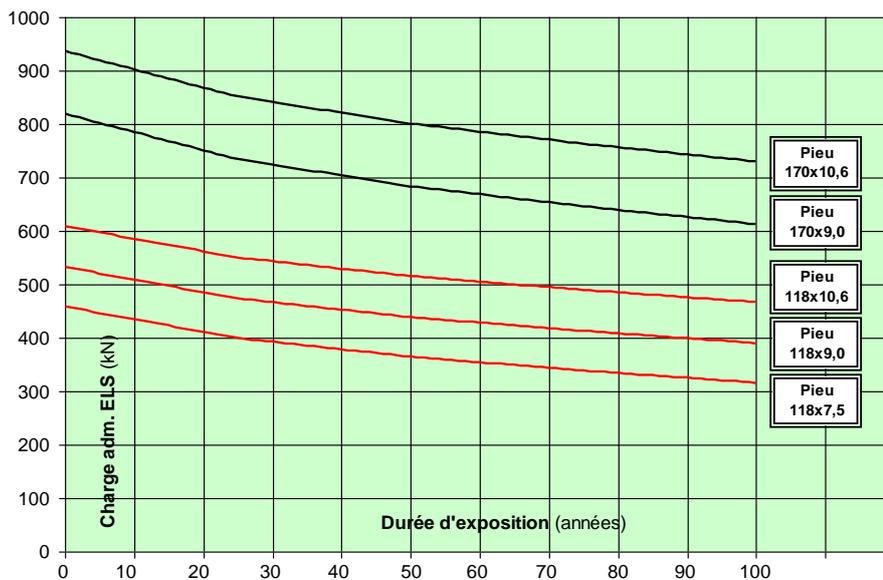
① Les contraintes admissibles par le mortier ou le coulis sont valables pour un F_{c28} mini = 25 MPa

S_m = Section du mortier ou du coulis à l'intérieur du tube en m²

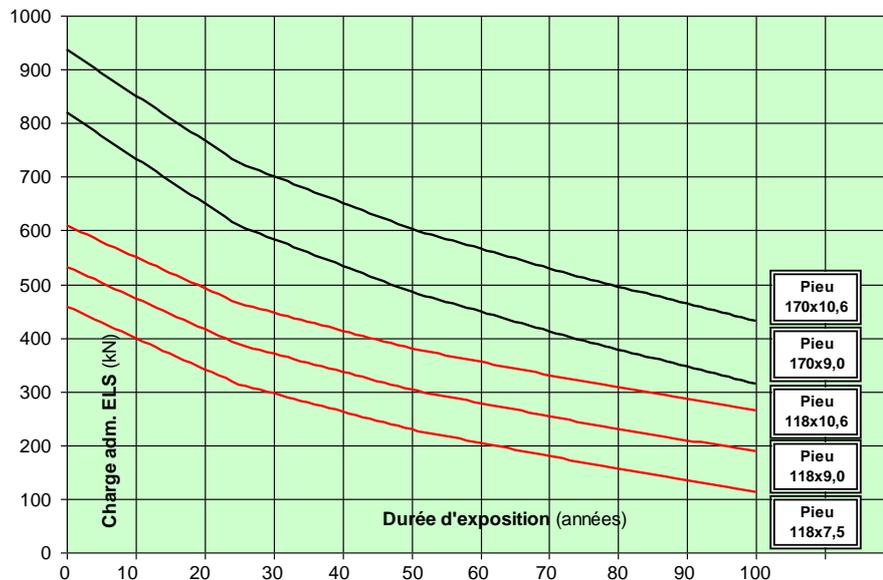
Les trois graphiques suivants donnent les charges admissibles à l'ELS, prenant en compte les épaisseurs sacrifiées à la corrosion prescrites dans le DTU 13-2.



Graphique 3 – Charge admissible en sols de catégorie 1 (DTU13-2)



Graphique 4 – Charge admissible en sols de catégorie 2 (DTU13-2)



Graphique 5 – Charge admissible en sols de catégorie 3 (DTU13-2)

3.1.3 Calcul de la résistance intrinsèque suivant Fascicule 62-V

L'intérieur du tube étant rempli de mortier ou de coulis, on applique les valeurs d'épaisseur sacrifiée à la corrosion donnée dans le DTU 13-2 uniquement sur la face externe.

Terrain	Diminution d'épaisseur en mm pour une durée d'exposition de :			
	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Sols ou remblais peu corrosifs	0,25	0,60	0,70	0,80
Sols ou remblais moyennement corrosif	1,00	1,60	2,00	2,50
Sols ou remblais fortement corrosifs	2,50	4,00	5,00	6,00

Tableau 6 – Epaisseur sacrifiée à la corrosion suivant Fascicule 62-V

La contrainte sur le tube est au maximum de 173 MPa à l'ELS et de 260 MPa à l'ELU. La contrainte sur le mortier ou le coulis ① est au maximum de 4,8 MPa à l'ELS et de 7,2 MPa à l'ELU.

La résistance intrinsèque en MN est :

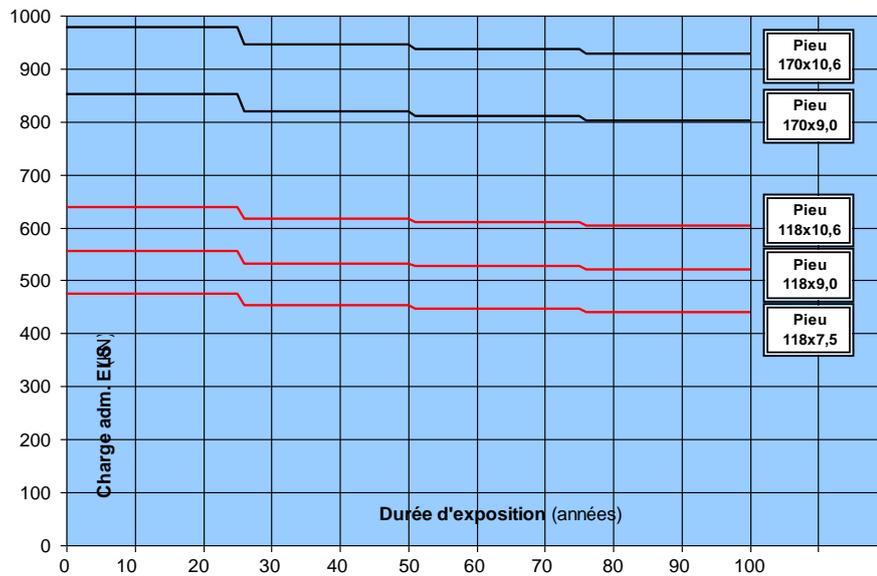
$$P_{admELS} = 173 \times (S + S_{add}) + 4,8 \times S_m$$

$$P_{admELU} = 260 \times (S + S_{add}) + 7,2 \times S_m$$

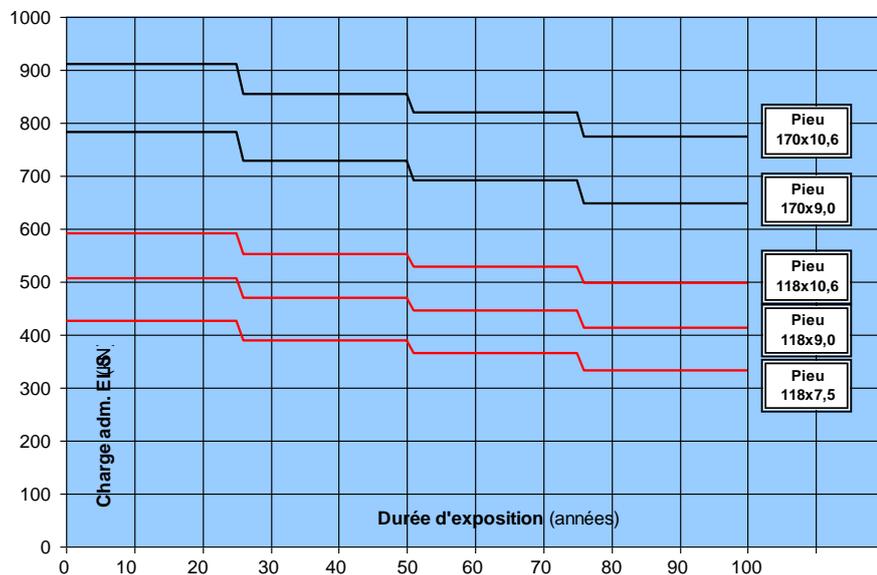
Avec : S = Section nette du tube en fonte ductile (réduite de la corrosion) en m²
 S_{add} = Section de l'armature additionnelle éventuelle en m²
 S_m = Section du mortier ou du coulis à l'intérieur du tube en m²

Les trois graphiques suivants donnent les charges admissibles à l'ELS, prenant en compte les épaisseurs sacrifiées à la corrosion prescrites dans le Fascicule 62-V.

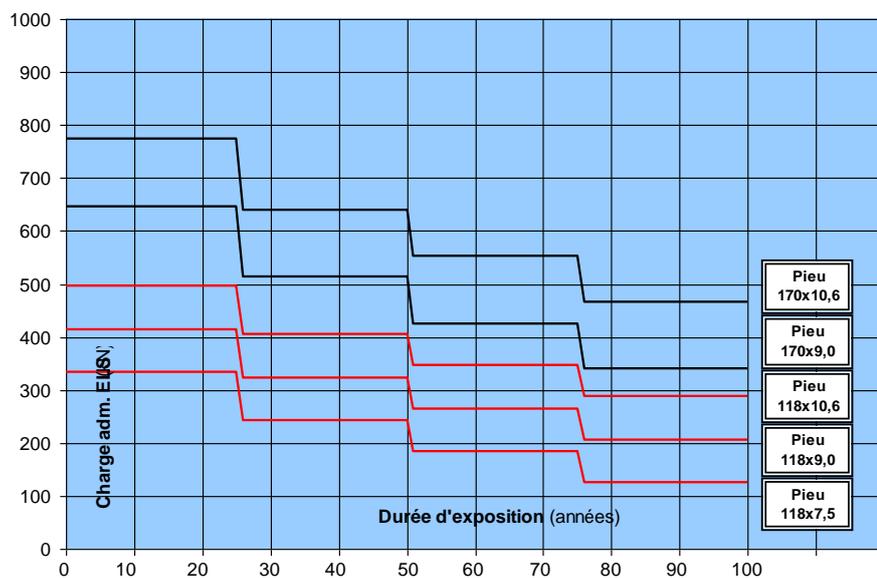
① Les contraintes admissibles par le mortier ou le coulis sont valables pour un F_{c28} mini = 25 MPa



Graphique 7 – Charge admissible en sols ou remblais peu corrosifs (Fascicule 62-V)



Graphique 8 – Charge admissible en sols ou remblais moyennement corrosifs (Fascicule 62-V)



Graphique 9 – Charge admissible en sols ou remblais fortement corrosifs (Fascicule 62-V)

3.1.4 Cas des efforts de traction

Pour reprendre des efforts de traction, une armature métallique doit être insérée à l'intérieur du tube en fonte ductile sur toute sa hauteur, après battage. Cette armature peut être par exemple, une barre de type GEWI[®], GEWI[®] Plus ou DYWIDAG, ou un faisceau de torons (dans le cas des torons, ceux-ci doivent être suspendus pendant la prise du matériau de remplissage pour assurer leur rectitude). L'armature est introduite directement dans le matériau frais, avant que celui-ci ne commence sa prise.

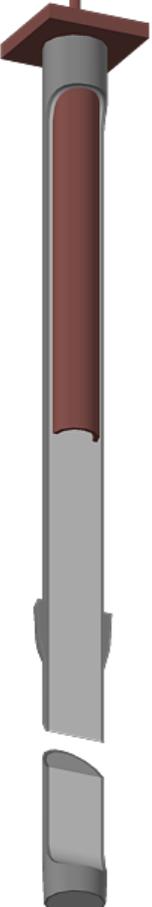
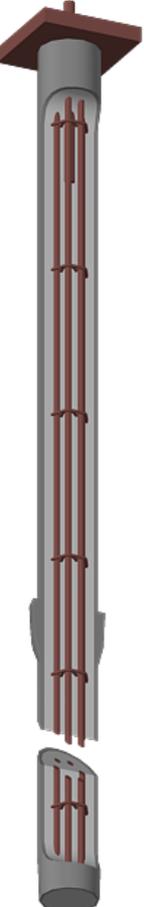
Pour des armatures constituées de plusieurs éléments, la continuité de transmission des efforts doit être garantie. Il convient de s'assurer que l'armature est installée sur toute la hauteur du pieu (mesure des longueurs par exemple). Les efforts de traction étant repris intégralement par cette armature, celle-ci doit être dimensionnée en conséquence.

Lorsque le pieu est constitué d'un seul tube sans accouplement (longueur < 5,0 ml), l'addition d'une barre sur toute la longueur du pieu n'est pas obligatoire. Cette longueur est justifiée en fonction de l'effort de traction à reprendre.

3.1.5 Comportement à la fatigue

Les tubes et leur assemblage sollicités pendant 2 000 000 de cycles avec des variations de contrainte de 16,5 à 208,5 MPa ne subissent aucun dommage, y compris avec un excentrement de 10 mm. Toute sollicitation sortant de ces limites doit faire l'objet d'une étude particulière.

3.1.6 Cas des charges horizontales et comportement aux séismes

a. Cas des charges horizontales	b. Comportement aux séismes
 <p>Les contraintes de flexion engendrées par les efforts latéraux sont supportées par une armature métallique additionnelle seule. Le tube en fonte ductile n'est pas pris en compte dans le calcul en flexion.</p> <p>L'armature additionnelle (par exemple un tube ou une barre), munie de centreurs, est installée dans le pieu, sur la hauteur soumise aux contraintes de flexion.</p> <p>Schéma 10 – Dispositions pour charges horizontales</p>	 <p>Les règles PS-92 s'appliquent, en considérant que les efforts horizontaux sont repris intégralement par le mortier ou le coulis intérieur du tube et une cage d'armature ou une barre Dywidag ou Gewi insérée dedans. L'ensemble est alors assimilé à un pieu en béton armé ayant pour diamètre le diamètre intérieur du tube en fonte ductile.</p> <p>La cage armature ou la barre est dimensionnée suivant les prescriptions des règles PS-92.</p> <p>Schéma 11 – Dispositions pour charges sismiques</p>

3.1.7 Vérification du flambement

Lorsque le pieu traverse des couches de sol de faibles caractéristiques mécaniques, la vérification au flambement est effectuée suivant la méthode de Mandel par exemple.

3.2. Calcul prévisionnel de la charge limite du pieu

La charge limite d'un pieu est la somme de deux termes :

$$Q_u = Q_{uS} + Q_{uP} \quad \text{dans laquelle : } Q_{uS} \text{ est un terme de frottement latéral}$$

$$Q_{uP} \text{ est un terme de résistance de pointe}$$

En état ultime de résistance, ces termes peuvent respectivement se mettre sous la forme :

$$Q_{uS} = \sum q_{s,i} \times S_{lat\ i}$$

$$Q_{uP} = S_P \times k_i \times C_i$$

avec :

$q_{s,i}$: Frottement latéral unitaire q_s mobilisable dans une couche de terrain i (voir §3.2.1)

$S_{lat\ i}$: Surface développée du pieu dans une couche de terrain i

S_P : Surface portante de la base du pieu

K_i : Facteur de portance applicable à la base du pieu (voir §3.2.2)

C_i : Valeur qui caractérise la compacité du sol au voisinage de la pointe et qui est une fonction de la pression limite (p_i) ou de la résistance (q_c) évaluées d'après le type d'essais.

- Pour l'essai au pressiomètre Ménard

- $C_i = p_{le} =$ moyenne géométrique de la pression limite p_{l1} mesurée au niveau de la côte d'arrêt du pieu et de la pression limite p_{l2} mesurée à une profondeur de 0,50 m sous la pointe.

- $p_{le} = \sqrt{p_{l1} \times p_{l2}}$

- Pour le pénétromètre statique CPT

$$C = q_{ce} = \text{moyenne arithmétique des résistances mesurées au voisinage de la pointe entre } +a \text{ au-dessus de la pointe et } -a \text{ en-dessous avec}$$

$$a = 1,5 \times D$$

Les calculs sont faits pour un diamètre de pieu égal au diamètre du sabot D .

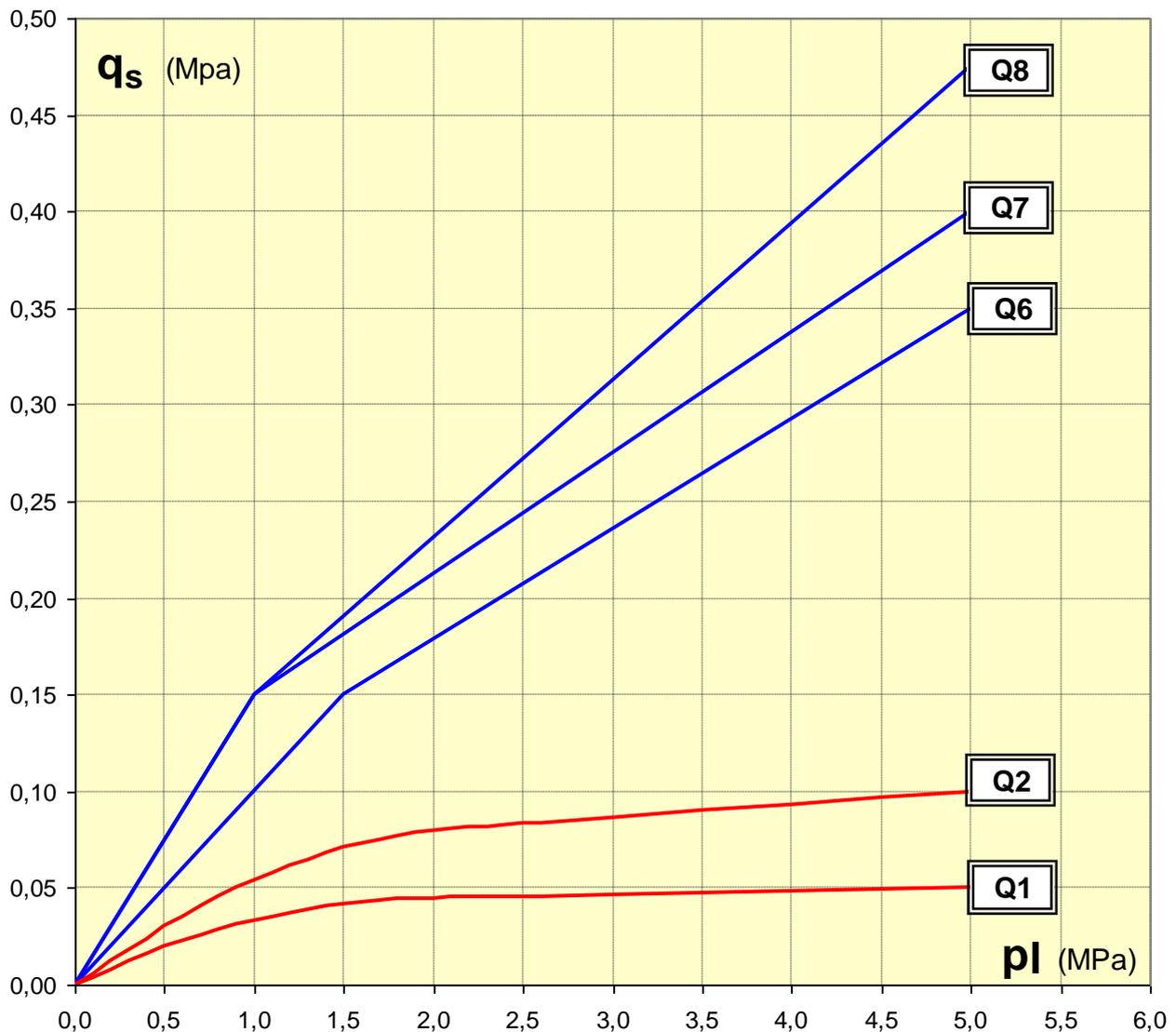
	Tubes Ø 118 mm	Tubes Ø □□170 mm
Pieu non enrobé	D = 118 mm	D = 170 mm
Pieu enrobé	D = 200 mm	D = 250 mm

Tableau 12 – Diamètres des pieux

Pour le calcul de la charge portante en service, on appliquera les coefficients de sécurité du DTU 13.2, ou du Fascicule 62-V, suivant le règlement appliqué au marché.

3.2.1 Frottement latéral unitaire q_s

Suivant que le pieu soit enrobé ou non et en fonction de la nature des sols, on utilise les valeurs de frottement latéral unitaire limite q_s extraites des « Règles de calcul de la portance des pieux aux ELU. Méthode pressiométrique » publiées par M. Bustamante et L. Gianeselli à l'occasion du symposium international d'août 2006 ELU-ULS Géotechnique de Marne-la-Vallée. Ces valeurs sont détaillées sur le graphique et le tableau ci-après:



Graphique 13 – Frottement latéral unitaire q_s

Nature des sols	Pieu Battu Enrobé	Pieu Battu acier fermé
Argile-limon	Q6	Q2
Sable-grave	Q8	Q2
Craie	Q7	Q1
Marno-calcaire	Q7	Q2
Roche altérée	②	②

Tableau 14 – Choix des courbes de frottement latéral

② Dans le cas où l'altération permet l'encastrement, choisir les valeurs proposées pour le marno-calcaire ou supérieures si justifiées par un essai ou autre référence.

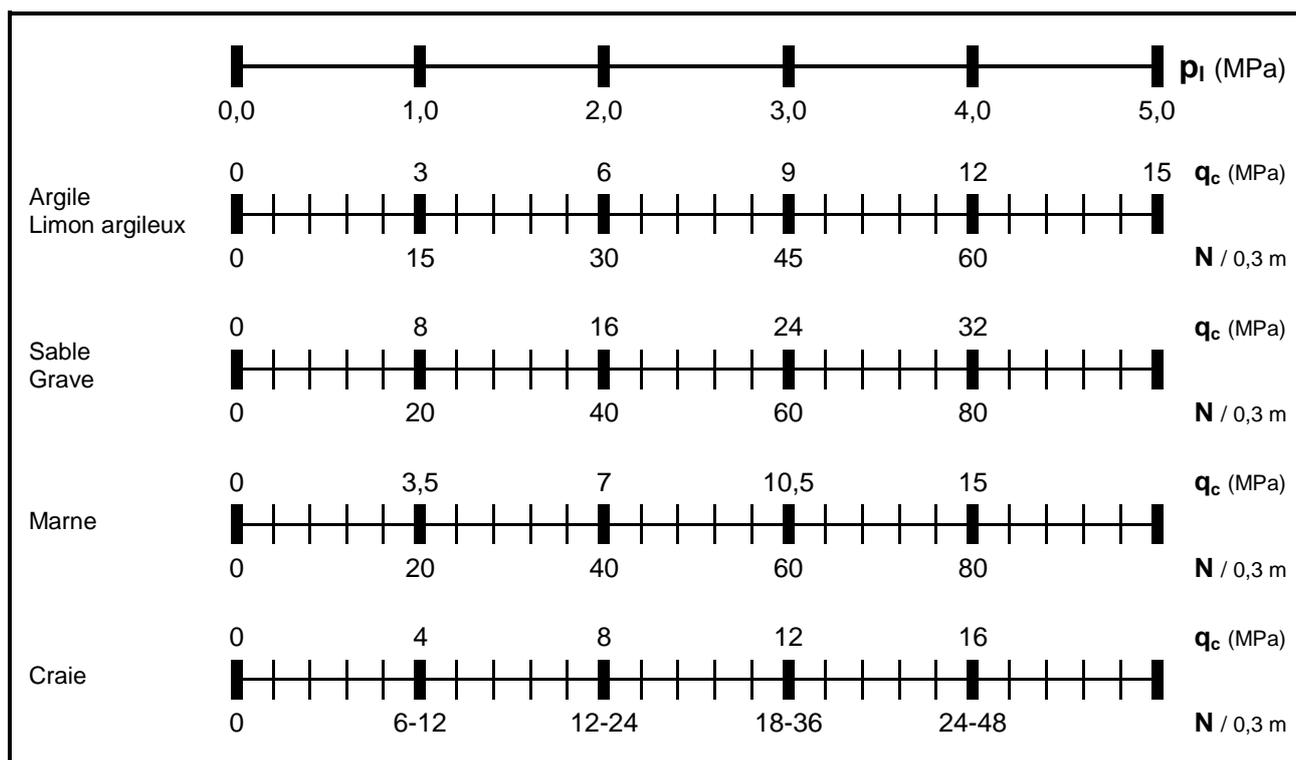


Tableau 15 – Corrélation entre p_l , q_c et N (d'après Bustamante et Gianceselli, 1993)

Remarques :

- **Pieu enrobé** toute la longueur du pieu sera prise en compte pour le calcul de la charge portante.
- **Pieu non enrobé** seule la partie inférieure du pieu (de la base au premier accouplement) sera prise en compte pour le calcul de la charge portante, soit au maximum 5 m.

Au delà d'une pression limite de 2,5 MPa, la possibilité de battage est fortement compromise. On se limite donc à cette valeur pour la mise en œuvre de pieux DYWIDAG en fonte ductile, sauf essai concluant.

3.2.2 Facteur de portance k_i

Le calcul est effectué en appliquant les valeurs de facteur de portance $k_i = k_p$ pour les essais pressiométriques et $k_i = k_c$ pour les pénétromètres statiques.

Type de sol	k_p	k_c ③
Argile-Limon	1,40	0,55
Sable-Grave	3,10	0,50
Craie	2,40	0,30 à 0,45
Marno-calcaire	2,40	–
Roche altérée	④	–

③ Les valeurs de k_c sont issues du fascicule 62-V, annexe C4.

④ Adopter des valeurs proposées pour le marno-calcaire ou réaliser un essai de chargement en vraie grandeur pour justifier des valeurs plus élevées.

Tableau 16 – Facteur de portance k_i

3.3. Essais de portance en vrai grandeur

On peut recourir à des essais de chargement statique instrumentés pour valider les valeurs de frottement latéral et de terme de résistance de pointe prises en compte au niveau de l'étude, ou pour contrôler la portance globale des pieux. Lors du battage des pieux d'essai, les vitesses de battage sont enregistrées afin d'établir une corrélation entre le frottement latéral et la vitesse de battage. Ces essais sont réalisés suivant les prescriptions de la norme NFP 94-150-1 & 2 ou de la procédure LCPC.

En raison de la capacité de charge intrinsèque des pieux, la charge maximale d'épreuve ne doit pas dépasser 90% de la limite élastique des tubes, soit les valeurs suivantes :

Tube en fonte ductile	Effort maximal appliqué aux pieux pendant les essais de chargement (Sans armature additionnelle)
Ø118 × 7,5 mm	700 kN
Ø118 × 9,0 mm	830 kN
Ø118 × 10,6 mm	965 kN
Ø170 × 9,0 mm	1 230 kN
Ø170 × 10,6 mm	1 430 Kn

Tableau 17 – Charge maximale d'essai

3.4. Connexion en tête de pieu

La plaque de répartition et l'armature HA composant le dispositif de transmission des sollicitations de la structure au pieu sont détaillées dans l'annexe 1. Pour compenser un manque possible de matériau de remplissage dans le tube, l'espace vide sous la plaque laissé pendant l'installation du pieu, est rempli de mortier ou de coulis.

3.5. Disposition des pieux

Pour éviter des efforts de flexion des pieux résultant d'un chargement excentré imprévu, les pieux sont disposés de telle façon qu'un tel excentrement ne soit pas préjudiciable pour un pieu isolé. Par exemple au moins trois pieux sous une charge concentrée ou deux rangées de pieux sous une ligne de charge ou d'autres moyens structuraux appropriés.

L'entraxe minimum entre pieux est de $3 \times D$ (voir tableau 12).

4. DISPOSITIONS POUR L'INSTALLATION

4.1. Conduite des travaux et mise en place des pieux

Chaque pieu doit être équipé d'un sabot. Un adaptateur de battage propre au système de pieu DYWIDAG en fonte ductile est monté sur le marteau brise roche « BRH ». Cet adaptateur est pourvu ou non d'un dispositif permettant l'injection du matériau de remplissage dans le tube simultanément au battage.

La température minimale de mise en œuvre est de -5°C

4.1.1 Tolérances sur l'implantation des pieux

Les tolérances suivantes doivent être respectées en tête :

- déviation de la position de la tête du pieu ± 8 centimètres
- déviation par rapport à l'inclinaison nominale $\pm 3^{\circ}$

4.1.2 Préparation des tubes

Pour les pieux enrobés, une ouverture doit être effectuée à la base du premier tube pour permettre au matériau de remplissage de circuler à l'extérieur du tube. Cette ouverture doit être suffisante pour garantir le débit du mortier ou du coulis. Elle a généralement la forme d'un triangle ayant une base de 6 cm maximum et une hauteur de 15 cm maximum.



Schéma 18 – Ouverture à la base d'un pieu

4.1.3 Côte d'arrêt du battage

Trois situations peuvent amener à l'arrêt du battage :

- **Longueurs calculées**
- Les longueurs de pieux calculées par le Bureau d'Etude (voir §3.2) sont atteintes. Dans ce cas, des essais d'informations sont réalisés conformément au DTU 13-2. Ces essais consistent à enregistrer les vitesses de battage, et à établir la corrélation avec les valeurs enregistrées lors du battage d'un pieu au droit des sondages.
- **Arrêt prématuré**
- Pour que les pieux ne soient pas endommagés pendant le battage, il peut être nécessaire d'interrompre le battage avant d'atteindre la longueur minimale prévisionnelle. La capacité portante de ces pieux est vérifiée soit par des essais (voir §3.3), soit par des sondages complémentaires.
- **Optimisation des longueurs**
- Il est possible d'établir une relation directe entre la vitesse de battage et le frottement latéral. Il convient alors de réaliser un pieu d'essai au droit d'un sondage (voir §3.3). Le géotechnicien donne une longueur d'ancrage L dans un terrain offrant une capacité Q. Ce Q correspondant à une vitesse de battage V, on considère que le battage peut être stoppé lorsqu'un pieu a été battu sur L mètres dans une couche de terrain offrant une vitesse de battage V. Une fiche de battage (voir annexe 6) est alors remplie pour chaque pieu. Le terme de résistance de pointe est également pris en compte.

4.1.4 Recépage du pieu

Lorsque le pieu est battu à sa côte définitive, un repère est fait sur le tube à l'endroit où il doit être coupé. À l'aide d'une disqueteuse, le tube est coupé perpendiculairement à son axe sur la moitié environ de sa section. La partie du tube à recéper se casse parfaitement au droit de la section pré-coupée en appliquant un effort horizontal à l'aide du marteau encore en place. La surface obtenue est suffisamment plane pour permettre d'utiliser la chute pour le pieu suivant.

4.1.5 Mise en place de la plaque de répartition

- **Tête de pieu type A** (voir annexe 1):
 - La mise en place d'une plaque de répartition pour une tête non équipée d'une armature verticale, peut se faire juste après le remplissage du tube au mortier ou au coulis ou ultérieurement. La plaque de répartition est posée sur l'extrémité du tube et le matériau de remplissage en excès doit être chassé naturellement sur les côtés et par le trou central. Si ce n'est pas le cas, il faut retirer la plaque, faire un complément du matériau de remplissage et recommencer l'opération.
- **Tête de pieu type B** (voir annexe 1) :
 - Une fois le tube recéper et rempli de mortier ou de coulis, la plaque de répartition est posée sur son extrémité. Le matériau de remplissage en excès doit être chassé naturellement sur les côtés et par le trou central. Si ce n'est pas le cas, il faut retirer la plaque, faire un complément de matériau de remplissage et recommencer l'opération. L'armature peut alors être insérée dans le trou de la plaque conformément à l'annexe 1. Elle est généralement maintenue en position par un fil de fer servant de butée.

L'écart de positionnement de la plaque de répartition par rapport à la tête du pieu ne doit pas excéder ± 5 mm.

4.1.6 Dispositions particulières

Il existe des manchons (voir annexe 5) permettant de liasonner deux tubes coupés ne comportant plus d'extrémité conique. Ils peuvent être utilisés dans les cas où la hauteur de travail est réduite, ou lorsqu'un pieu doit être rallongé après un recépage trop court par exemple.

4.2. Matériel de battage

Le matériel de battage est composé d'un marteau brise roche monté sur une pelleteuse, et équipé d'un adaptateur de battage fourni par le détenteur du procédé de pieu DYWIDAG. Cet adaptateur permet ou non de connecter un tuyau d'injection pour le matériau de remplissage. Le marteau brise roche doit être le modèle recommandé ou un matériel de caractéristiques proches :

	Tubes Ø 118 mm	Tubes Ø 118 mm et Ø 170 mm
Modèle recommandé	Atlas Copco MB1700 (ex Krupp HM1000)	Atlas Copco MB2200 (ex Krupp HM1500)
Fréquence	320 à 600 coups/minute	280 à 550 coups/minute
Masse	1 700 kg	2 200 kg
Pression en utilisation	160 à 180 bars	160 à 180 bars
Débit d'huile	130 à 160 litres/minute	140 à 180 litres/minute
Type de pelleuse possible	18 à 34 tonnes	26 à 40 tonnes

Tableau 19 – Caractéristiques des marteaux

4.3. Caractéristiques du matériau de remplissage

Le matériau de remplissage doit être pompable pendant la durée totale d'installation des pieux. A cette fin, les caractéristiques suivantes doivent être respectées :

4.3.1 Mortier

- Granulométrie 0-4 mm
- Retard de prise 6 à 8 heures
- Fluidité : Fluide à très fluide (classe S4 ou S5 de la norme NF EN 206-1)

Formulation type pour 1 m³ :

- Sable 0-4 mm 1 533 kg
- Ciment CPA 32,5 MPa 550 kg
- Eau 250 litres
- Plastifiant^⑤ 0,1 kg
- Retardant

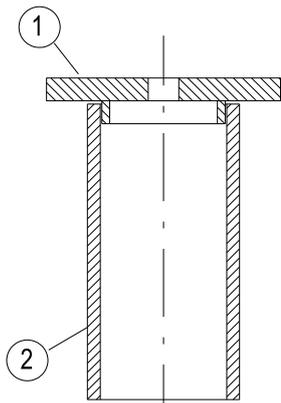
4.3.2 Coulis

Le dosage minimal du coulis est de 1200 kg et le rapport pondéral ciment/eau = 2.

5. ANNEXES

Annexe 1 : Connexion entre le pieu et la structure	19
Annexe 2 : Pieux non enrobés - Sabots de battage	20
Annexe 3 : Pieux enrobés - Sabot de battage	21
Annexe 4 : Dimensions des tubes	22
Annexe 5 : Manchon	23
Annexe 6 : Relevé de battage	24

⑤ Il est recommandé d'utiliser le plastifiant UCR

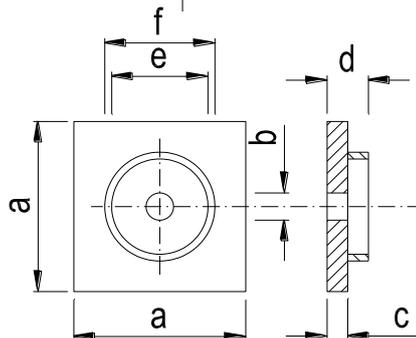
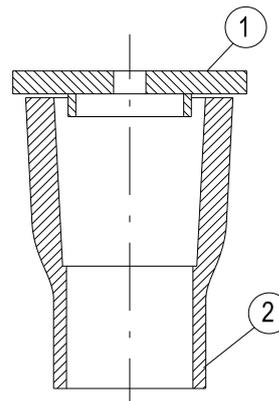


Tête de pieu type A

- ① Plaque de répartition des efforts, type A

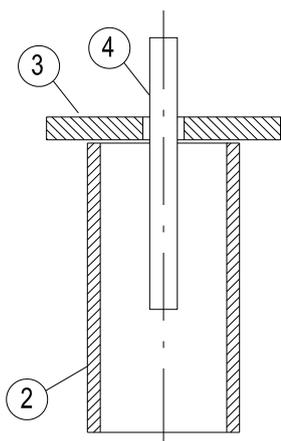
Dimensions:
voir tableau

- ② Tube en fonte ductile



Plaque, type A, E36-3

Pieu	a	b	c*	d	e	f
Ø 118	200	30	35*	50	85	95
Ø 170	250	30	40*	50	136	146

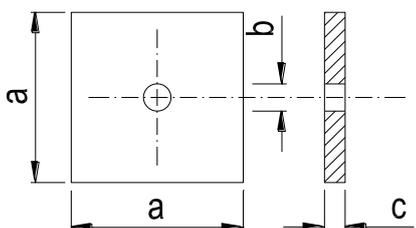
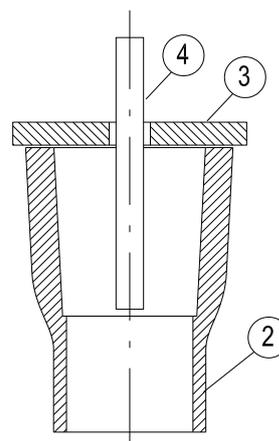


Tête de pieu, type B

- ③ Plaque de répartition des efforts type B

Dimensions:
voir tableau

- ④ Armature Fe500
Ø20, L=30cm



Plaque type B, E36-3

Pieu	a	b	c*
Ø 118	200	30	35*
Ø 170	250	30	40*

* Pour les pieux 118x7,5 et 170x9,0, l'épaisseur de la plaque peut être réduite de 5 mm

Toutes les côtes sont en mm



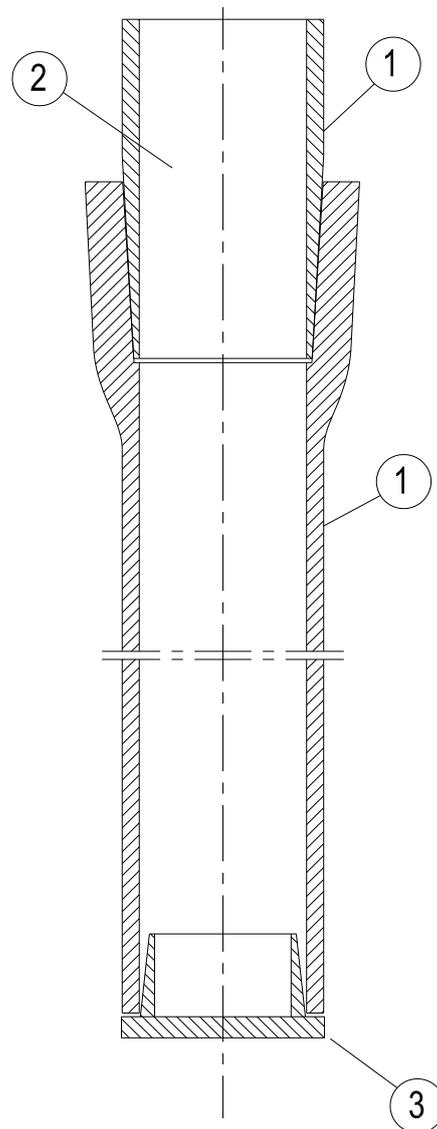
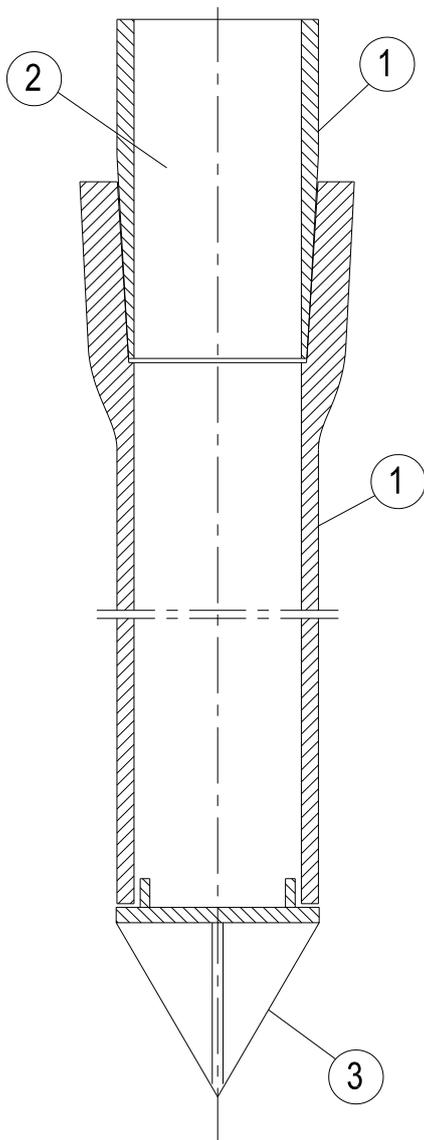
DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL

www.dywidag-systems.com

Pieu DYWIDAG en fonte ductile

Connexion entre le pieu et la structure

Annexe 1



- ① Tube en fonte ductile
- ② Remplissage au mortier
Classe de résistance:
équivalent à un B25
- ③ Pointe de battage

- ① Tube en fonte ductile
- ② Remplissage au mortier
Classe de résistance:
équivalent à un B25
- ③ Sabot de battage

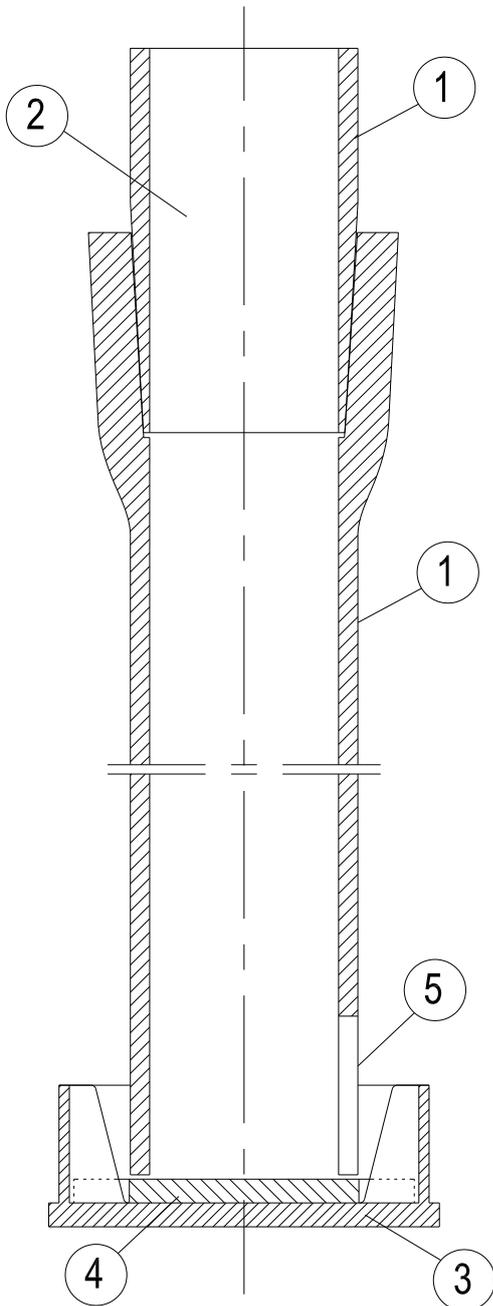


DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL

www.dywidag-systems.com

Pieu DYWIDAG en fonte ductile
Pieux non enrobés - Sabots de battage

Annexe 2



- ① Tube en fonte ductile
 - ② Remplissage au mortier
- Classe de résistance:
équivalent à un B25
- ③ Sabot de battage
 - ④ Plaque acier anti-poinçonnement
 - ⑤ Ouverture pour passage du mortier



DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL

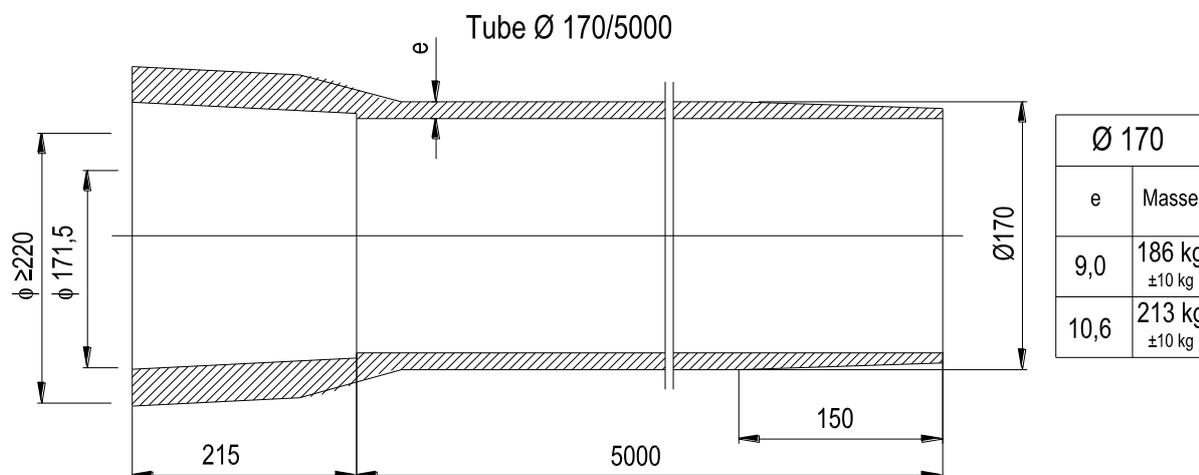
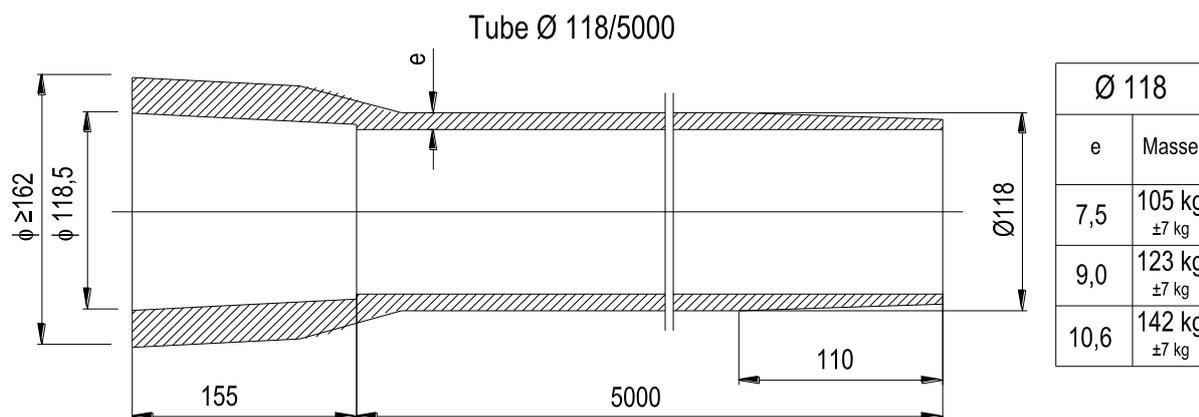
www.dywidag-systems.com

Pieu DYWIDAG en fonte ductile

Pieux enrobés - Sabot de battage

Annexe 3

Contrainte à la rupture	min. 420 N/mm ²	Dureté Brinell	max. 230 HB
Limite élastique à 0,2%	min. 300 N/mm ²	Module d'élasticité	160000 N/mm ²
Allongement à la rupture	min. 10 %	Densité	7,05 g/cm ³



Les côtes sont conformes à la norme DIN EN 545, exéptées celles des extrémités coniques

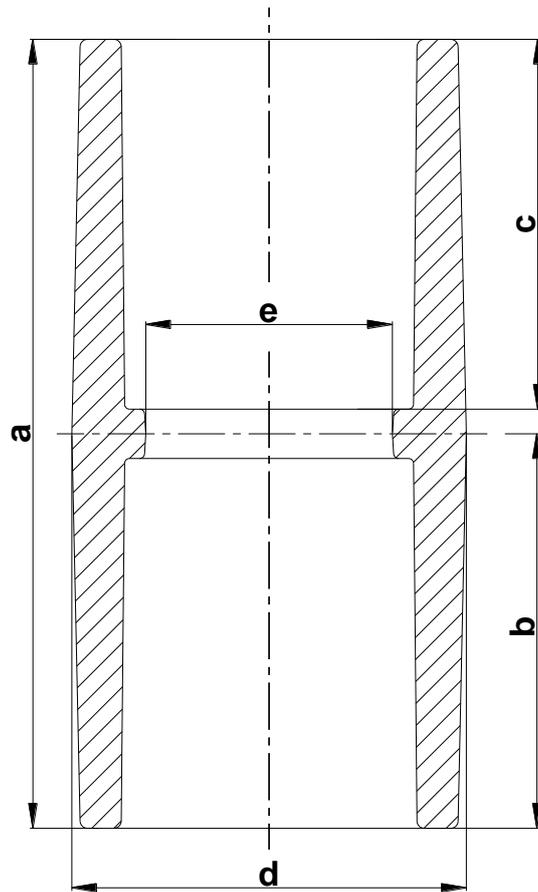


DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL
www.dywidag-systems.com

Pieu DYWIDAG en fonte ductile

Dimensions des tubes

Annexe 4



Pieux	a	b	c	d	e
118	320	160	150	160	100
170	380	190	180	220	150

Côtes en mm



DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL

www.dywidag-systems.com

Pieu DYWIDAG en fonte ductile

Manchon

Annexe 5

RELEVÉ DE BATTAGE

Pieu DYWIDAG en fonte ductile

Type de pieu	Enrobé	PIEU N° :	
Tube	170 ép. 9,0 mm		
Diamètre du sabot	250 mm		
Marteau	HM 2200		
Date			

Battage

Frottement

Profondeur	Temps de battage		Frottement latéral prévisible	Charge portante en service unitaire	Charge portante cumulée
[m]	[s]		[kN/m ²]	[kN]	[kN]
-1	10		40	31,42	31,42
-2	20		80	62,83	94,25
-3	15		80	62,83	157,08
-4	15		80	62,83	219,91
-5	15		40	31,42	251,33
-6	15		40	31,42	282,75
-7	105		150	117,81	400,56
-8	260		150	117,81	518,37
-9	120		150	117,81	636,18
-10	220		150	117,81	753,99
-11					
-12					
-13					
-14					
-15					



DYWIDAG-SYSTEMS
INTERNATIONAL

www.dywidag-systems.com

Pieu DYWIDAG en fonte ductile

Exemple de feuille de relevé de battage

Annexe 6

France

DSI-ARTEON SAS
Siège social Rue de la Cruz
Z.I. des Chartinières
01120 Dagneux
France
Phone +33-1-34 45 90 45
E-Mail dsi.france@dywidag.fr

North America

DYWIDAG-Systems International USA Inc.
320 Marmon Drive
Bolingbrook, IL 60440
USA
Phone +1-630-7 39 11 00
E-mail dsiamerica@dsiamerica.com www.dsiamerica.com

South America

PROTENDIDOS DYWIDAG Ltda. Rua Iaiá, 150 – 10º andar - Cj.102
Itaim Bibi
04542-060-São Paulo/SP Brazil
Phone +55-11-21 31 37 00
E-mail vendas@dywidag.com.br www.dywidag.com.br

EMEA

DYWIDAG-Systems International GmbH Germanenstrasse 8
86343 Koenigsbrunn
Germany
Phone +49-8231-96 07 0
E-mail geotechnik@dywidag-systems.com www.dywidag-systems.de

APAC

DYWIDAG-Systems International Pty. Ltd.
25 Pacific Highway
Bennetts Green, NSW 2290
Australia
Phone +61-2-49 48 90 99
E-mail dsi@dywidag.com.au www.dsiminingproducts.com/au

ARGENTINA

AUSTRALIA

AUSTRIA

BELGIUM

BOSNIA AND HERZEGOVINA

BRAZIL

CANADA

CHILE

COLOMBIA

COSTA RICA

CROATIA

CZECH REPUBLIC

DENMARK

EGYPT

ESTONIA

FINLAND

FRANCE

GERMANY

GREECE

GUATEMALA

HONDURAS

HONG KONG

INDONESIA

ITALY

JAPAN

KOREA

LEBANON

LUXEMBOURG

MALAYSIA

MEXICO

NETHERLANDS

NORWAY

OMAN

PANAMA

PARAGUAY

PERU

POLAND

PORTUGAL

QATAR

SAUDI ARABIA

SINGAPORE

SOUTH AFRICA

SPAIN

SWEDEN

SWITZERLAND

TAIWAN

THAILAND

TURKEY

UNITED ARAB EMIRATES

UNITED KINGDOM

URUGUAY

USA

VENEZUELA

Veillez noter:

Cette brochure sert uniquement à donner des informations de base.

Les données techniques et l'information contenues dans cette brochure se présentent uniquement à titre indicatif et peuvent être modifiées sans préavis. Nous n'acceptons aucune responsabilité pour des pertes ou dommages attribués à l'utilisation de ces données techniques ni pour l'utilisation inappropriée de nos produits. Si vous désirez plus d'informations sur des produits particuliers, n'hésitez pas à nous contacter.

www.dywidag-systems.fr