

Sur le procédé

Fondations par pieux vissés métalliques à pointe fileté

Famille de produit/Procédé : Fondations profondes thermoactives

Titulaire(s) : **Société BayoS France**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	1 ^{ère} version du document	PAYET Loïc	BERNARDIN-EZRAN Roseline

Descripteur :

Le pieu BAYO.S est un pieu en acier galvanisé à chaud (intérieur/extérieur), constitué d'un tube circulaire et de forme conique muni d'un filetage hélicoïdal soudé.

Le tube peut être rallongé par une ou plusieurs extensions (avec ou sans hélice).

Le pieu peut être équipé d'une platine qui permet d'assurer la liaison avec la structure supportée.

Le sol est refoulé sous l'effet du vissage, pratiquement aucun matériau n'est rejeté.

La protection contre la corrosion est réalisée soit, par surépaisseur de matière et renforcée avec un revêtement par galvanisation, soit par une protection cathodique.

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	4
1.1.	Domaine d'emploi accepté	4
1.1.1.	Zone géographique	4
1.1.2.	Ouvrages visés.....	4
1.2.	Appréciation.....	4
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	4
1.2.2.	Durabilité	4
1.2.3.	Impacts environnementaux	4
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	4
2.	Dossier Technique.....	5
2.1.	Mode de commercialisation	5
2.1.1.	Commercialisation	5
2.1.2.	Marquage.....	5
2.2.	Description.....	5
2.2.1.	Principe.....	5
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	6
2.3.	Dispositions de conception	9
2.3.1.	Prescriptions sur la détermination de la charge reprise par le pieu	9
2.3.2.	Généralités.....	10
2.3.3.	Méthode générale de conception géotechnique.....	17
2.3.4.	Eléments du dossier de conception du système	17
2.3.5.	Protocoles d'essais pour les fondations à visser	17
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	19
2.4.1.	Prescriptions de mise en œuvre.....	19
2.4.2.	Conditions de l'exécution.....	19
2.4.3.	Tolérances de mise en œuvre.....	20
2.4.4.	Implantation et précision de pose	20
2.4.5.	Assemblage des pieux à rallonge(s)	20
2.4.6.	Couple de vissage des pieux en phase pose.....	20
2.4.7.	Matériel de pose	20
2.4.8.	Traitement anti-corrosion sur chantier.....	20
2.5.	Maintien en service du produit ou procédé	20
2.6.	Traitement en fin de vie	21
2.7.	Assistante technique.....	21
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	21
2.8.1.	Description du processus de fabrication	21
2.8.2.	Contrôles	21
2.9.	Mention des justificatifs.....	21
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	21
2.9.2.	Références chantiers	21
2.10.	Annexes du Dossier Technique.....	23

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Utilisation du procédé en France métropolitaine et zones de sismicité 1 à 4.

1.1.2. Ouvrages visés

Le domaine d'emploi accepté par le Groupe Spécialisé n°3.3 concerne les utilisations dans les bâtiments industriels, bâtiments d'habitation de la 1ère à la 2ème famille, de bureaux, dans les conditions énoncées aux paragraphes ci-après.

Le domaine d'emploi est limité à la réalisation de bâtiments R+1, sans pour autant dépasser 8 m hors toiture.

Les pieux peuvent être utilisés en construction neuve et pour l'extension d'ouvrages existants.

Les pieux peuvent travailler en traction et en compression, leur capacité portante unitaire ne doit pas dépasser :

Pour les pieux monoblocs :

- 205 kN en compression à l'ELS caractéristique (ou 297 kN à l'ELU) ;
- et 34 kN en traction à l'ELS caractéristique (ou 50 kN à l'ELU).

Pour les pieux à rallonges :

- 213 kN en compression à l'ELS caractéristique (ou 309 kN à l'ELU) ;
- 89 kN en traction à l'ELS caractéristique (ou 129 kN à l'ELU).

Les efforts horizontaux ne sont repris que par des massifs en béton armé ou par les pieux sans hélice.

Les valeurs de charges sont indiquées pour des combinaisons de charges et sont fonction de leur diamètre et de la profondeur effective d'ancrage D_c .

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

La stabilité est normalement assurée tant que la charge reprise par les pieux reste limitée dans les conditions indiquées aux dossier Technique.

Dans le cas de charges latérales, il convient d'adopter des dispositions de mise en œuvre spécifiques comme indiquées dans le dossier technique.

La stabilité du pieu dépend des mesures prises pour protéger le pieu des effets de la corrosion, selon les prescriptions du paragraphe 1.2.2 ci-dessous.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Pour le procédé proprement dit, elle est normalement assurée. La mise en œuvre est assurée par un installateur qualifié/agréé par BAYO.S.

1.2.2. Durabilité

La protection contre la corrosion des pieux est assurée par une surépaisseur des éléments, déterminée conformément à la norme NF EN 1993-5 articles 4.2 et 4.4, en fonction de la durée de vie de l'ouvrage et du type de sol.

Les pieux métalliques vissés sont dimensionnés conformément aux §4.2, §5.1, §5.3 et §6 de la norme NF EN 1993-5 en faisant référence à la norme NF EN 1993-1-1 pour les propriétés de l'acier. Par ailleurs, la classe d'exécution minimale suivant la norme NF EN 1090-2 est EXC2.

1.2.3. Impacts environnementaux

L'impact environnemental de ces fondations n'est pas différent des procédés traditionnels type micropieux.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Les rapports des essais de contrôles et de conformité doivent être adressés au CSTB à minima 1 fois par an.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Commercialisation

Titulaire et fournisseur : Société BAYO.S

Bayo.S France

2 rue Ampère

38080 L'ISLE D'ABEAU

Email : infofrance@bayo-s.com

Internet : <http://bayosfrance.fr>

Les pieux sont fournis et installés par Bayo.S France.

La dénomination commerciale des pieux vissés est la marque « BAYO.S ».

2.1.2. Marquage

Les pieux BAYO.S sont identifiés à l'aide d'étiquettes indiquant :

- Le modèle du pieu ;
- L'identité du fabricant ;
- La mention confirmant que le procédé dispose d'un Avis émis par la CCFAT et disponible sur le site internet du CSTB.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le pieu BAYO.S est un pieu en acier galvanisé à chaud (intérieur/extérieur), constitué d'un tube circulaire et de forme conique muni d'un filetage hélicoïdal soudé.

Le tube peut être rallongé par une ou plusieurs extensions (avec ou sans hélice).

Le pieu peut être équipé d'une platine qui permet d'assurer la liaison avec la structure supportée.

Le sol est refoulé sous l'effet du vissage, pratiquement aucun matériau n'est rejeté.

La protection contre la corrosion est réalisée par surépaisseur de matière et renforcée avec un revêtement par galvanisation.

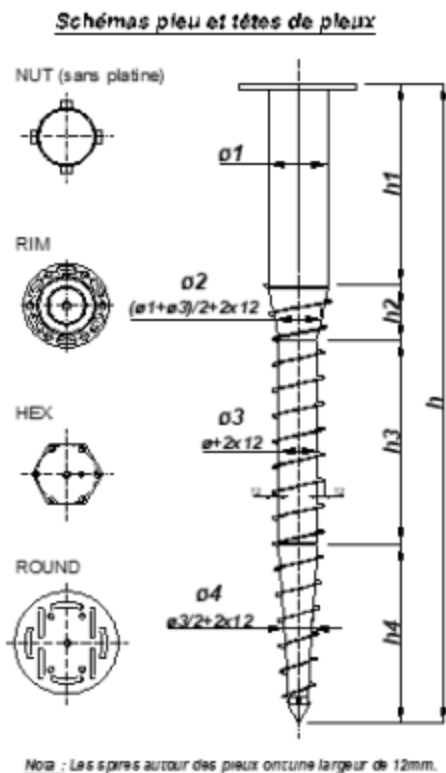


Figure 1 - Schéma pieu type BAYO.S

2.2.2. Caractéristiques des composants

L'ensemble des matériaux constitutifs des pieux BAYO.S est conforme à l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5).

D'après le tableau 3.1 de l'Eurocode 3 (EN 1993-1-1), les résistances de calculs R_d sont calculées à partir de $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$.

2.2.2.1. Description de la gamme

Les pieux sont constitués de tubes de section circulaire en acier. Le diamètre et l'épaisseur du tube varient en fonction des charges à reprendre ainsi qu'en fonction des différentes gammes :

- Type monobloc, ce sont des pieux dont le diamètre est constant sur toute la longueur de la vis (Tableau A1.1 en annexe ;
- Type à rallonge, ces pieux sont composés uniquement de rallonges avec ou sans hélice, d'une tête et d'une pointe.

Certaines gammes sont sans platines (NUT), d'autres avec des platines circulaires (ROUND et RIM) ou hexagonales (HEX) (Tableau 1).

2.2.2.2. Caractéristiques géométriques et mécaniques

Les pieux BAYO.S sont référencés en fonction des caractéristiques géométriques suivantes :

Tableau 1 - Caractéristiques géométriques

référence	dénomination	forme tête	Caractéristiques techniques								
			h	ø1	h1	ø2	h2	ø3	h3	ø4	h4
Pieux standards (en une pièce)											
56111	Screw NUT - 3 M16 - 76x800	NUT	800	ø76	450					ø62	350
56211	Screw HEX - 120 M12 - 76x800	HEX	IDEM								
56112	Screw NUT - 3 M16 - 76x1050	NUT	1050	ø76	550			ø100	150	ø62	350
56212	Screw HEX - 120 M12 - 76x1050	HEX	IDEM								
56113	Screw NUT - 3 M16 - 76x1250	NUT	1250	ø76	500			ø100	400	ø62	350
56213	Screw HEX - 120 M12 - 76x1250	HEX	IDEM								
56313	Screw ROUND M16 - 76x1250	ROUND	IDEM								
56114	Screw NUT - 3 M16 - 76x1550	NUT	1550	ø76	650			ø100	550	ø62	350
56214	Screw HEX - 120 M16 - 76x1550	HEX	IDEM								
56314	Screw ROUND M16 - 76x1550	ROUND	IDEM								
56115	Screw NUT - 3 M6 - 76x2050	NUT	2050	ø76	900			ø100	800	ø62	350
56215	Screw HEX - 120 M16 - 76x2050	HEX	IDEM								
56315	Screw ROUND M16 - 76x2050	ROUND	IDEM								
56120	Screw NUT - 4 M12 - 89x800 W	NUT	800	ø89	200	ø77	50	ø65	200	ø56,5	350
56121	Screw NUT - 4 M16 - 89x800	NUT	800	ø89	450					ø68,5	350
56122	Screw NUT - 4 M16 - 89x1050	NUT	1050	ø89	500			ø113	200	ø68,5	350
56123	Screw NUT - 4 M16 - 89x1250	NUT	1250	ø89	500			ø113	400	ø68,5	350
56225	Screw HEX - 160 M16 - 89x2050	NUT	2050	ø89	900			ø113	800	ø68,5	350
56133	Screw NUT - 4 M16 - 114x1050	NUT	1050	ø114	300	ø119	100	ø100	300	ø62	350
56433	Screw RIM - 114x1250 W	RIM	1250	ø114	400	ø119	100	ø100	400	ø62	350
56235	Screw HEX - 200 M24 - 114x2010 W	HEX	2010	ø114	960	ø119	250	ø100	450	ø62	350
56245	Screw HEX - 200 M24 - 140x2010 W	HEX	2010	ø140	960	ø132	250	ø100	450	ø62	350
56455	Screw RIM - 200x2050 W	RIM	2050	ø200	900	ø162	350	ø100	450	ø62	350
Pieux à rallonge											
55201	Extension 1000 / 39,4"	/	1000	ø76	1000						
55202	Extension 750 / 29,5"	/	750	ø76	750						
55203	Extension 500 / 19,7"	/	500	ø76	500						
55204	Extension Thread 1000 / 39,4"	/	1000	ø76	500			ø100	500		
55205	Extension Thread 750 / 29,5"	/	750	ø76	350			ø100	400		
55206	Extension Thread 500 / 19,7"	/	500	ø76	250			ø100	250		
55207	Extension Helix 1000 / 39,4"	/	1000	ø76	1000						
55100	Screw TIP 1050	/	1050	ø76	600			ø100	150	ø62	350
55101	Screw TIP 1250 / 49,2"	/	1250	ø76	550			ø100	350	ø62	350
55102	Screw TIP 1550 / 61"	/	1550	ø76	850			ø100	350	ø62	350
55103	Screw TIP 2050 / 80,7"	/	2050	ø76	1350			ø100	350	ø62	350

Les pieux BAYO.S sont référencés en fonction des caractéristiques mécaniques suivantes :

Tableau 2 - Caractéristiques mécaniques

référence	dénomination	forme tête	Caratéristiques mécaniques					
			Périmètre (mm)	A (cm ²)	Iy (cm ⁴)	iy (cm)	Wely (cm ³)	Wply (cm ³)
Pieux standards (en une pièce)								
56111	Screw NUT- 3 M16 - 76x800	NUT	239	8,18	53,78	2,56	14,15	18,88
56211	Screw HEX - 120 M12 - 76x800	HEX	IDEM					
56112	Screw NUT - 3 M16 - 76x1050	NUT	IDEM					
56212	Screw HEX - 120 M12 - 76x1050	HEX	IDEM					
56113	Screw NUT - 3 M16 - 76x1250	NUT	IDEM					
56213	Screw HEX - 120 M12 - 76x1250	HEX	IDEM					
56313	Screw ROUND M16 - 76x1250	ROUND	IDEM					
56114	Screw NUT - 3 M16 - 76x1550	NUT	IDEM					
56214	Screw HEX - 120 M16 - 76x1550	HEX	IDEM					
56314	Screw ROUND M16 - 76x1550	ROUND	IDEM					
56115	Screw NUT - 3 M6 - 76x2050	NUT	IDEM					
56215	Screw HEX - 120 M16 - 76x2050	HEX	IDEM					
56315	Screw ROUND M16 - 76x2050	ROUND	IDEM					
56120	Screw NUT - 4 M12 - 89x800 W	NUT	283	9,77	91,34	3,06	20,29	26,88
56121	Screw NUT - 4 M16 - 89x800	NUT	IDEM					
56122	Screw NUT - 4 M16 - 89x1050	NUT	IDEM					
56123	Screw NUT - 4 M16 - 89x1250	NUT	IDEM					
56225	Screw HEX - 160 M16 - 89x2050	NUT	IDEM					
56133	Screw NUT - 4 M16 - 114x1050	NUT	358	12,48	190,43	3,91	33,41	43,89
56433	Screw RIM - 114x1250 W	RIM	IDEM					
56235	Screw HEX - 200 M24 - 114x2010 W	HEX	IDEM					
56245	Screw HEX - 200 M24 - 140x2010 W	HEX	439	15,43	359	4,82	51,28	67
56455	Screw RIM - 200x2050 W	RIM	609	21,5	971,55	6,72	100,31	130,1
Pieux à rallonge								
55201	Extension 1000 / 39,4"	/	239	8,18	53,78	2,56	14,15	18,88
55202	Extension 750 / 29,5"	/	IDEM					
55203	Extension 500 / 19,7"	/	IDEM					
55204	Extension Thread 1000 / 39,4"	/	IDEM					
55205	Extension Thread 750 / 29,5"	/	IDEM					
55206	Extension Thread 500 / 19,7"	/	IDEM					
55207	Extension Helix 1000 / 39,4"	/	IDEM					
55100	Screw TIP 1050	/	IDEM					
55101	Screw TIP 1250 / 49,2"	/	IDEM					
55102	Screw TIP 1550 / 61"	/	IDEM					
55103	Screw TIP 2050 / 80,7"	/	IDEM					

2.2.2.3. Hélices

Les hélices ont un diamètre de 300 mm et une épaisseur de 10 mm pour tous les diamètres de tubes et sont uniquement disponibles sur la gamme de pieux à rallonges.

Elles sont particulièrement adaptées pour des sols meubles et sans blocs ainsi que pour des charges de traction et compression fortes et charges horizontales très faibles (inférieures à 3 kN à l'ELU).

Elles ne sont pas adaptées pour des sols avec blocs ou trop raides et interdites sous efforts horizontaux sismiques ou dynamiques.

L'hélice déstructure le sol sur un large diamètre supprimant la résistance à la butée. La résistance des hélices est limitée par la soudure dont le calcul aux éléments finis est effectué en Annexe 6 (capacités mécaniques des assemblages boulonnés ou soudés).

Les soudures pour l'assemblage des hélices sur le fût sont réalisées en usine.

L'acier composant les hélices est conforme à la norme NF EN 10025-3.

2.2.2.4. Protection contre la corrosion

Les catégories de durée d'utilisation du projet sont indiquées dans l'Eurocode 0 (NF EN 1990) au tableau 2.1.

Conformément à l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5§4.1) :

- La durée d'utilisation de projet requise des pieux BAYO.S est spécifiée pour chaque projet, A défaut, la durée d'utilisation de projet prise en compte par BAYO.S est mentionnée dans les documents d'études en référence comme dans le tableau ci-dessous ou en annexe 7 (Méthode de vérification des pieux face à la corrosion) :

Tableau 3 - NF EN 1990 Tableau 2.1. – Durée indicative d'utilisation de projet

Catégorie de durée d'utilisation de	Durée indicative d'utilisation de projet (années)	Exemples
1	10	Structures provisoires
2	10 à 25	Éléments structuraux remplaçables (poutres de roulement, appareils d'appui...)
3	15 à 30	Structures agricoles et similaires
4	50	Structures de bâtiments et autres structures courantes
5	100	Structures monumentales de bâtiments, ponts et autres ouvrages de génie civil

- Le système de protection anticorrosion est défini pour chaque projet.

Les mesures suivantes sont prises pour prolonger la durée de vie des pieux BAYO.S :

- Suppression des matériaux agressifs ;
- Épaisseur sacrificielle;
- Protection par galvanisation.

2.2.2.4.1. Revêtement par galvanisation

La protection des pieux BAYO.S contre la corrosion est renforcée par une galvanisation des éléments effectuée à chaud en usine (partie hors sol ou totalité du pieu BAYO.S), lui assurant une durée d'utilisation de 50 ans.

Tous les éléments constitutifs des pieux BAYO.S sont systématiquement galvanisés à chaud selon le procédé NF EN ISO 1461. Ce traitement est effectué par une usine spécialisée et consistant à immerger toutes les pièces (tête, corps tubulaire, pointe, hélice, manchons de raccord) dans un bain de zinc fondu.

Les contrôles de l'épaisseur, de l'adhérence et de l'apparence sont effectués selon la norme NF EN ISO 1461 avec une épaisseur minimale de 610 g/m² soit 85 µm.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Prescriptions sur la détermination de la charge reprise par le pieu

Le principe de dimensionnement des pieux est décrit dans cet article et la justification du dimensionnement par expérimentation est fondée sur le §9.2.2 et les annexes C et E de la norme NF P 94-262. Le dimensionnement à l'ELS doit être conforme à la section 14 de la norme NF P 94-262.

La capacité portante calculée lors du prédimensionnement est prise en compte à titre indicatif, avant les essais réalisés sur les pieux de structure ou les pieux tests, qui doivent affiner ou justifier le prédimensionnement.

Les essais suivants sont obligatoirement réalisés :

- Essais de conformité : essais menés à la rupture hors ouvrage, réalisés avant la réalisation des pieux BAYO.S et servant pour le dimensionnement de ces derniers, un essai minimum (cf. §2.3.5.1) ;

Les essais de conformité sont réalisés dans chaque zone géotechnique considérée comme homogène (1 essai par zone et par type de pieux) ;

- Essais de contrôle : essais de chargement statique sur des fondations de l'ouvrage après leur réalisation, menés jusqu'à une charge d'essai égale à la plus grande des 2 valeurs suivantes : 1,3 fois la résistance à l'ELS quasi-permanent et 1,1 fois la résistance à l'ELS caractéristique. Dans tous les cas, l'essai ne doit pas être mené au-delà de la résistance de fluage $R_{c,cr}$ en compression ou $R_{t,cr}$ en traction.

Les charges horizontales peuvent être reprises soit par des pieux sans hélice afin de s'affranchir du remaniement éventuel des sols, soit par des massifs en béton armé.

La solution impliquant la réalisation d'un massif béton associé ou non à un remblai compacté destinés à mobiliser le sol en butée doit faire l'objet d'un dimensionnement par l'utilisation du logiciel FOXTA. La mobilisation de la résistance de butée du sol induit des déformations du terrain qui doivent être compatibles avec celles de la structure portée.

Les fréquences des essais de contrôle sont indiquées au §2.3.5 du Dossier Technique. Ils sont réalisés conformément aux normes NF EN ISO 22477-1, NF EN ISO 22477-2 et NF P 94-151.

Les résultats des essais doivent être consignés dans des procès-verbaux d'essais se basant à minima sur les normes NF EN ISO 22477-1, NF EN ISO 22477-2 et NF P 94-151.

Les rapports des essais de contrôles et de conformité doivent être adressés au CSTB à minima 1 fois par an.

2.3.2. Généralités

2.3.2.1. Etapes de conception et mise en œuvre des pieux

Le dimensionnement des pieux vissés BAYO.S passe par différentes étapes.

Un premier dimensionnement structural est réalisé conformément à l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5). Dans ces étapes, l'aptitude au fonçage par vissage est vérifiée dans le calcul de la capacité structurale.

De même que la capacité du tube en flexion est vérifiée en cas de sollicitations latérales ou à des moments de flexion.

Une fois ces premières vérifications effectuées, le prédimensionnement géotechnique est effectué. Celui-ci permet le calcul de la capacité portante dans le sol et s'appuie sur l'Eurocode 7 (NF EN 1997) et la norme NF P 94-262.

Le pieu dans le sol est donc vérifié vis-à-vis des charges sollicitantes en traction, en compression et en butée horizontale contre le sol.

Les déplacements verticaux, horizontaux et tassements sont également vérifiés vis-à-vis des efforts ELS.

Pour finir, un choix est porté sur au moins un pieu en fonction de la géologie, des charges qui lui sont imposées et ses caractéristiques (diamètre, longueur, gamme, ...) pour réalisation d'essais de conformité. L'organigramme suivant permet la visualisation de ces étapes de conception et de prédimensionnement :

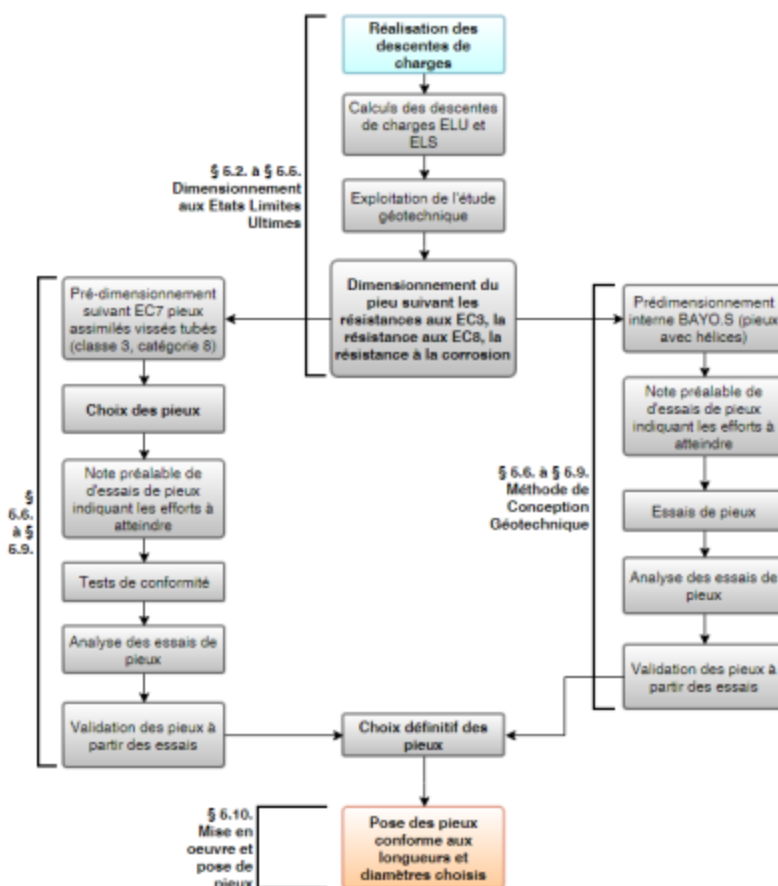


Figure 3 - Organigramme des étapes de dimensionnement

2.3.2.2. Conception de la liaison du pieu avec la superstructure (platine de tête)

Le dimensionnement des éléments de liaison et des procédés d'assemblages est défini par le bureau d'études structure en charge de l'ouvrage à porter, BAYO.S se limite aux platines soudées en tête de ses pieux. Il est à la charge de tous charpentier ou maçon de produire une attache en complète adéquation avec les platines de têtes de pieux BAYO.S et de justifier leur compatibilité suivant les EC2/EC4, EC3, EC5 et EC9 (et leur annexes nationales), ainsi que des normes EN 1090-2, 3, 4 & 5.

1. Liaison avec structure bois

Les éléments constitutifs des pieux vissés en acier galvanisé sont compatibles avec les essences de bois principalement utilisées dans le domaine de la construction, à savoir le Sapin, le Pin, le Peuplier, le Chêne, le Châtaignier, le Douglas. Pour toute autre essence, un avis devra être formulé par BAYO.S et son Bureau d'Etudes.

Les matériaux des organes de fixation seront tenus de satisfaire les exigences de la norme NF EN 1995-1-1 et le choix de la protection des matériaux pour un usage en classe de service 1 et 2 devra se faire conformément au NF DTU 31.2 P1-2.

Tous les procédés de protection des organes de fixation sont autorisés à condition de conférer aux matériaux une protection au moins aussi grande que celle obtenue par galvanisation.

2. Liaison avec structure béton

Les platines en têtes des pieux BAYO.S font office d'éléments de réception des structures porteuses béton de types plots, poutres ou longrines armées. Ces éléments peuvent être de nature préfabriquée ou coulée en place.

Les matériaux, assemblages, poses et enrobages réalisés en têtes des pieux devront impérativement être conformes aux normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-4 + annexes nationales.

3. Liaison avec structure acier

Les matériaux, assemblages et poses réalisés en têtes des pieux devront impérativement être conformes aux normes NF EN 1993-1-1 et NF EN 1090-2 + annexes nationales.

2.3.2.3. Méthode de « Prédimensionnement » des pieux

En temps normal les pieux vissés peuvent être posés une fois leur test de reprise des charges effectué. Le poseur choisit ainsi le diamètre ainsi que la longueur de la vis permettant la correcte reprise des efforts. Néanmoins cette méthode est longue et fastidieuse autant dans la procédure du choix du pieu que dans les tests.

Une méthode de « Prédimensionnement » a été développée sur la base des normes actuelles en matière de fondations profondes. Cette étude est effectuée par un bureau d'étude ayant les compétences aussi bien dans l'utilisation et la réalisation de descentes de charges, que dans la maîtrise des fondations.

Des tableaux d'aide au prédimensionnement ont été réalisés, prenant en considération les pieux « catalogues » existants et les différents types de sols. Ces tableaux ne sont qu'une aide pour un choix resserré des pieux et n'exemptent en aucun cas la réalisation de tests de pieux.

2.3.2.4. Dimensionnement des pieux

Pour chaque projet, le ou les types et les dimensions des pieux BAYO.S sont définis par le bureau d'études BAYO.S qui s'assure que leur mise en place est adaptée aux conditions particulières du terrain et aux contraintes d'environnement. Les équipements et les techniques d'aide au fonçage sont alors spécifiées (NF EN 12633 §7.2).

Le pieu BAYO.S une fois lié à la superstructure de la construction, est utilisé pour reprendre des efforts axiaux de traction et de compression, des efforts transversaux de cisaillement et des moments.

Les dispositions des bases de calcul des Eurocodes 1, 3, 7 et 8 (+NF EN 1990) s'appliquent aux pieux BAYO.S qui sont dimensionnés selon les critères d'états limites.

Le principe de conception du pieu BAYO.S suit les principes des Eurocodes. En particulier, le Dimensionnement structurel est réalisé conformément à l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5). L'aptitude au fonçage par vissage est vérifiée dans le calcul de la capacité structurelle.

La détermination de la capacité portante (ou portance) des pieux BAYO.S dans le sol s'appuie sur l'Eurocode 7 (NF EN 1997) et la norme NF P 94-262.

Les critères de déplacements verticaux et horizontaux de la tête du pieu, mesurés lors des essais de conformité à l'aide d'un capteur de déplacement, ne doivent pas dépasser le 10^{ème} du diamètre du pieu.

2.3.2.5. Dimensionnement structurel aux états limites

Conformément à l'Eurocode 7 ainsi qu'à la norme NF P 94-262, la justification des pieux types BAYO.S comportera les vérifications structurelles acier suivantes :

2.3.2.5.1. Causes de ruines de la structure (type STR)

Le pieu métallique BAYO.S devra être vérifié vis à vis des possibles défaillances de ses constituants métalliques en contraintes et déformations sous sollicitations ELU :

- Effets de torsion, cisaillement, voilement, rupture des cordons de soudure lors de l'opération de vissage et fonçage sous les effets du couple de vissage ;
- Effets locaux sur les assemblages de tête ou assemblages de continuités ;
- Effets conjugués de flambement et flexion ou traction et flexion en service sous charges ELU :
 - Ruine type 1 : Ruine par compression (flambement du pieu dans sol pas assez rigide...) ;
 - Ruine type 2 : Ruine par Flexion du pieux (Pieux trop petit en section vis à vis des efforts horizontaux trop forts et hauteur hors sol trop importante...).

2.3.2.5.2. Aptitude des pieux au fonçage par vissage

La vérification structurelle du pieu acier en contrainte aux ELU suivant les Eurocodes 3 (NF EN 1993-5) pour la vérification de l'aptitude au fonçage par vissage a été déterminée pour chaque type de pieu BAYO.S en tête de pieu.

Le tableau présentant les couples de vissage capables pour chaque type de pieu BAYO.S résulte de ces vérifications.

2.3.2.5.3. Méthode de justification structurelle de contrainte globale du pieu

SUIVANT LES EUROCODES 0, 1, 3 et 7

Plusieurs étapes dans les vérifications sont à enchaîner :

- Evaluation des efforts unitaires en tête de pieux (Eurocodes 1) ;
- Evaluation des combinaisons d'actions unitaires (Eurocodes 0) ;
- Détermination de la longueur de transfert de l'encastrement dans le sol ;
- Détermination du point de butée et d'encastrement effectif du pieu dans le sol ;
- Calcul de la longueur de flambement (en cas de compression seulement) ;
- Calculs de l'élanement du pieu et de ses coefficients de flambement et d'amplification de flexion par la compression du pieu ;

- Vérification de la classe de section transversale du pieu (suivant le chapitre 5.5 de l'Eurocode 3 partie 1.1) afin de déterminer la capacité du pieu à travailler ou non au maximum de ses possibilités mécaniques ;
- Vérification du pieu suivant les critères du chapitre 6.2 de l'Eurocode 3 partie 1.1.

2.3.2.5.3.1. Efforts unitaires

Rappel des différents types de charges et surcharges "unitaires" :

Actions permanentes : souvent notées G (G comme charges Gravitaires) ou CP (charges permanentes en France) ou T (forces de dilatation positives ou négatives) :

- Gmax lorsqu'elles sont défavorables (sollicitent le pieu de concert avec les autres charges).
- Gmin lorsqu'elles sont favorables (vont à l'encontre des autres efforts plus défavorables).

Actions Variables : souvent noté Q charges d'exploitation souvent noté S ou N : (Snow ou Neige, Sable ou Sand) souvent noté V ou W : (Vent ou Wind).

Actions Accidentelles : souvent noté A ou Fa, Chocs de véhicules, de bateaux, explosions, séisme.

Actions dues à l'eau : souvent notées Fw (poussées d'Archimède ou effet hydrodynamiques ou efforts de courants ou marées).

Poussées latérales du sol : souvent notées Gsp (effet de poussées de terre).

Frottement négatif : souvent noté Gsf (effet de tassement d'une couche de terrain compressible).

2.3.2.5.3.2. Combinaisons d'actions type Eurocodes

Avec les charges Eurocodes 1 (cas de charges normaux) efforts ELU pour les dimensionnements à partir des efforts en contrainte et essais de conformité.

Avec les charges Eurocodes 1 (cas de charges normaux) efforts ELS pour les dimensionnements en déplacement et essais de contrôles.

2.3.2.5.3.3. Détermination de la longueur de transfert de l'encastrement dans le sol

La longueur d'encastrement du pieu dans le sol, notée h_e , se calcule suivant les règles des Eurocodes 7, de la littérature géotechnique classique et en fonction d'une étude géotechnique la plus précise possible (pressiométrie ou pénétrométrie). Le sondage au pénétromètre dynamique ne peut être utilisé seul pour le dimensionnement. Il ne pourra venir qu'en complément du pressiomètre.

Cette longueur est calculée en tenant compte de la première couche de sol en butée sur le pieu, tout en retirant la hauteur de terre gélive relative à la zone d'implantation du bâtiment. Ainsi, les différentes couches de sol et caractéristiques équivalentes sont reportées sur une coupe (les caractéristiques devront provenir du sondage géotechnique le plus défavorable possible).

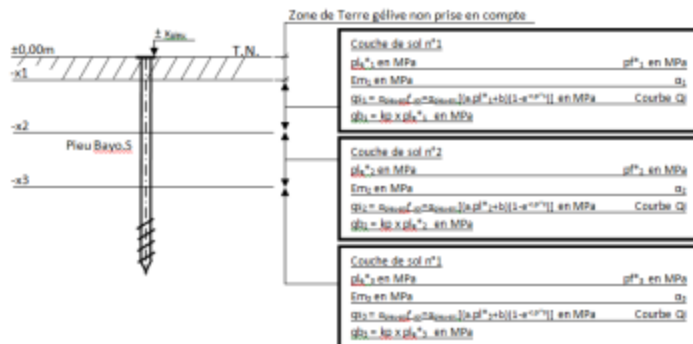


Figure 4 - Coupe de principe du sol

Les termes p_{le}^* , p_{f}^* et E_m proviennent des sondages géotechniques préalablement réalisés et sont en MPa.

Le terme α correspond au coefficient rhéologique du sol déterminé en fonction du type de sol et n'est utile que pour la première couche de sol pour calculer la hauteur d'encastrement effective.

Les termes q_s , k_p et q_b sont à déterminer selon la norme NF P 94-262 et sont en MPa.

Ainsi, pour résumer :

- p_{le}^* = pression limite nette équivalente en MPa.
- p_{f}^* = pression de fluage nette en MPa.
- E_m = module pressiométrique en MPa.
- α = coefficient rhéologique du sol.
- q_s = frottement latéral en MPa.
- q_b = résistance de pointe en MPa.
- k_p = coefficient de portance.

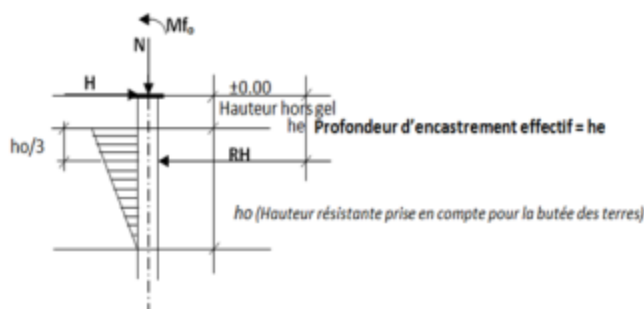


Figure 5 - Schéma calcul hauteur d'encastrement effective

La hauteur d'encastrement équivaut à la longueur de transfert de l'effort horizontal appliqué en tête de pieu.

Le terme h_o qui est la hauteur résistante prise en compte pour la butée des terres est calculé de la façon suivante :

$$h_o = \sqrt[4]{\frac{4 \times E_p \times I_p}{E_s}}$$

avec :

E_p = module d'Young du matériau du pieu en daN/cm².

$I_y = I_x = I_p$ = inertie du pieu en cm⁴.

S_x = section du pieu en cm².

i_y = rayon de giration en cm.

W_y = module d'inertie en cm³.

E_s = module d'Young du sol en daN/cm².

E_s est calculé via la formule suivante et grâce à la première couche de sol :

$$E_s = E_m \times \left(\frac{36}{4 \times 2.65^\alpha + 3\alpha} \right)$$

2.3.2.5.3.4. Détermination du point de butée au point d'encastrement effectif du pieu dans le sol

Le calcul du point de butée permet la vérification de la contrainte transversale exercée contre le sol. Celui-ci met en relation la reprise de l'effort de cisaillement horizontal et la reprise des efforts de flexion, le couple induit de l'effort horizontal et de la hauteur d'encastrement h_e :

$$h_e = \frac{h_o}{3} + \text{hauteur hors gel}$$

Efforts dans le pieu au point d'encastrement h_e :

{

$$M_f = M_{f0} + H \times h_e$$

$$N$$

2.3.2.5.3.5. Calcul de la longueur de flambement

Selon l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5 §5.3.3) et Mandel, la longueur de flambement peut être estimée de la manière suivante (hypothèses de sol simplifiées en tenant compte que de la couche de sol homogène la plus faible sur toute la longueur du pieu) :

$$k h = \frac{E_m}{\frac{\alpha \times H}{2} + 0.1333 \times (E_m \times H)^\alpha}$$

Avec α = coefficient rhéologique du sol.

E_m = module pressiométrique Ménard en MPa.

H = hauteur d'encastrement dans le sol en m.

L'absence de perte d'équilibre statique de la structure doit être vérifiée et est considérée comme un corps rigide. Il en résulte en général d'une combinaison de la rupture du sol et de la ruine intrinsèque de la structure.

Selon l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5 §5.3.3), la longueur de flambement peut être estimée de la manière suivante :

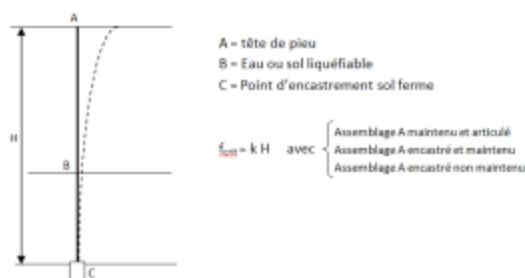


Figure 6 : longueur de flambement

La valeur k tient compte de l'assemblage entre élément porteur en tête du pieu BAYO.S.

Selon l'Eurocode 7 (NF EN 1997-1 §7.8), les pieux BAYOS sont vérifiés vis-à-vis du flambage lorsqu'ils traversent de l'eau, des sols relativement faibles. Dans ce cas uniquement, la hauteur « H » prend en compte l'épaisseur du sol mou correspondant.

2.3.2.5.3.6. Calculs de l'élançement du pieu et de ses coefficients de flambement

L'élançement pour le flambement en flexion d'un pieu chargé latéralement est donné par le maximum des deux expressions suivantes :

$$\lambda_y = \frac{2 \times h_e}{\pi \times i_y} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Avec λ_y = élançement du pieu.

h_e = longueur de flambement en cm.

i_y = rayon de giration en cm.

E = module d'Young de l'acier en daN/cm².

f_y = contrainte admissible de l'acier en daN/cm².

Ou suivant Mandel :

$$\lambda = \left(\frac{H}{2} \times \sqrt[4]{\frac{kh \times \varnothing}{EI}} \right) \times \frac{1}{\pi}$$

Avec λ = élançement réduit du pieu.

H = longueur de flambement dans le sol mou en cm.

kh = appui élastique en MPa.

E = module d'Young de l'acier en daN/cm².

I = inertie du pieu en cm⁴.

\varnothing = diamètre du pieu en cm.

Les pieux BAYOS sont de classe de section 1 conformément au tableau du §3.1 de l'Eurocode 3 (NF EN 1993-1-1§5.5). La courbe a est appliqué pour le coefficient de réduction χ .

Également le coefficient $k_f y$ est calculé de la sorte :

$$k_f y = \frac{1}{1 - \frac{\lambda_y^2 \times N_c}{S_x \times f_y}}$$

2.3.2.5.3.7. Vérification des sections transversales

L'Eurocode 3 (NF EN 1993-1-1§5.5) définit la classification des sections transversales afin d'identifier que leur résistance et leur capacité en rotation limite l'apparition du voilement local.

Les pieux BAYO.S utilisent un acier ayant un f_y de 27,5 à 35,5 daN/mm², soit $d/t \leq 50 \cdot \varepsilon^2 = 33$ à 42.

Comme indiqué dans le tableau du §3.1 de l'Eurocode 3 (NF EN 1993-1-1§5.5), les tubes BAYO.S ont des sections de classe 1. Cette condition est encore vérifiée avec une perte d'épaisseur par corrosion, y compris en cas de sol très agressifs.

La vérification de la résistance des sections transversales les plus sollicitées des pieux BAYO.S utilise l'approche de l'Eurocode 3 (EN 1993-1-1§6.2) notamment en ce qui concerne la vérification des sections en résistance plastique en cas de sollicitation en flexion et effort normal où l'on doit vérifier :

$$\sigma = \frac{M_f \times k_f}{W_y} + \frac{N}{\chi \times S_x} < f_y$$

Sauf cas particulier, et conformément à NF EN 1993-1-1§6.2.10, la résistance au cisaillement plastique de calcul n'est pas prise en compte car l'effort tranchant, limité par la résistance du sol, n'excède pas 50% de la résistance au cisaillement plastique de calcul.

2.3.2.5.3.8. Vérification de la section réduite en flexion composée après perte d'épaisseur corrodée (après disparition de la galvanisation)

La vérification en flexion composée se déroule de la même manière que celle vue précédemment. La seule différence réside dans le calcul de la section dite « réduite » à cause de la perte d'épaisseur du matériau, due à la corrosion.

Nous pouvons estimer la durée de vie de la galvanisation en fonction de l'environnement dans lequel le pieu sera implanté ainsi que l'épaisseur de ce pieu, induisant une épaisseur minimum de galvanisation conforme aux normes en vigueur. Les travaux

effectués par GALVAZINC sur le sujet permettent de déterminer la partie de la durée de vie de l'ouvrage prise en compte par la galvanisation.

Après avoir estimé la durée de vie reprise par la galvanisation, le pieu vissé doit ensuite prendre en compte la perte d'épaisseur de matériau correspondant au milieu dans lequel celui-ci sera implanté et à la catégorie d'utilisation de la structure qu'il supportera après que la galvanisation ait disparue. Les tableaux 4.1 et 4.2 de la norme NF EN 1993-5 (Août 2007) et l'annexe nationale NF EN 1993-5 / NA (Août 2008) §4.4 donnent les valeurs recommandées de perte d'épaisseur par face exposée dans différents sols (tableau 4.1) ou dans l'eau (tableau 4.2). C'est par conséquent cette perte d'épaisseur qui permettra de recalculer la section « réduite » du pieu aux termes de la durée d'utilisation du projet. Les valeurs ont été mesurées à partir d'essais réalisés sur 5 et 25 ans, pour tout autre valeur, une interpolation/extrapolation linéaire devra être effectuée.

2.3.2.6. Dimensionnement aux états limites de service

L'analyse structurale des pieux est basée sur le même type de modèle que celui utilisé pour les états limites ultimes.

Selon l'Eurocode 3 (NF EN 1993-5§2.3) et sauf spécification contraire, les critères d'état limite de service suivants sont vérifiés.

2.3.2.6.1. Limites de tassements verticaux

Les limites de tassements verticaux admissibles par la structure supportée doivent être précisées dans le projet par le client.

Le tassement à l'ELS d'un pieu BAYO.S peut être évalué selon deux méthodes :

- Par la méthode classique de calculs lors du prédimensionnement par Poulos et Davis (1980), en annexe A.11 ;
- Par l'interprétation directe des essais de chargement.

Dans tous les cas, on doit considérer que les résultats de calculs de déplacement ne donnent qu'une indication approchée de leur valeur réelle.

2.3.2.6.2. Limite de vibrations

Les cas particuliers de structures soumises à des vibrations ou de pieux BAYO.S en fondation de machines vibrantes sont étudiés spécifiquement vis-à-vis des tassements excessifs, des résonances et de la liquéfaction des sols comme indiqué dans l'Eurocode 7 (NF EN 1997-1 §6.6.4).

Dans le cas où les longueurs hors sol de pieux BAYO.S sont importantes, il peut être nécessaire de les contreventer de façon appropriée à des structures directement assemblées aux pieux BAYO.S ou adjacentes à ceux-ci. Ces adaptations devront être dimensionnées par un bureau d'étude compétent en structures métalliques.

2.3.2.7. Dimensionnement des assemblages

Les différents types d'assemblage sont liés aux modes et procédés d'exécution de la construction à supporter et sont décrits en annexe de ce document en points I et IV.

L'assemblage par boulonnage est utilisé.

Le dimensionnement doit répondre à l'Eurocode 3 (NF EN 1993-1-8). D'après l'annexe Nationale (NF EN 1993-1-8 NA), le coefficient partiel χ M pour les assemblages soudés ou boulonnés est χ M2 = 1,25.

2.3.2.8. Spécificités de conception en zone sismique

2.3.2.8.1. Prescriptions

- Reprise des têtes de pieux par massifs béton liaisonnés entre eux par le diaphragme du plancher béton ou bois du RDC, ou bien par un réseau de longrines ;
- Les charges horizontales (vent et séisme) ne peuvent être reprises que par des pieux sans hélice afin de s'affranchir du remaniement éventuel des sols ou par des massifs en béton armé ;
- Vérification des massifs contre sol suivant la norme NF EN 1998-5 ;
- Vérification de la reprise des charges verticales par le pieu en frottement sous le niveau de l'hélice et en effet de pointe sous l'hélice et sous la pointe du pieu ;
- Vérification de la résistance du pieu au flambement entre le massif de tête et l'hélice ;
- Vérification de la résistance de l'hélice et de ses soudures ;
- Vérification de la non-liquéfaction du sol en phase sismique.

2.3.2.8.2. Domaine de justification du pieu BAYO.S

Le décret d'application 2010-1255 du 22 octobre 2010 de l'Eurocode 8 (NF EN 1998-1), qui spécifie l'application de la réglementation parasismique française, définit les catégories d'importance des bâtiments et les zones géographiques de sismicité.

A défaut de justification, conformément à l'arrêté du 22/10/210 modifié, les pieux avec hélices ne pourront pas être mis en œuvre en cas d'exigence de prise en compte de dispositions spécifiques. En cas de présence de couche de sol liquéfiable, le procédé ne pourra pas être utilisé.

Les pieux BAYO.S sans hélice peuvent s'intégrer dans les structures dissipatives.

L'utilisation des pieux obliques est interdite dans le cas où l'article 3 de l'arrêté du 22 Octobre 2010 modifié impose l'application des règles parasismiques.

2.3.2.8.3. Principe de conception du système de fondation BAYO.S

Le pieu BAYO.S peut s'intégrer dans des structures dissipatives. Les rotules plastiques ne sont pas autorisées dans les pieux BAYO.S.

La démarche de dimensionnement s'appuie exclusivement sur les préconisations des Eurocodes, notamment l'EN 1993-1, l'EN 1993-5 l'EN 1998-1 et l'EN 1998-5 et les annexes nationales correspondantes.

1. Vérifications aux états limites ultimes

Ils sont associés à l'effondrement ou des formes de rupture mettant en danger les personnes.

Pour les ELU sismiques, il convient de prendre en compte les coefficients relatifs aux fondations profondes, c'est-à-dire $\gamma_t = 1,1$ pour les ELU relatifs à la compression et $\gamma_t = 1,15$ pour les ELU relatifs à la traction.

Les pieux BAYO.S sont dimensionnés sans possibilité de rotules plastiques.

2. Vérification de l'état de limitation des dommages

Le décret d'application 2010-1255 du 22 octobre 2010 indique un coefficient $\gamma = 0,4$ de réduction de l'action sismique

A partir de la raideur équivalente en flexion des pieux BAYO.S ancrés dans le sol et des efforts horizontaux issus des combinaisons de charge, on en déduit les déplacements en tête à l'ELS pour chacune des 2 directions principales du séisme.

Les résultats sont à considérer en fonction de ce que le bâtiment est capable de supporter avant que n'apparaissent des dommages trop importants dans la structure.

2.3.2.9. Traitement des situations particulières

2.3.2.9.1. Groupe de pieux

Selon le NF DTU 13.2 relatif aux fondations profondes pour le bâtiment, les pieux vissés, apparentés aux pieux vissés tubés doivent avoir une distance entre-axe minimale au moins égale à 3 fois la somme des diamètres des deux pieux voisins avec au minimum une distance de 40 cm. Donc afin d'éviter les effets de groupe, l'espacement entre-axe des pieux BAYO.S doit être supérieur à 3 fois le diamètre de l'hélice la plus grande (voir schéma ci-dessous) des pieux BAYO.S contigus, tel que mentionne la NF P 94-262.

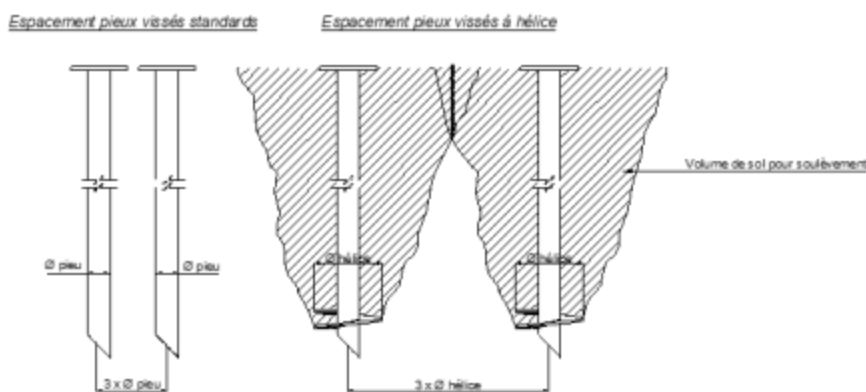


Figure 7 - Schéma de principe d'espacement des pieux

2.3.2.9.2. Dispositions constructives pour répartir les efforts latéraux

Lorsque la résistance latérale du sol est insuffisante pour reprendre les efforts transversaux ou un moment de flexion, les deux options suivantes sont recommandées :

- 1. Pieu BAYO.S vertical avec massif béton** (traction/compression repris par le pieu, butée par le massif et flexion induite par le pieu) dont le dimensionnement doit être effectué par un bureau d'étude compétent ;
- 2. Pieux BAYO.S verticaux groupés** dans le cas de moment de flexion en tête, les pieux verticaux sont solidarités à l'aide d'un massif béton coulé en place. Le dimensionnement du massif béton doit être effectué par un bureau d'étude compétent.

2.3.2.9.3. Vérifications, préparation et réalisation de dés béton

Les armatures des dés devront être calculées afin de reprendre les divers efforts amenés par la structure. Le liaisonnement avec le pieu BAYO.S devra également être vérifié pour éviter tout arrachement des deux éléments.

La vérification du comportement transversal du dé s'effectue suivant les paragraphes 4.3, 8.6, ainsi que l'Annexe I de la norme NF P94-262 de l'Eurocode 7.

Les diverses vérifications du tronçon bétonné sont effectuées avec l'Eurocode 4 pour l'interaction entre le pieu métallique et le dé béton, avec l'Eurocode 2 pour les armatures.

La vérification du pieu vissé en flexion composée s'effectue conformément aux paragraphes 3.2, 5.5 et 6.2 de l'Eurocode 3 (NF EN 1993-1.1+NA).

Les plots béton seront impérativement mis en œuvre en pleine fouille. Les ouvertures réalisées pour leurs réalisations seront tassées préalablement avant l'installation des pieux vissés afin de ne pas risquer d'endommager les platines de têtes et les fûts ou d'abîmer la galvanisation des éléments avec un engin mécanique.

Le terrassement des plots béton devra prendre en considération les paramètres suivants :

- Les sous-faces des dés béton doivent à minima être hors-gel conformément à la norme NF DTU 13.1 P1-1 §8.2. Pour se faire, la profondeur des dés pourra être augmentée en fonction de la zone géographique du projet ;

- Les dimensions des fouilles devront respecter les conditions de la norme NF EN 1992-1-1 §4.4.1 afin de garantir un enrobage adéquat des armatures ;
- A défaut, la classe d'exposition sera portée à XC2 et la classe de consistance à S4 au sens de la norme NF EN 206+A2/CN ;
- Un enrobage latéral minimum de 50 mm devra être réalisé, équivalent à des fouilles de 100 mm plus larges que les cages d'armatures ;
- L'enrobage inférieur sera au minimum de 75 mm.

Leur mise en œuvre comprendra plusieurs phases, à savoir :

- L'installation de la cage d'armatures ;
- Le centrage et calage de la cage avant coulage du béton ;
- Le calage de la cage en fond de fouille sera de 75 mm conformément à la norme NF EN 1992-1-1 §4.4.1 ;
- Le coulage du béton avec à minima un béton de classe C25/30.

2.3.3. Méthode générale de conception géotechnique

2.3.3.1. Données d'entrées à la conception

1. Le plan d'interface de la superstructure et les fondations :

Un ensemble de documents fournis par le demandeur doit permettre d'identifier les modes et procédés d'exécution de la construction à supporter, la position des descentes de charge, la conception des niveaux bas.

La conception du système de fondation BAYO.S permet de répartir l'ensemble des charges de la construction dans le sol par l'intermédiaire d'éléments pour transmettre ces charges sur les fûts des pieux BAYO.S.

2. Les descentes de charges :

L'évaluation des actions (charge permanente/exploitation, sollicitations climatiques et sismique) doivent être réalisées sur la base de l'Eurocode 1 (NF EN 1991) et spécifiées pour le projet par le client.

3. L'étude géotechnique :

La reconnaissance géotechnique est faite suivant la norme NF P 94-500.

Nota : La méthode de prédimensionnement n'est valable que pour les pieux sans hélice. Pour tous les pieux, un test à la compression, un à la traction et un essai de chargement horizontal est obligatoire. Les pieux avec hélice(s) seront tout de même soumis à une vérification structurelle suivant l'Eurocode 3.

2.3.4. Eléments du dossier de conception du système

La conception aboutit à la définition des éléments suivants :

- Les dimensions du fût, des hélices, des raccords ;
- La profondeur d'ancrage minimum, les équipements à utiliser et les paramètres d'exécution à atteindre (pression, couple) ;
- L'interface entre les pieux BAYO.S et la structure de la construction ;
- La liste des points à contrôler lors de l'exécution ;
- La spécification du niveau de recépage avant la mise en place de la liaison avec la superstructure ;
- Les types et fréquences de contrôle ;
- Les autres éléments requis selon la spécificité du projet.

2.3.5. Protocoles d'essais pour les fondations à visser

Les essais de conformité et de contrôle sont obligatoires sur tous chantiers, quels qu'ils soient. Il sera réalisé à la fois des essais de conformité dans un premier temps, puis des essais de contrôle dans un second pour vérifier la bonne mise en œuvre des pieux. Contrairement à ce qu'indique la norme NF P 94-262, un essai de conformité ne vaut pas pour un essai de contrôle pour les pieux vissés.

2.3.5.1. Réalisation des essais de conformité

2.3.5.1.1. Objectif des essais de conformité

Les essais de conformité, également appelés essais préliminaires correspondent à des essais statiques sous chargement axial de traction et de compression ainsi que sous chargement transversal de cisaillement.

L'objectif de ces essais est de déterminer la capacité des vis à reprendre les charges et par conséquent, valider le prédimensionnement ou le remettre en question.

Les essais de conformité, valables uniquement pour une longueur et un diamètre de pieu, devront valider le dimensionnement. Les valeurs d'essais devront être supérieures ou égales aux valeurs de calculs. Il conviendra de réaliser 2 essais dans chaque direction (compression, traction et cisaillement) pour chaque type de pieu et par type de sol avec en complément 1 essai supplémentaire tous les 200 pieux en compression et tous les 50 pieux en traction et cisaillement.

Un programme de chargement spécifique est donc à appliquer permettant de solliciter les pieux pour mesurer les déplacements verticaux et horizontaux en fonction des charges caractéristiques à l'ELU. Ces valeurs, une fois mesurées, sont à comparer avec les déplacements acceptables par les vis BAYO.S.

Ce protocole est réalisé conformément aux essais statiques de pieu isolé, définis dans les normes NF EN ISO 22477-1 pour les essais de compression, NF EN ISO 22477-2 pour les essais de traction et NF P 94-151 pour les essais horizontaux. Il est également conforme à la norme NF P 94-262, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations profondes pour les coefficients à appliquer aux charges de tests ELU.

2.3.5.1.2. Préparation de l'essai

Selon les normes NF EN ISO 22477-1 et NF EN ISO 22477-2, pendant toute la durée de l'essai, toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour éviter que des facteurs extérieurs (intempéries, vibrations, etc.) n'interfèrent avec les résultats de l'essai.

De même que l'appareillage d'essai devra reposer sur un sol stable pour éviter de fausser les résultats. Dans le cas d'un sol meuble, des plaques de répartitions d'efforts seront ajoutées sous les pieds de l'appareil.

Un délai entre l'installation d'un pieu et son essai est préférable. Celui-ci correspond au temps demandé par le sol pour se remettre en place après fonçage de la vis. Il peut varier de 7 jours minimum suivant la nature du sol, avec un délai plus important pour des sols fins. Si ce délai n'est pas respecté il y a un fort risque de ne pas pouvoir valider le résultat de l'essai.

Le pieu devant être testé verticalement et horizontalement, va se voir appliquer un effort en tête de traction, de compression ou de cisaillement. Le but étant de mesurer les déplacements verticaux et horizontaux de la tête du pieu à l'aide d'un capteur de déplacement et ne devant pas dépasser le 10ème du diamètre du pieu.

L'essai de cisaillement devra toujours être réalisé à ± 0.00 m du terrain naturel ou moins si la tête de vis est située sous ce même T.N. En aucun cas ils ne devront être réalisés à une hauteur supérieure au sol car la flexion de l'acier viendra s'ajouter en plus des déplacements horizontaux, faussant ainsi les résultats. Le cas échéant, il faudra alors ramener les efforts à ± 0.00 m.

Ainsi, à partir des valeurs ELU obtenues par les descentes de charges pour prédimensionner les pieux et avec l'aide des efforts théoriques capables calculés au préalable évoqués, on en vient à déterminer les efforts de tests.

Les valeurs des essais de traction seront à écarter par la valeur du poids du cône de sol en tenant compte d'un angle de frottement de 27° par rapport à la verticale (pente de 1H/2V).

On applique ensuite aux efforts ELU les coefficients de sécurités dus aux facteurs partiels de résistance pour les pieux foncés et aux coefficients de portance des pieux indiqués par les normes, soit :

Effort vertical de compression : $R_{c/t} = N_{c_{ELU}} \times \xi_1 \times \gamma_s$

Effort vertical de traction : $R_{t/t} = N_{t_{ELU}} \times \xi_1 \times \gamma_{s,t}$

Effort horizontal de cisaillement : $R_{h/t} = N_{h_{ELU}} \times \xi_1 \times \gamma_{s,t}$

Nota : Le facteur partiel γ_s , pour le fût en compression vaut 1,10. Le facteur partiel $\gamma_{s,t}$ pour le fût en traction vaut 1,15.

2.3.5.1.3. Coefficients de portance des pieux

Se référer à l'annexe E de la norme NF P 94-262.

2.3.5.1.4. Implantation des essais

Le pieu d'essai doit être implanté à proximité immédiate d'un sondage pressiométrique ou d'un essai de pénétration statique. Le nombre d'essais doit donc correspondre aux nombres de sondages effectués par le géotechnicien.

2.3.5.1.5. Programme de chargement

L'essai de chargement est réalisé en un seul cycle de chargement/déchargement. Le but étant d'augmenter ou de réduire la charge lentement et continu afin d'éviter aux maximums les chocs et vibrations pouvant causer la non-validité de l'essai. De même que la charge d'un palier doit être absolument maintenue constante.

Conformément aux normes NF EN ISO 22477-1 et NF EN ISO 22477-2, le chargement doit être appliqué au niveau de la tête de pieu. Le premier palier de chargement étant égal à 5% de la charge de référence. Ensuite, la charge d'essai maximale doit être atteinte après un minimum de 8 paliers de chargement égaux.

Pour finir, la norme recommande un déchargement avec au minimum 4 paliers.

Chaque palier de chargement et de déchargement doit être maintenu pendant une durée minimale. Le premier palier étant de 10 min, les 8 autres paliers doivent avoir une durée d'au moins 60 min.

Les 4 premiers paliers peuvent être réduits à 20 min lorsque la vitesse de déplacement du pieu est inférieure à 0,1mm/20 min.

Pour les paliers de déchargement, une durée minimale de 10 min et de 30 min pour le déchargement complet est recommandée.

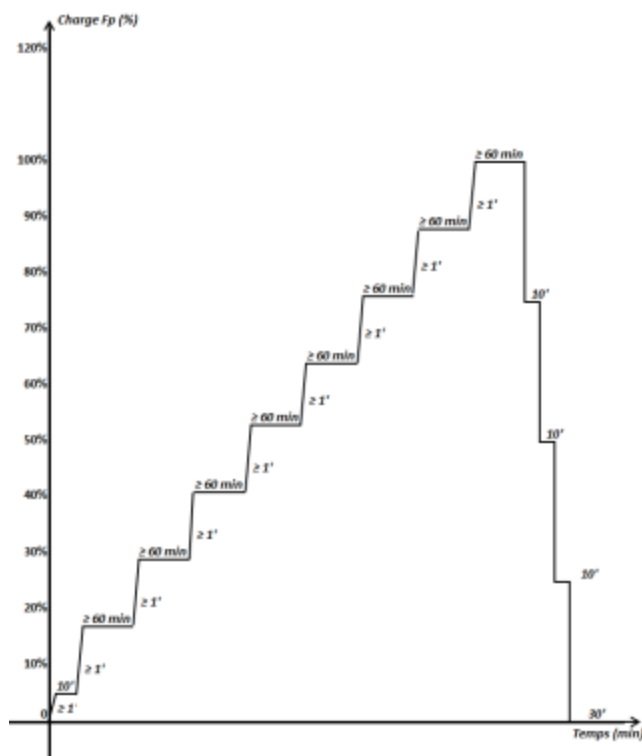


Figure 14 - Procédure chargement suivant NF EN ISO 22477-1 et NF EN ISO 22477-2

2.3.5.2. Réalisation des essais de contrôle

2.3.5.2.1. Objet de l'essai

Les essais de contrôle sont réalisés suivant normes NF EN ISO 22477-1 et NF EN ISO 22477-2 pour confirmer les valeurs de résistance des pieux estimées par les calculs théoriques précédemment effectués à partir des études géotechniques et les tests de conformité.

Selon la norme NF P 94-262, les essais de contrôle : essais sur des fondations de l'ouvrage après leur réalisation, sont menés jusqu'à une charge n'excédant pas 1,1 fois la résistance à l'ELS caractéristique ou 1,3 fois la résistance à l'ELS quasi-permanent. Lors de la réalisation d'essais de contrôle, il conviendra d'effectuer un essai pour 200 fondations dans le cas où celles-ci sont sollicitées en compression et un essai pour 50 fondations dans le cas où celles-ci sont sollicitées en traction ou en cisaillement.

2.3.5.2.2. Limites et conditions de l'essai horizontal pour les pieux sans hélice

Les pieux testés serviront de manière définitive pour supporter l'ouvrage. Les valeurs de charges de référence doivent être connues au préalable.

L'essai sera réalisé conformément à la norme NF P 94-151.

Dans le cas où le massif de réaction ne peut pas être totalement considéré comme indéformable (ex. : recours à un autre pieu vissé, un arbre...), une instrumentation supplémentaire doit être ajoutée (capteur de déplacement) sur ce massif.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Prescriptions de mise en œuvre

Un repérage préalable des conduites et des gaines traversant la zone d'installation des pieux est indispensable avant le démarrage de tout projet.

Un plan de récolement précisant l'implantation des pieux après exécution doit être établi. Il devra afficher les excentrement dont les valeurs devront soit être conformes aux tolérances prises en compte dans le dimensionnement, soit faire l'objet de calculs pour vérifier que celles-ci sont acceptables. Les tolérances de base sont celles des pieux vissés tubés décrits dans la norme NF P 12699.

Afin d'éviter l'effet de groupe, les dispositions du §2.3.2.9.1 seront respectées.

La société BAYO.S fournit l'ensemble des pièces entrant dans le procédé.

Seul le bureau d'études Armorique Etudes dimensionne les pieux vissés de chaque projet.

2.4.2. Conditions de l'exécution

La société BAYO.S doit s'assurer de la liste des entreprises qui correspond à ses critères de maîtrise du procédé et d'indiquer qu'elle est référencée sur son site internet.

Cette personne devra donc s'assurer de la conformité des travaux vis-à-vis des normes et de la procédure BAYO.S donnée par la Plan d'Assurance Qualité.

Elle devra également conserver et transmettre les comptes rendus d'exécution et d'avertir le client de tout changement affectant la reprise des charges par les pieux.

2.4.3. Tolérances de mise en œuvre

Avant la réalisation de tous travaux, un repérage précis des gaines et réseaux existants sur le site est indispensable. On s'assurera en cas de superposition entre un pieu et un réseau, que le décalage nécessaire à la sûreté de l'ouvrage et des réseaux mais aussi à la reprise et équilibre des charges sera correctement effectué et validé par le bureau d'étude BAYO.S.

L'accrochage de certains câbles lors du vissage des pieux pourrait s'avérer extrêmement dangereux.

Un plan de recollement devra obligatoirement être effectué après la fin du chantier avec le repérage des réseaux existants et futurs, ainsi que la position et l'implantation des pieux vissés.

2.4.4. Implantation et précision de pose

Les pieux BAYO.S ont une tolérance de pose de + ou - 5 cm en horizontal et inférieure ou égale à 2% en verticalité. Tout écart supérieur aux tolérances devra faire impérativement l'objet d'une étude approfondie du cas et de son impact sur la structure et de l'intégrité physique des pieux.

La structure posée sur les têtes de pieux est être dimensionnée pour reprendre ces tolérances aussi bien verticalement qu'horizontalement.

2.4.5. Assemblage des pieux à rallonge(s)

Dans certains cas, des pieux plus longs doivent être mis en place pour reprendre les efforts ou atteindre une couche de sol plus compacte.

L'assemblage de ces rallonges se fait mécaniquement par boulonnage et devra impérativement être effectué.

2.4.6. Couple de vissage des pieux en phase pose

Le couple de vissage est un indicateur de la résistance du sol présent sur site, au droit du pieu. Il est déterminé par les essais de conformité. Ce n'est en aucun cas un facteur dimensionnant et ne permet que la confirmation de la résistance du sol.

Cette valeur de couple doit être relevée sur chaque vissage et examinée par le poseur, comparant ainsi tous les résultats du chantier et mettre en évidence les éventuels cas défailants et est consigné dans un document technique de type fiche comme mentionné dans le PAQ.

En cas d'anomalie du couple de vissage, un nouvel essai de contrôle doit être réalisé.

Ce couple de vissage n'exempt en aucun cas la réalisation des essais de pieux.

Le couple de la machine de vissage devra être compatible avec la résistance en torsion des assemblages et des tubes.

2.4.7. Matériel de pose

Les engins de pose des vis (annexe A.3) devront suivre les préconisations habituelles BAYO.S définies par le « Plan d'Assurance Qualité Projet ».

La pose des vis devra se faire avec l'outil spécifique (mât d'installation HULK) BAYO.S, à raccorder sur l'engin de forage et vissage qui assurera ainsi le guidage des pieux (contrôle de verticalité et de niveau intégré à l'outil de vissage).

Cet outil permet aussi la pose indiquée des pieux (voir description en annexe).

Une solution autonome et complète (chenillard de pose DINO 300, visseuse + foreuse) permet également la pose des vis avec la même précision.

L'utilisation d'une mini-pelle en guise d'engin de vissage et forage, n'est pas autorisée sauf si l'engin de vissage fixé au bras hydraulique possède un logiciel de correction de la verticalité dans les deux directions (X et Y).

2.4.8. Traitement anti-corrosion sur chantier

Lors d'un refus prématuré et après essais et validations du pieu en question, une découpe de la partie émergente est nécessaire. Il conviendra de respecter les 3 étapes suivantes :

- Nettoyage et dégraissage de la surface à l'acétone pour débarrasser le pieu de tout corps étrangers ;
- Sécher la surface puis brossage permettant une meilleure adhésion du produit ;
- Pulvérisation d'un produit riche en zinc en 3 couches successives croisées (type GALVA MAT de Jelt).

Le même traitement sera appliqué lors de la soudure d'un élément de liaison avec la superstructure.

Chacune des couches permet la création d'un revêtement de 30 µm sur le support. 3 couches permettent donc la reconstitution de la protection originelle du pieu, soit 3x30 = 90 µm > 70 µm.

2.5. Maintien en service du produit ou procédé

Service après-vente et remplacement de pièces assurés pendant 10 ans après la date de réception du chantier par BAYO.S.

2.6. Traitement en fin de vie

Extraction des pieux par dévissage après démolition ou démontage de l'ouvrage porté, puis dépôt en entreprise de recyclage des aciers.

2.7. Assistante technique

Toute fourniture des pieux BAYO.S est effectuée par BAYO.S SE qui est le fabricant et le distributeur général, BAYO.S France ou ses partenaires formés et agréés, sont chargés de la fourniture et la pose en France.

Le bureau d'études Armorique Etudes dimensionne les pieux vissés pour chaque projet.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Description du processus de fabrication

Les différentes pièces des éléments de vis sont assemblées par soudage dans l'usine 4RAIL a.s. à Okruzni756, 370 01 Ceské Budejovice, en République Tchèque.

La galvanisation des éléments est réalisée selon un procédé à chaud, par une entreprise spécialisée (voir §2.2.2.4.1).

2.8.2. Contrôles

La fabrication et l'assemblage, mis à part l'assemblage des rallonges entre elles, font l'objet d'un autocontrôle systématique du fabricant.

L'autocontrôle porte d'une part sur la résistance des tubes, de l'hélice et des soudures des filetages et éléments porteurs (platines).

Celui-ci intègre le contrôle dimensionnel, le contrôle visuel de la continuité du cordon de soudure.

Les tolérances de fabrication et de montage sont les suivantes :

- Pas des filets et de l'hélice +/- 1.5mm ;
- Position de l'hélice : +/- 25mm ;
- Assemblage des platines de tête : +/- 3mm.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Deux chantiers ont servi de référence pour mener une campagne d'essais comparatifs entre les essais « longs » abordés par les normes NF EN ISO 22477-1 et -2 et NF P 94-151, et les essais « courts » par la méthode LCPC. L'objectif était de connaître la différence de déplacement entre les deux types d'essais et dans les 3 directions, à savoir en traction, compression et cisaillement.

2022 – Maison d'habitation de plein pieds – Pessac (33) :

- Type de sol : Sableux
- Pieux mis en œuvre : Ø761x5 – lg = 2050mm sans hélice
- Charge atteinte en compression : Nctest = 3887 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 0% égal à l'essai LCPC
- Charge atteinte en traction : Nttest = 1320 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 10% supérieur à l'essai LCPC
- Charge atteinte en cisaillement : Htest = 423 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 0% inférieur à l'essai LCPC

2023 – Mezzanines industrielles R+1 bâtiment existant – Maurepas (78) :

- Type de sol : Argilo-sableux puis Marneux
- Pieux mis en œuvre : Ø889x5 – lg = 3000mm sans hélice
- Charge atteinte en compression : Nctest = 24680 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 2,4% inférieur à l'essai LCPC
- Charge atteinte en traction : Nttest = 6170 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 3,2% supérieur à l'essai LCPC
- Charge atteinte en cisaillement : Htest = 580 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 8,2% inférieur à l'essai LCPC

2.9.2. Références chantiers

Dernières références acquises depuis la version de l'ATEX :

2022 – Maison d'habitation de plein pieds – Pessac (33) – Pieux BAYO.S Ø761x5 à rallonges sans hélices :

- Type de sol : Sableux
- Pieux mis en œuvre : Ø76.1x5 – lg = 2050mm sans hélice
- Charge atteinte en compression : Nctest = 3887 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 0% égal à l'essai LCPC
- Charge atteinte en traction : Nttest = 1320 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 10% supérieur à l'essai LCPC
- Charge atteinte en cisaillement : Htest = 423 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 0% inférieur à l'essai LCPC

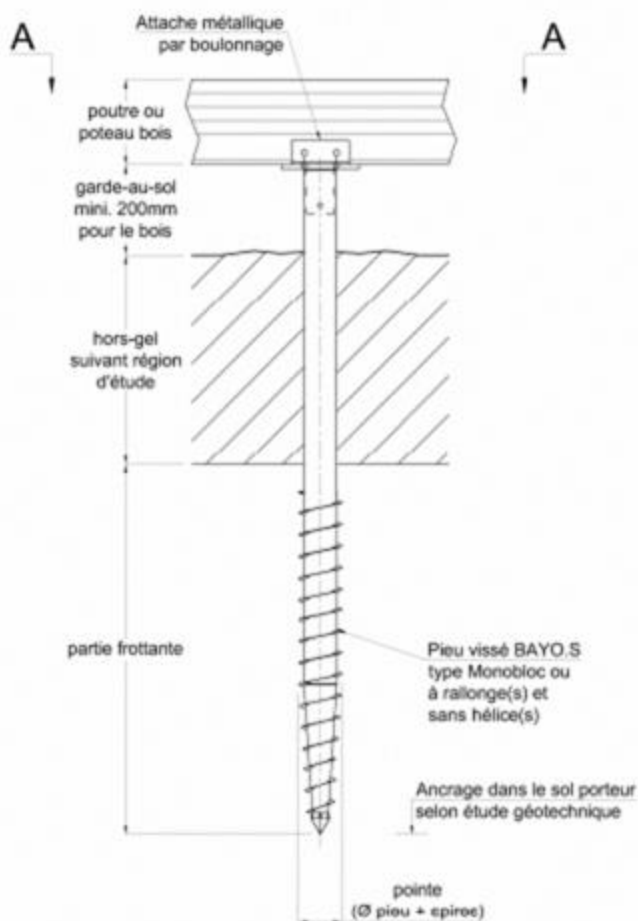
2023 – Mezzanines industrielles R+1 bâtiment existant – Maurepas (78) – Pieux BAYO.S Ø889x5 à rallonges sans hélices :

- Type de sol : Argilo-sableux puis Marneux
- Pieux mis en œuvre : Ø88.9x5 – lg = 3000mm sans hélice
- Charge atteinte en compression : Nctest = 24680 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 2,4% inférieur à l'essai LCPC
- Charge atteinte en traction : Nttest = 6170 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 3,2% supérieur à l'essai LCPC
- Charge atteinte en cisaillement : Htest = 580 daN
- Différentiel essais de compression EUROCODE / LCPC : 8,2% inférieur à l'essai LCPC

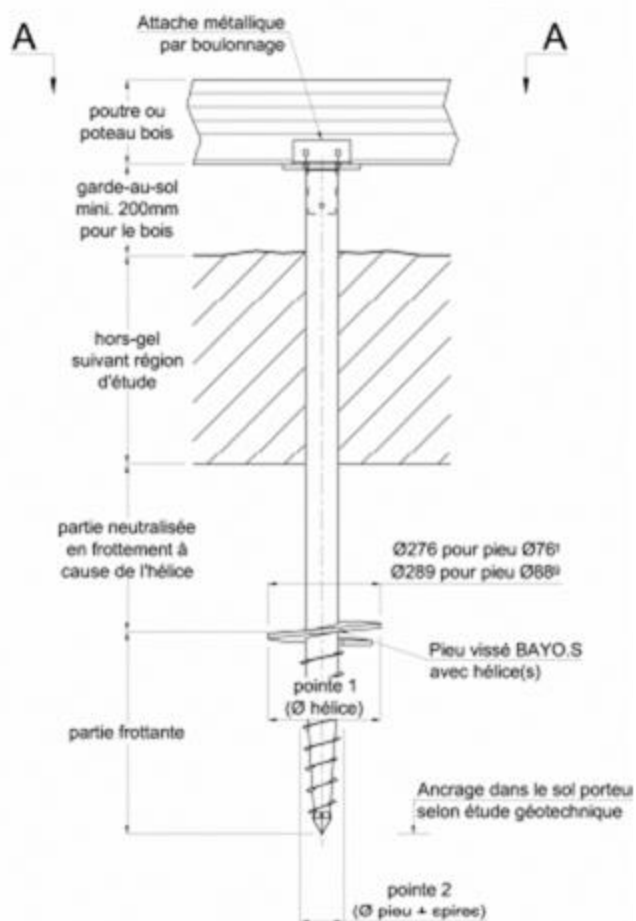
2.10. Annexes du Dossier Technique

Tableau A0.1 – Schéma de principe des pieux BAYO.S classiques ou avec hélice

Coupe sur pieu vissé classique :
(exemple avec liaison bois/acier)



Coupe sur pieu vissé avec hélice(s) :
(exemple avec liaison bois/acier)



Vue A-A :

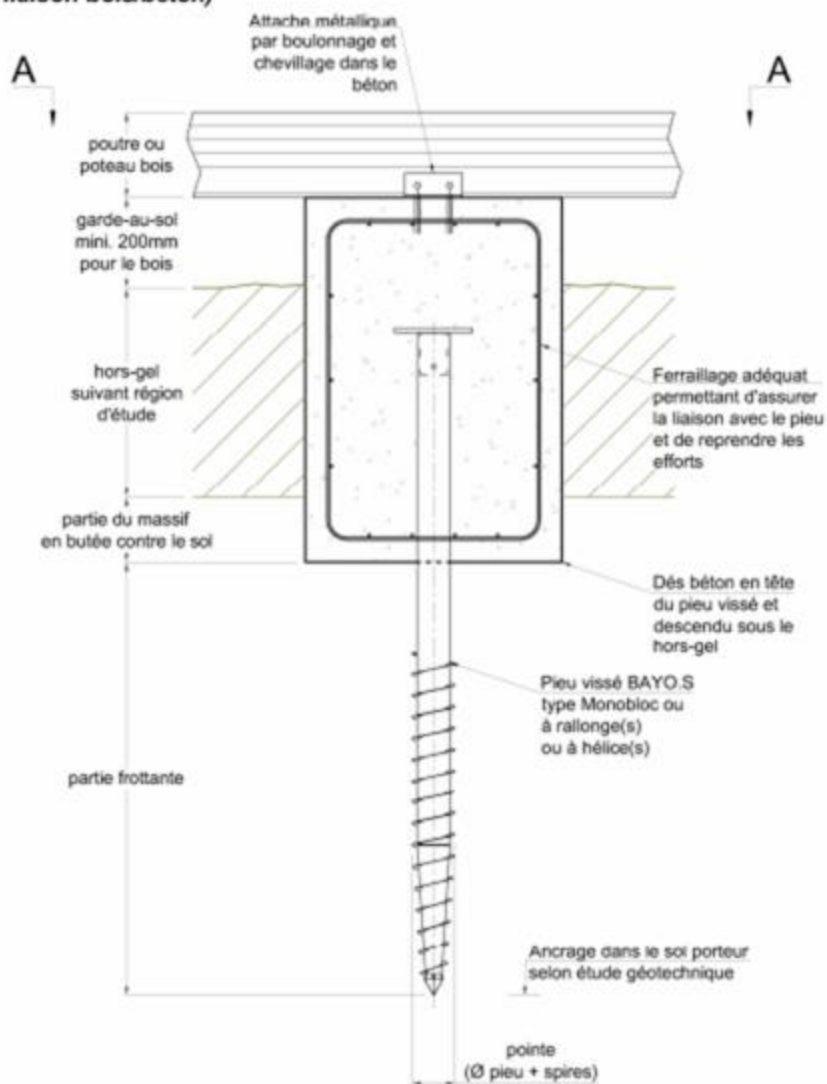


Vue A-A :



Tableau A0.2 – Schéma de principe des pieux BAYO.S avec dés béton en tête

**Coupe sur pieu vissé avec dés béton en tête :
(exemple avec liaison bois/béton)**



Vue A-A :

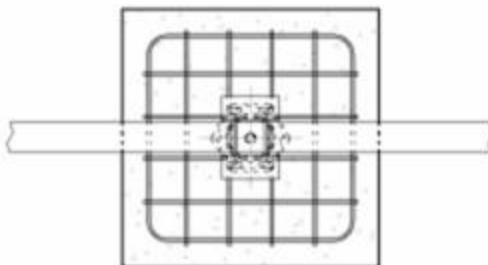


Tableau A1.1 - Tableau caractéristiques géométriques des pieux à inertie variable et droits Bayo.S

Pieux Monoblocs Inertie Variable								
Types IV	Φ 1	H 1	Φ 2	H 2	Φ 3	H 3	Φ 4	H 4
Screw Hex-200 M24 140 x 2010 W	140	1000	132	200	76	450	62	350
Screw Nut-4 M12 89 x 800 W	89	800	101	50	65	200	56,5	350
Screw Nut-4 M16 89 x 800 W	114	350	119	50	76	300	62	350
Screw Hex-200 M24 114 x 2010 W	114	1000	119	200	76	450	62	350
Screw Rim 114 x 1250 W	114	450	119	50	76	400	62	350
Screw Rim 200 x 2050 W	194	950	159	300	76	450	62	350

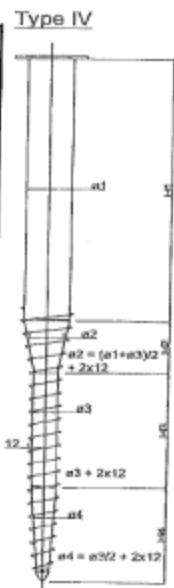


Tableau A2.2 - Caractéristiques géométriques pieux monoblocs droits

Type P	Φ 1	H 1	Φ 2	H 2	Φ 3	H 3
Screw Hex-120 M12 76 X 800	76	450	0	0	62	350
Screw Hex-120 M12 76 X 1050	76	550	100	150	62	350
Screw Hex-120 M12 76 X 1250	76	505	100	400	62	350
Screw Hex-160 M16 76 X 1550	76	650	100	550	62	350
Screw Hex-160 M16 76 X 2050	76	900	100	800	62	350
Screw Hex-160 M16 89 X 2050	89	900	113	800	68,5	350
Screw Round M16 76 x 2050	76	900	100	800	62	350
Screw Round M16 76 x 1250	76	500	100	400	62	350
Screw Round M16 76 X 1550	76	650	100	550	62	350
Screw Nut-3 M16 76 x 800	76	450	0	0	62	350
Screw Nut-3 M16 76 x 1050	76	550	100	150	62	350
Screw Nut-3 M16 76 x 1250	76	500	100	400	62	350
Screw Nut-3 M16 76 x 1550	76	600	100	300	62	350
Screw Nut-3 M16 76 x 2050	76	900	100	800	62	350
Screw Nut-3 M16 89 x 1250	89	500	113	400	68,5	350
Screw Nut-3 M16 89 x 1050	89	500	113	200	68,5	350
Screw Tip 1250 / 49,2	76	500	100	400	62	350
Screw Tip 1050	76	550	100	150	62	350
Screw Tip 2050 / 80,7	76	1300	100	400	62	350
Screw Tip 1550 / 61	76	800	100	400	62	350

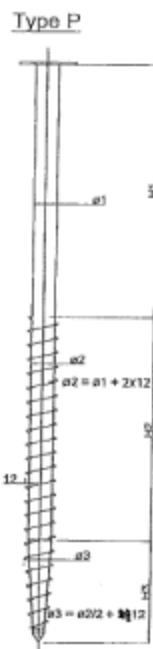
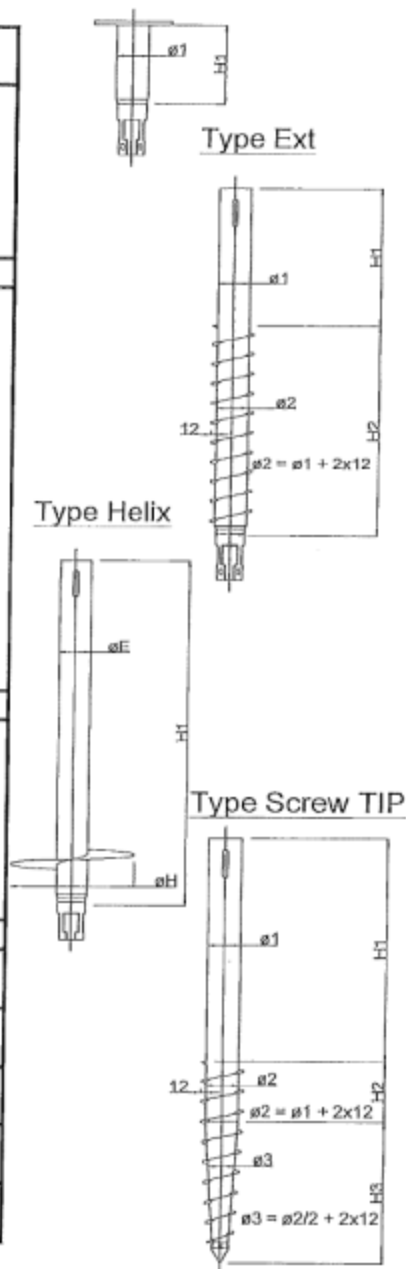


Tableau A1.2 - Tableau caractéristiques géométriques des pieux à rallonge Bayo.S

Pieux à Rallonge						
Type Top	Φ 1	H 1				
Hex Top M16 Nut	76	200				
Round Top M16	76	70				
Types Ext	Φ 1	H 1	Φ 2	H 2		
Extension 500 / 19,7	76	390	100	0		
Extension 750 / 29,5	76	640	100	0		
Extension 1000 / 39,4	76	890	100	0		
Extension Thread 500 / 19,7	76	100	100	290		
Extension Thread 750 / 29,5	76	200	100	440		
Extension Thread 1000 / 39,4	76	350	100	540		
Types Helix	He	Φ E	Φ H			
Extension Helix 1000 / 39,4	910	76	300			
Type Screw Tip	Φ 1	H 1	Φ 2	H 2	Φ 3	H 3
Screw Tip 1250 / 49,2	76	500	100	400	62	350
Screw Tip 1050	76	550	100	150	62	350
Screw Tip 2050 / 80,7	76	1300	100	400	62	350
Screw Tip 1550 / 61	76	800	100	400	62	350



Caractéristiques Mécaniques des Pieux Bayo.S						
Section	Perimètres	A cm ²	Iy cm ⁴	Iy cm	Wely cm ³	Wely cm ³
Ø 76 x 3,6	239	8,18	53,78	2,56	14,15	18,88
Ø 89 x 3,6	283	9,77	91,34	3,06	20,29	26,88
Ø 114 x 3,6	358	12,48	190,43	3,91	3,41	43,89
Ø 140 x 3,6	439	15,43	359	4,82	51,28	67,00
Ø 194 x 3,6	609	21,53	976	6,73	100,63	130,51

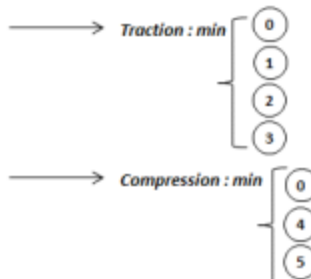
Tableau A.1-3 - Tableau récapitulatif des efforts maxi admissibles en têtes des pieux

Efforts maxi admissibles en têtes de pieux (suivant les EC3) - Résistance Mécanique des pieux BAYO.S

Section (mm)	Longueur (mm)	Tête	H.Rd (daN)	Nc.Rd (daN)	Nt.Rd (daN)	Mel.Rd (daNm)	Cmax* (Nm)
Type IV - Pieux Monoblocs Inertie Variable							
89x3,6	800	NUT M12	2x3225 = 6450	2113 (4)	(3) 4x3225 = 12900	477	4300
89x3,6	800	NUT M16	(6) 6627	2113 (4)	(3) 4x3225 = 12900	477	5740
114x3,6	1250	RIM	4x1658 = 6632 (3)	9147 (4)	(3) 4x240 = 960	785	6960
114x3,6	2010	HEX M24	(6) 8456	14109 (4)	(3) 4x1625 = 6500 1x7654 = 7654 (1)	785	9280
140x3,6	2010	HEX M24	(6) 10467	11576 (4)	(3) 4x1625 = 6500 1x7654 = 7654 (1)	1205	9280
200x3,6	2050	RIM	4x1658 = 6632 (3)	12863 (4)	(3) 4x395 = 1580	2365	11440
Type P - Pieux Monoblocs Droits							
76x3,6	800	NUT M16	(6) 5550	2113 (4)	(3) 3x3125 = 9375	333	3680
76x3,6	800	HEX M12	(6) 5550 1x3225 = 3225 (1)	2113 (4)	(3) 4x3225 = 12900 1x2650 = 2650 (1)	333	3740
76x3,6	1050	NUT M16	(6) 5550	3845 (4)	(3) 3x3125 = 9375	333	3680
76x3,6	1050	HEX M12	(6) 5550 1x3225 = 3225 (1)	3845 (4)	(3) 4x3225 = 12900 1x2650 = 2650 (1)	333	3740
76x3,6	1250	NUT M16	(6) 5550	6733 (4)	(3) 3x3125 = 9375	333	3680
76x3,6	1250	HEX M12	(6) 5550 1x3225 = 3225 (1)	6733 (4)	(3) 4x3225 = 12900 1x2650 = 2650 (1)	333	3740
76x3,6	1250	ROUND M16	(6) 4x1327 = 5308 (3) (6) 5550	6733 (4)	(3) 4x163 = 652 1x3100 = 3100 (1)	333	2970
76x3,6	1550	NUT M16	(6) 5550	8465 (4)	(3) 3x3125 = 9375	333	3680
76x3,6	1550	HEX M16	(6) 5550	8465 (4)	(3) 4x1792 = 7168 1x3100 = 3100 (1)	333	7250
76x3,6	1550	ROUND M16	(6) 4x1327 = 5308 (3) (6) 5550	8465 (4)	(3) 4x163 = 652 1x3100 = 3100 (1)	333	2970
76x3,6	2050	NUT M16	(6) 5550	11353 (4)	(3) 3x3125 = 9375	333	3680
76x3,6	2050	HEX M16	(6) 5550	11353 (4)	(3) 4x1792 = 7168 1x3100 = 3100 (1)	333	7250
76x3,6	2050	ROUND M16	(6) 4x1327 = 5308 (3) (6) 5550	11353 (4)	(3) 4x163 = 652 1x3100 = 3100 (1)	333	2970
89x3,6	1050	NUT M16	(6) 6627	4542 (4)	(3) 4x3225 = 12900	477	5740
89x3,6	1250	NUT M16	(6) 6627	7856 (4)	(3) 4x3225 = 12900	477	5740
89x3,6	2050	HEX M16	(6) 6627 1x6027 = 6027 (1)	11148 (4)	(3) 4x4838 = 19352 1x2641 = 2641 (1)	477	7250
Type R - Pieux à rallonges							
76x3,6	/	/	(6) 5550 1x3225 = 3225 (1)	12941 (4)	(3) 4x1625 = 6500 1x2650 = 2650 (1)	333	3060
76x3,6	/	hélice	(6) 5550 1x3225 = 3225 (1)	10266 (0)	(3) 4x1625 = 6500 1x2650 = 2650 (1)	333	3060

- (0) Compression ou traction minimum : $A \times \sigma_e$
- (1) Boulon centrale de tête
- (2) Résistance screw NUT
- (3) 3 ou 4 boulons de tête
- (4) Résistance pas de vis extérieur
- (5) Résistance hélice
- (6) Cisaillement du pieu : $(A \times \sigma_e) / (2 \times \sqrt{3})$

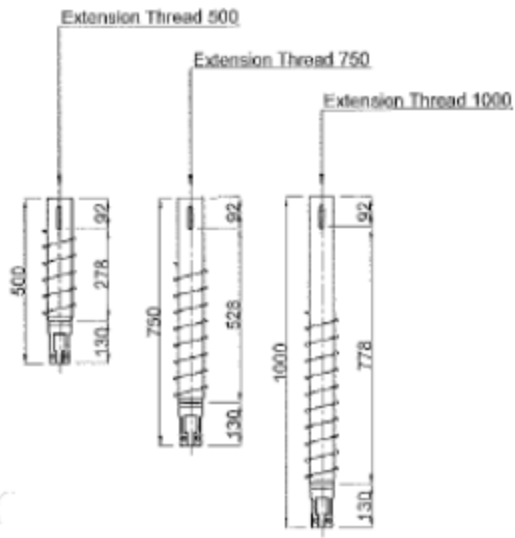
↑ **Points de Faiblesse déterminants**



*Cmax = Couple de vissage maxi toléré par le métal

Figure A.2 - Gamme à rallonges pieux Bayo.S

Extensions pour pieux sans hélice :



Extensions pour pieux avec hélice :

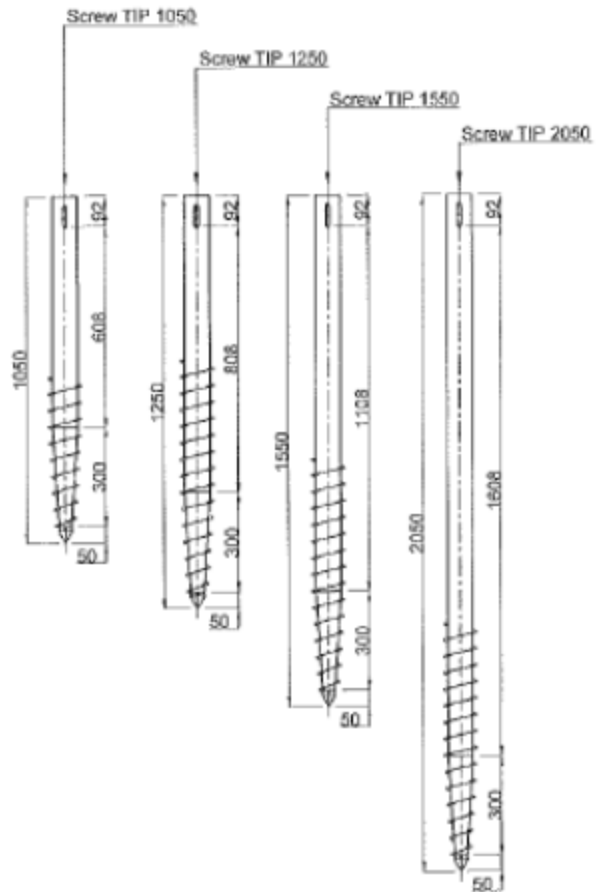
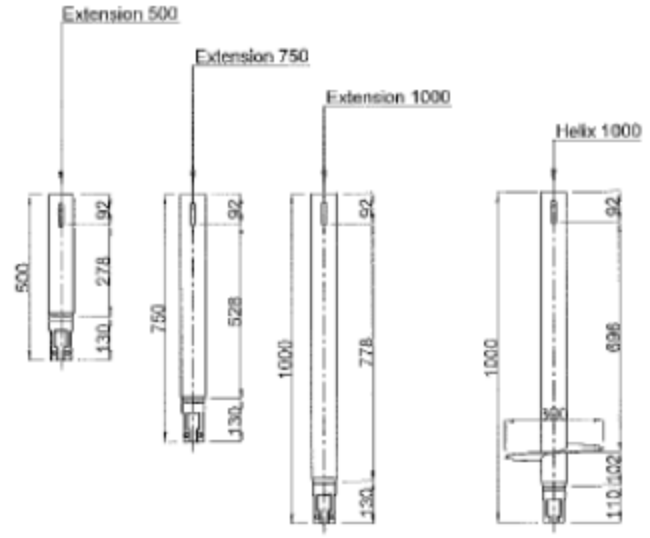


Figure A.3 - Machines de pose et tests des pieux

INFORMATION SHEET

I

INSTALLATION MAST - HULK

BASIC INFORMATION

Standardized hydraulic mast attachment, ready to mount on common high flow hydraulic machine (>3,5 ton excavators, skid steers).

Upfitting capabilities to rockdrill

Limitless installation angles

Screw driving length: 250 cm

Controllable and measurable torque and thrust force

Digital torque reader: provides 20 GMP Hydraulic flow +3000 psi

Maximum capacity: 200 screws per day

Accessories: GPS, Drill head, Torque reader, Quick attach ISO

Torque: 5000 Nm

Total weight: 370 kg



BAYO.S SE EXTENDABLE GROUND SCREWS
 Ocelářská 1354/35, 190 00 Praha 9, Czech Republic
 ISO 9001:2008 - TAX ID CZ01875744
 info@bayo-s.com · www.bayo-s.com

INFO SHEET

MAZAKA 400 GROUND SCREW DRIVER MACHINE

- ✓ Base of the machine complete of undercarriage with rubber tracks Bridgestone
- ✓ Diesel engine MITSUBISHI MODEL S4Q2 , kW 34,6 (HP 48) 4 cylinder
- ✓ Rotary head 5.900Nm double speed
- ✓ Rotary head 6.800Nm single speed
- ✓ Rotary head 10.000Nm optionally
- ✓ Machine positioning through 9 levers Danfoss proportional modular distributor
- ✓ Hydrostatic system with cast iron pump and flow rate 50-100lt/min. at 180 bar
- ✓ Hydraulic oil heat exchanger
- ✓ Hydraulic oil tank capacity 60 liters
- ✓ Diesel oil tank capacity 30 liters and level indicator
- ✓ Column inclination longitudinal +10°; -60°
- ✓ Reversible post guide on the column base to allow the driving of the post in both directions
- ✓ Maximum capacity of driving post section: **maximum height: 2.400 mm**
- ✓ Homologated pull down chain solution
- ✓ Kit of hammer head and template mounted on the machine – optionally
- ✓ Track speed 4,0 km/h
- ✓ Transport dimension: **length 2.800 mm; width 1.150 mm; height 2.050 mm**
- ✓ Weight **2.250 kg**



Figure A.4 - Machine de vissage à fixer sur une pelle hydraulique avec logiciel de correction automatique de la verticalité



Figures A.5 et A.6 - Exemple de fiches d'essais de conformité et/ou de contrôle et réalisation
 Figure A.5 - Tableau de mesures de déplacement pour un essai EUROCODE en compression

Tableau de mesures de déplacements de pieux				CONFORMITÉ → COMPRESSION				
Type d'essai : <input type="checkbox"/> Compression <input type="checkbox"/> Traction <input type="checkbox"/> Cisaillement								
Durée d'essai	Phase 0 - Etalonnage				Fiche de renseignements : Référence chantier : Date : _____ Heure : _____ Température : _____ °C Météo* : _____ <small>* Soleil, Pluie, Neige, Vent.</small> Date de mise en œuvre du pieu : _____ Pieu testé : _____ Charge d'essai : _____ Longueur du pieu testé : _____ Préforage préalable : <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Diamètre préforé : _____ Remarques essai : _____			
	0'	Palier n°0 - 5% Fp (Ntest,ELU)						
Essai rapide LCPC								
Palier n°1 - 10% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
0'	0							
1'	1							
2'	2							
3'	3							
4'	4							
5'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°2 - 20% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
5'	0							
6'	1							
7'	2							
8'	3							
9'	4							
10'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°3 - 30% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
10'	0							
11'	1							
12'	2							
13'	3							
14'	4							
15'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°4 - 40% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
15'	0							
16'	1							
17'	2							
18'	3							
19'	4							
20'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°5 - 50% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
20'	0							
21'	1							
22'	2							
23'	3							
24'	4							
25'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°6 - 60% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
25'	0							
26'	1							
27'	2							
28'	3							
29'	4							
30'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°7 - 70% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
30'	0							
31'	1							
32'	2							
33'	3							
34'	4							
35'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°8 - 80% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
35'	0							
36'	1							
37'	2							
38'	3							
39'	4							
40'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°9 - 90% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
40'	0							
41'	1							
42'	2							
43'	3							
44'	4							
45'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Palier n°10 - 100% Fp (Ntest,ELU)								
	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Comparateur (mm)				
45'	0							
46'	1							
47'	2							
48'	3							
49'	4							
50'	5							
Déchargement - 0% Fp (Ntest,ELU)								
Arrêt total de l'essai - 0% Fp (Ntest,ELU)								
50'	0							

Figure A.6 - Tableau de mesures de déplacement pour un essai type LCPC en compression

Tableau de mesures de déplacements de pieux				CONFORMITÉ → COMPRESSION
Type d'essai : <input type="checkbox"/> Compression <input type="checkbox"/> Traction <input type="checkbox"/> Cisaillement 				
Durée d'essai	Phase 0 - Etalonnage			
	Palier n°0 - 5% Fp (Nitest,ÉLU)			
0'				
Essai rapide LCPC				
Palier n°1 - 10% Fp (Nitest,ÉLU)				
0'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
1'	1			
2'	2			
3'	3			
4'	4			
5'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°2 - 20% Fp (Nitest,ÉLU)				
5'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
6'	1			
7'	2			
8'	3			
9'	4			
10'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°3 - 30% Fp (Nitest,ÉLU)				
10'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
11'	1			
12'	2			
13'	3			
14'	4			
15'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°4 - 40% Fp (Nitest,ÉLU)				
15'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
16'	1			
17'	2			
18'	3			
19'	4			
20'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°5 - 50% Fp (Nitest,ÉLU)				
20'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
21'	1			
22'	2			
23'	3			
24'	4			
25'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°6 - 60% Fp (Nitest,ÉLU)				
25'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
26'	1			
27'	2			
28'	3			
29'	4			
30'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°7 - 70% Fp (Nitest,ÉLU)				
30'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
31'	1			
32'	2			
33'	3			
34'	4			
35'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°8 - 80% Fp (Nitest,ÉLU)				
35'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
36'	1			
37'	2			
38'	3			
39'	4			
40'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°9 - 90% Fp (Nitest,ÉLU)				
40'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
41'	1			
42'	2			
43'	3			
44'	4			
45'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Palier n°10 - 100% Fp (Nitest,ÉLU)				
45'	Temps (min)	Charge d'essai (kN)	Charge Peson (kN)	Compateur (mm)
46'	1			
47'	2			
48'	3			
49'	4			
50'	5			
Déchargement - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
Arrêt total de l'essai - 0% Fp (Nitest,ÉLU)				
50'	0			

Fiche de renseignements :

Référence chantier : _____

Date : _____ Heure : _____

Température : _____ °C Météo* : _____

*Soleil, Pluie, Neige, Vent.

Date de mise en œuvre du pieu : _____

Pieu testé : _____

Charge d'essai : _____

Longueur du pieu testé : _____

Préforage préalable : OUI NON

Diamètre préforé : _____

Remarques essai : _____

Figure A.7 - Principe d'essai de pieu en traction ou compression avec le banc de test

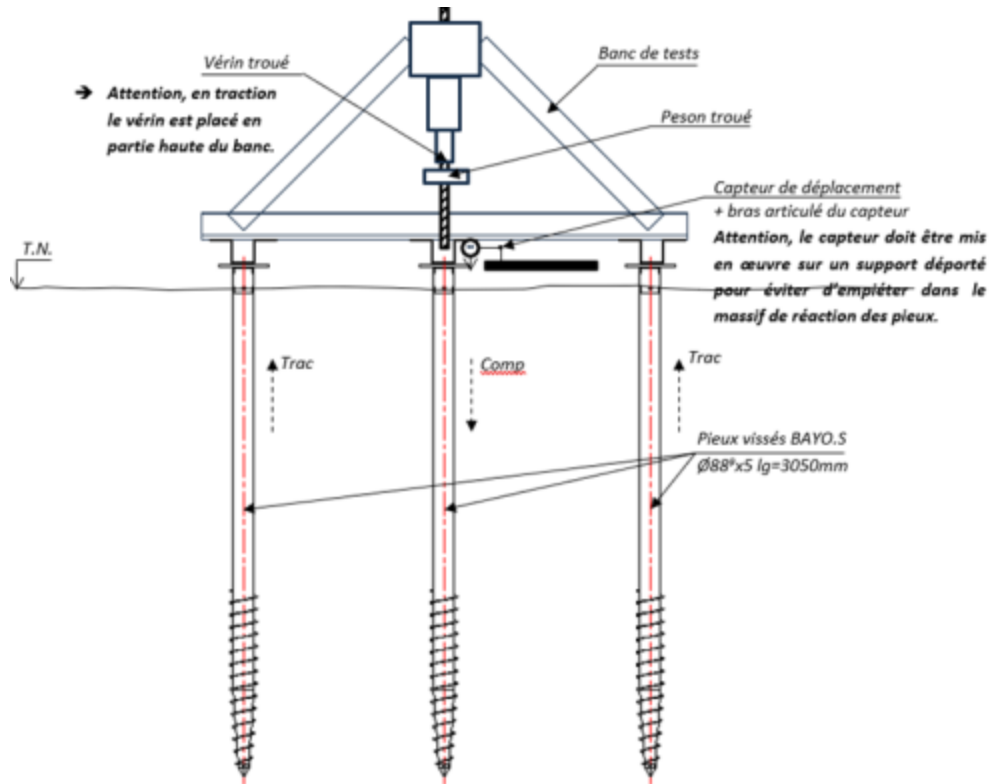


Figure A.8 - Principe d'essai de pieu en cisaillement horizontal

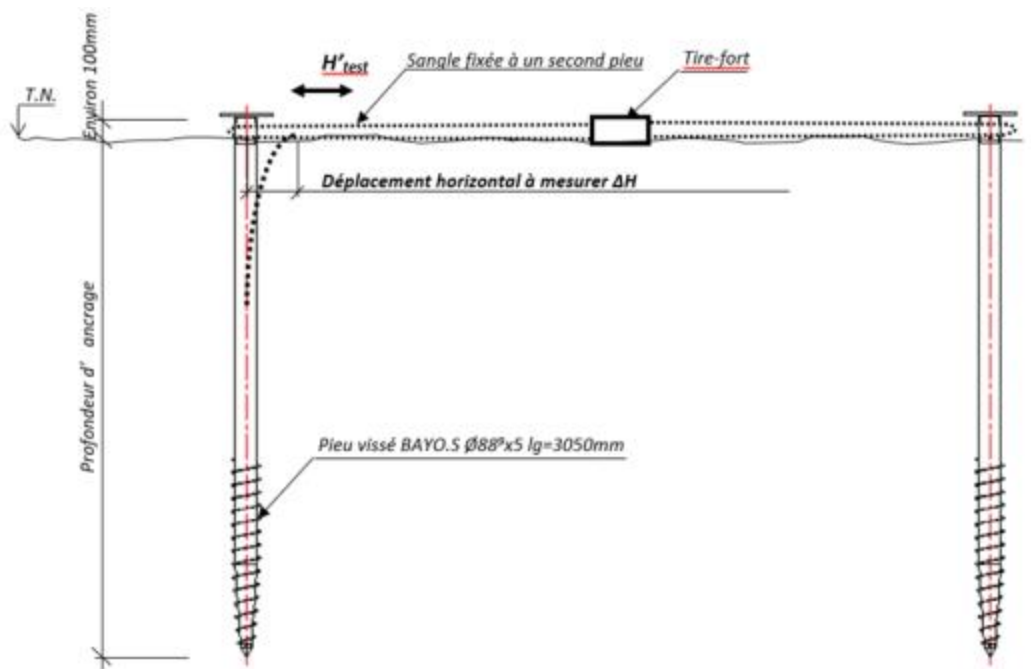
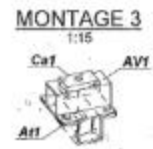
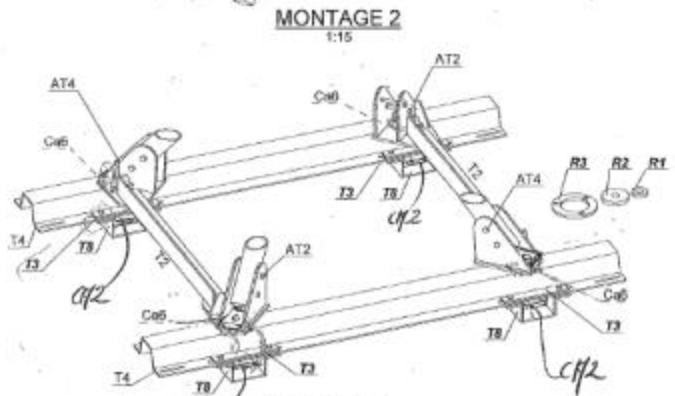
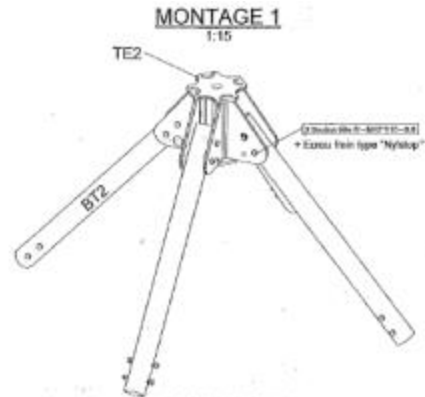
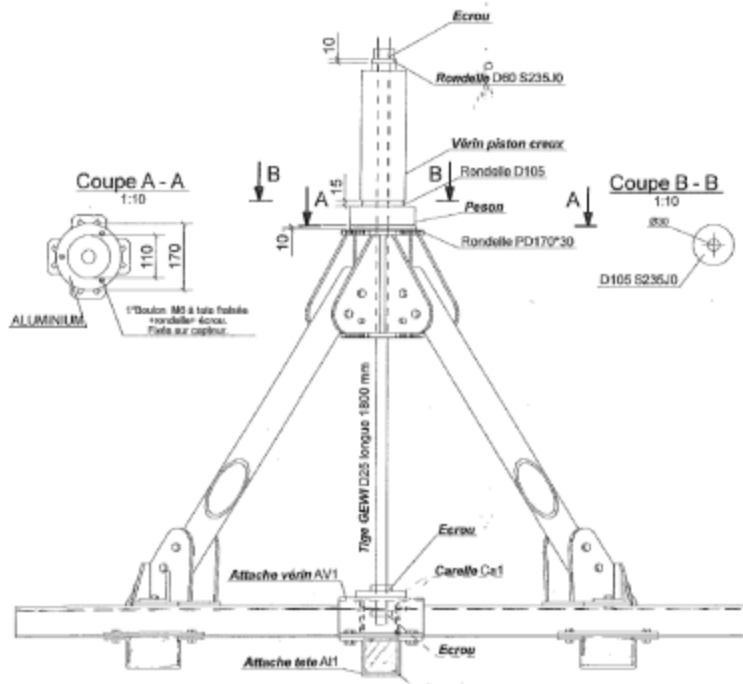


Figure A.9 - Principe de banc de test en traction / compression



MONTAGE VERIN A LA TRACTION
1:10



MONTAGE VERIN A LA COMPRESSION

1:10

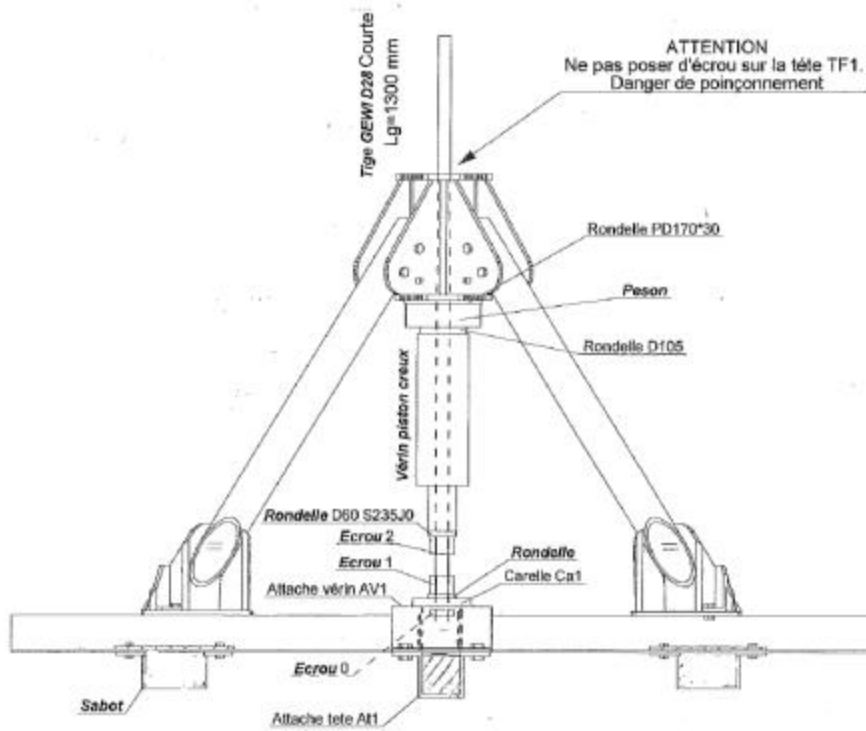




Figure A.10 - Fiches d'autocontrôle de pose de pieux



FICHES VISA POSEUR BAYO.S



AUTOCONTRÔLE DE POSE DE PIEUX VISSÉS

Projet/Chantier _____									
Date ____ / ____ / ____			Version _____			Page ____ / ____			
Adresse chantier _____									
Nom poseur _____					Société _____				
Phase chantier : <input type="checkbox"/> Essais de conformité <input type="checkbox"/> Pose <input type="checkbox"/> Essai de contrôle									
CONTRÔLES EFFECTUÉS									
N° pieu	heure	Diamètre Ø x ép. (mm)	Longueur prévue (mm)	Longueur vissée (mm)	Niveau hélice Ø300*	Couple final (Nm)	Refus prématuré ?	Longueur recépée** ?	Commentaires et Anomalies
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
							<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		

Annexe A.11 - Méthode de calcul de tassement d'un pieu selon Poulos et Davis (1980)

La méthode de calcul suivante est donnée par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3 and 5.4, pp. 84 – 100.

La méthode élastique de Poulos et Davis (1980) consiste à modéliser le sol par un ensemble d'éléments élastique linéaire isotrope (E_s , le module d'Young du sol et ν , le coefficient de Poisson).

Il faut donc déterminer la charge de la mobilisation du frottement latéral R_{sy} , une fois que le frottement latéral n'augmente plus et que seule la pointe du pieu supporte une charge supplémentaire. Tous les coefficients sont donnés sous forme d'abaques pour permettre un calcul manuel.

Cette force est donnée par l'équation :

$$R_{sy} = \frac{R_s}{1 - \beta}$$

Avec :

- R_s , totalité de la charge verticale ELS que l'on suppose repris par effet de frottement sans prendre en compte l'effet de pointe ;
- β , le coefficient de transmission de la charge sur la pointe.

La relation suivante permet de calculer le coefficient de transmission de la charge sur la pointe β :

$$\beta = \beta_0 \times C_k \times C_v \times C_b$$

Avec :

- β_0 , le coefficient de transmission de la charge pour un pieu incompressible ;
- C_k , le coefficient correcteur de la rigidité du pieu ;
- C_v , le coefficient correcteur du coefficient de Poisson ;
- C_b , le coefficient correcteur de la rigidité du sol.

La valeur correspondante du tassement s_y (en cm) lors de la mobilisation du frottement latéral R_{sy} est donnée par :

$$s_y = \frac{I \times R_{sy}}{d \times E_s}$$

Avec :

- I , le coefficient de tassement du pieu ;
- R_{sy} , la charge à la mobilisation du frottement latéral en daN ;
- d , le diamètre du pieu en cm ;
- E_s , la valeur moyenne du module sécant du sol le long du fût du pieu en daN/cm² (1 daN/cm² = 0.1 MPa).

Pour un pieu résistant en pointe, le coefficient de tassement du pieu est calculé suivant la formule :

$$I = I_0 \times R_k \times R_v \times R_b$$

Avec :

- I_0 , le coefficient d'influence pour un pieu incompressible ;
- R_k , le coefficient correcteur de la compressibilité du pieu ;
- R_v , le coefficient correcteur du coefficient de Poisson ;
- R_b , le coefficient correcteur de la profondeur du substratum.

Le tassement limite total s_{lim} (en cm) qui sera comparée au tassement s_y est calculé suivant :

$$s_{lim} = \frac{I \times R_{bu}}{\beta \times d \times E_s}$$

Avec :

- R_{bu} , la capacité portant limite de la pointe du pieu en daN.

• Calcul du coefficient de transmission de la charge pour un pieu incompressible β_0 :

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 86.

Le coefficient de transmission de la charge pour un pieu incompressible β_0 représente l'influence de la compression du demi-espace élastique, qui reprend la charge transférée par le pieu en provenance du sol incompressible.

L'abaque ci-dessous permet de déterminer ce coefficient, elle représente la dépendance entre le coefficient β_0 , le rapport longueur/diamètre (L/d) du pieu et le rapport diamètre de la pointe/diamètre (d_b/d) du pieu. Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpoler :

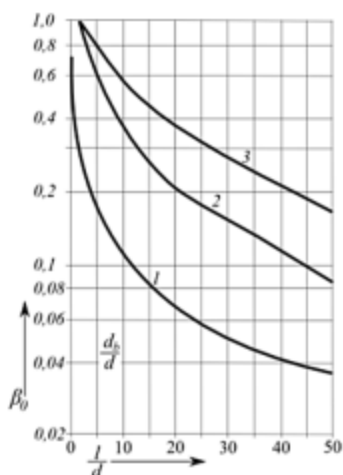


Figure 1 - Coefficient de transmission de la charge pour un pieu incompressible β_0

- **Calcul du coefficient correcteur de la rigidité du pieu C_k :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 86.

Une fonction met en relation le coefficient C_k , le coefficient de rigidité du pieu K et diverses valeurs du rapport longueur/ diamètre de pieu (L/d). Les valeurs de C_k sont déterminées à partir de l'abaque suivante. Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpolier :

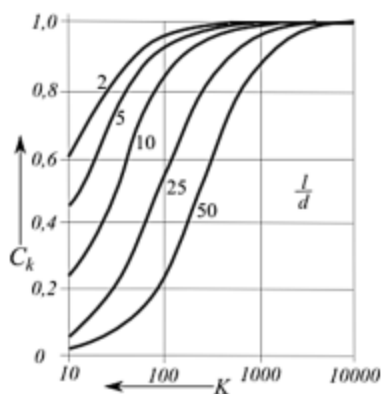


Figure 2 - Coefficient correcteur de la rigidité du pieu C_k

$$K = \frac{E_p \times R_a}{E_s} = \frac{E_p \times \frac{A_1}{A_2}}{E_s}$$

Avec :

- K , le coefficient de raideur du pieu ;
- E_p , le module élastique du matériau en MPa ;
- R_a , le rapport entre l'aire de la section du pieu et l'aire de la surface délimitée par la circonférence extérieure du pieu ;
- A_1 , l'aire moyenne de la section du pieu et A_2 , l'aire du fût du pieu en m^2 .

- **Calcul du coefficient correcteur du coefficient de Poisson C_v :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 86.

Les valeurs du facteur C_v sont généralement présentées en fonction du coefficient de Poisson du sol environnant vs pour différents coefficients de raideur du pieu K . Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpolier :

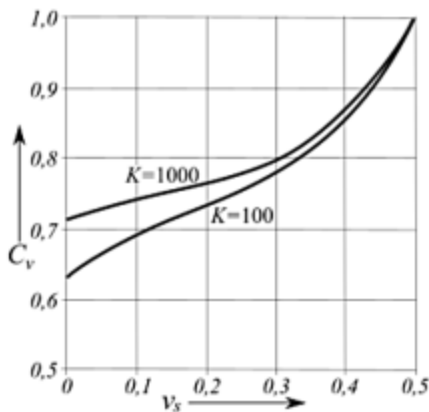


Figure 3 - Coefficient correcteur du coefficient de Poisson C_v

Nota : Le coefficient de Poisson ν d'un sol doit toujours être inférieur ou égal à $\frac{1}{2}$, s'il est égal à $\frac{1}{2}$ le matériau est parfaitement incompressible.

• **Calcul du coefficient correcteur de la rigidité du sol C_b :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 87 - 88.

Les valeurs du coefficient C_b sont habituellement présentées comme une fonction du rapport du module d'élasticité du sol à la pointe du pieu et du module sécant du sol environnant (E_b/E_s) pour différentes valeurs du coefficient de raideur du pieu K et pour diverses valeurs du rapport longueur/diamètre de pieu (L/d). Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpoler :

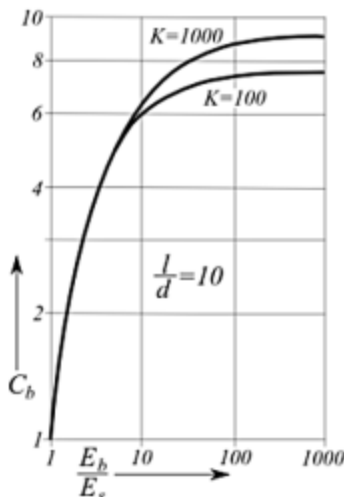


Figure 4 - Coefficient correcteur de la rigidité du sol C_b ($L/d = 10$)

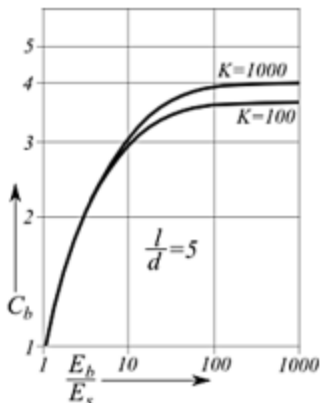


Figure 5 - Coefficient correcteur de la rigidité du sol C_b ($L/d = 5$)

• **Calcul du coefficient d'influence pour un pieu incompressible I_0 :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 89.

Le coefficient de tassement de base I_0 dépend de la longueur L et du diamètre d du pieu et les valeurs de coefficient sont généralement fournies par le graphique suivant qui donne aussi leurs ordres de grandeur. Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpoler :

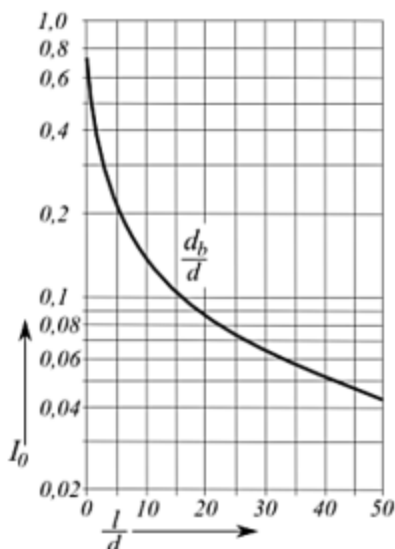


Figure 6 – Coefficient d'influence pour un pieu incompressible I_0

- **Calcul du coefficient correcteur de la compressibilité du pieu R_k :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 89.

Le coefficient de correction R_k représente la raideur du pieu en fonction du coefficient de raideur du pieu K pour les différentes valeurs du rapport entre la longueur et le diamètre (L/d). Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpoler :

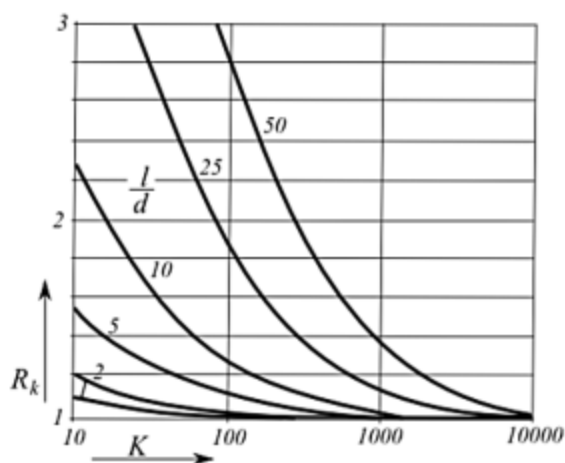


Figure 7 – Coefficient correcteur de la compressibilité du pieu R_k

- **Calcul du coefficient correcteur du coefficient de Poisson R_v :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 89.

Le coefficient de correction du coefficient de Poisson R_v prend en compte l'effet de la diminution du coefficient de Poisson ν des sols au voisinage du pieu sur le tassement du pieu pour un module d'élasticité constant de ces sols. Ces valeurs sont généralement décrites comme une fonction du coefficient de Poisson du sol avoisinant ν_s pour différentes valeurs du coefficient de raideur du pieu K . Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpoler :

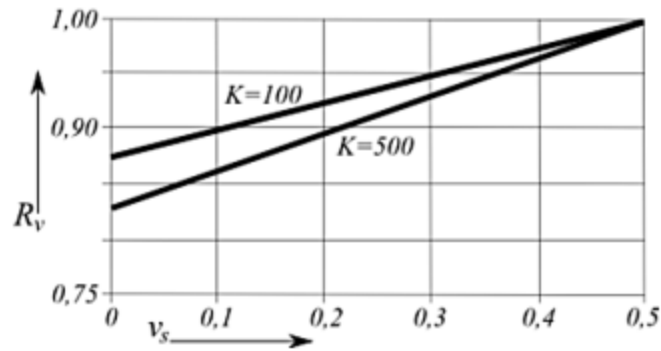


Figure 10 – Coefficient de correction du coefficient de Poisson R_v

Nota : Le coefficient de Poisson ν d'un sol doit toujours être inférieur ou égal à $\frac{1}{2}$, s'il est égal à $\frac{1}{2}$ le matériau est parfaitement incompressible.

- **Calcul du coefficient correcteur de la profondeur du substratum R_b :**

Le coefficient de calcul suivant est donné par Poulos, H. G. et Davis, E. H. dans leur ouvrage : Pile Foundations Analysis and Design. New York : John Wiley and Sons, 1980, chapters 5.3.3, pp. 90.

Les valeurs du coefficient R_b sont fonction du rapport du module d'élasticité du sol à la pointe du pieu et du module sécant du sol environnant (E_b/E_s) pour différentes valeurs du coefficient de raideur du pieu K et pour diverses valeurs du rapport longueur/diamètre de pieu (L/d). Pour les valeurs intermédiaires, il faut interpoler :

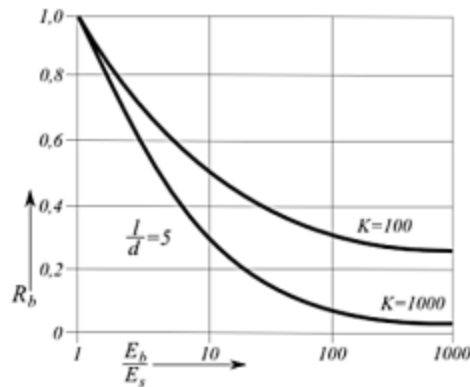


Figure 8 – Coefficient correcteur de la profondeur du substratum R_b ($L/d = 10$)

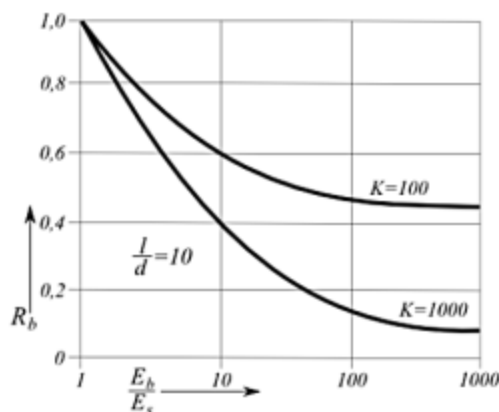


Figure 9 – Coefficient correcteur de la profondeur du substratum R_b ($L/d = 5$)