

L'impact des essais de mise en charge statique instrumentés sur le dimensionnement des pieux.

Etat de la situation en Belgique et aux Pays-Bas.

Monika De Vos (Buildwise, GBMS) et Maurice Bottiau (Franki Foundations, GBMS)

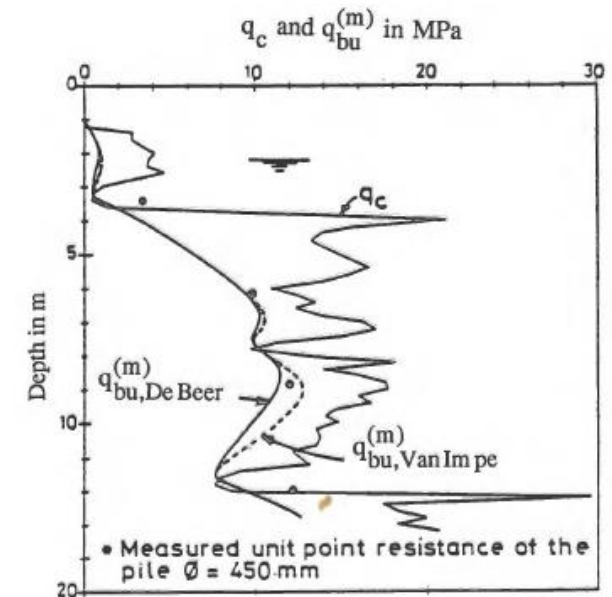
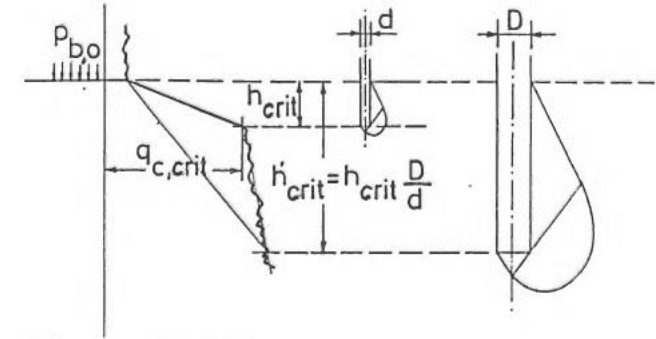


1. L'histoire

Comment des pays voisins connaissent des évolutions très différentes en termes de règles de dimensionnement...

Les années 1980/1990

- Dimensionnement des pieux en Belgique:
 - Facteurs de sécurité globaux
$$R_{ca} = R_{bu}/S_b + R_{su}/S_f$$
 avec $S_b = 2$ et $S_s = 3$
 - Essentiellement basé sur le CPT (à l'époque principalement cône mécanique M4);
 - Résistance à la base est prédominante:
$$R_{bu} = \beta \times q_{bu} \times A_b = \beta \times \alpha_b \times \varepsilon_b \times q_{bu}^{(m)} \times A_b$$
 - Résistance au frottement largement sous-estimée et déduite le plus souvent du frottement total mesuré lors de l'essai CPT.
 - La résistance ultime à la base est estimée sur base de la méthode dite de 'De Beer', basée sur l'effet d'échelle, parfois aménagée par Van Impe.
- Beaucoup d'essais de mise en charge 'historiques', non instrumentés. Très peu d'essais sur la période.



Les années 1980-1990

- Dimensionnement des pieux aux Pays-Bas

- Basée essentiellement sur les essais CPT, avec une progression rapide de l'essai électrique
- Résistance à la base déduite par une version évoluée de la méthode Begemann:

$$q_{bu} = \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times ((q_{c,I,av} + q_{c,II,av}) / 2 + q_{c,III,av})$$

Avec $q_{c,i,av}$ = valeur moyenne de q_c sur trois trajets au-dessus et en dessous de la base du pieu et en limitant les valeurs de q_c .

- Résistance au frottement basée sur le q_c (moyenné et limité à une valeur maximale) et des coefficients empiriques dépendant du type de pieux et de sol.

- $Q_{s,u} = \sum \alpha_{s,i} \times q_{c,zi,av}$

- Très peu d'essais de mise en charge sur la période.

Comparaison entre les méthodes

- Les pieux à refoulement sont favorisés en Belgique et aux PB tandis que les pieux forés sont privilégiés en France

Table 2. END BEARING CAPACITY - INSTALLATION COEFFICIENT α_b

	De Beer/Van Impe	DTU 13.2	NEN 6743
Driven pile	1 to 1.15 (*)	1	1
Screwed pile	1		0.9
Bored pile	Stiff O.C. Clay	0.82	0.5
	Soft cohesive soil	0.75 to 0.8	0.5
Precast pile	0.85 (Stiff clay)	1	1

(*) 1 for cast in situ driven concrete pile

1.15 for driven concrete piles with low water-cement factor concrete (type FRANKI)

(**) For bored piles, the relative displacement of $0.1 \times \text{Ø}b$ is usually not sufficient to mobilize the end bearing capacity. An estimation of α_b should therefore be linked with relative smaller settlements

$$\alpha_{b,z} = 0.8 - (\alpha_{b,0} - \alpha_b) \cdot K \quad \text{with } K = \frac{q^*_{u,b,z} - q^*_{u,b,\min}}{q^*_{u,b,\max} - q^*_{u,b,\min}}$$

Bottiau, M. CPT'95

Table 3. SHAFT RESISTANCE-INSTALLATION COEFFICIENT

DRIVEN PILES

Soil type	qc (kPa)	Van Impe	DTU.13.2	NEN 6743
Sand, gravel	0 to 2500		80	
	2500 to 10000	30 to 100	100	83 (71)
	10000 to 15000	100	150	83 (71)
Clay	15000 to 20000	100 to 200	150	83 (71)
	0 to 2000	/	30	20 to 40 (*)
	2000 to 5000	60	40	30
	>5000	60 to 80	60	30

BORED PILES

Soil type	qc (kPa)	Van Impe	DTU.13.2	NEN 6743
Sand, gravel	0 to 2500	/	60 to 120	165
	2500 to 10000	30 to 200	100 to 180	165
	10000 to 15000	200	150	165
Clay	15000 to 20000	300	150	165
	0 to 2000		30	20 to 40 (*)
	2000 to 5000	85	40	30
	>5000	85	60	30

(*) for $z/\text{Ø} < 20$, $1/\eta_p = 20$

for $z/\text{Ø} > 20$, $1/\eta_p = 40$

- Le rapport entre la résistance au frottement et à la base est inverse entre la France et ses voisins.

Interactions avec la France (1980-1990)

- Le dimensionnement est parfois basé sur les NEN 6740/6743 et/ou le DTU 13.2 ou Fascicule 62.
- Au pressiomètre, les méthodes françaises sont appliquées.
- Les micropieux et ancrages sont calculés sur base de la méthode du LCPC publié par Bustamante, en convertissant les infos q_c en valeurs de pression limite p_l .
- Quelques entreprises commencent à s'intéresser aux essais instrumentés introduits par Bustamante et Gianeselli.

Premiers contacts avec le Maître



1992



Espace Léopold

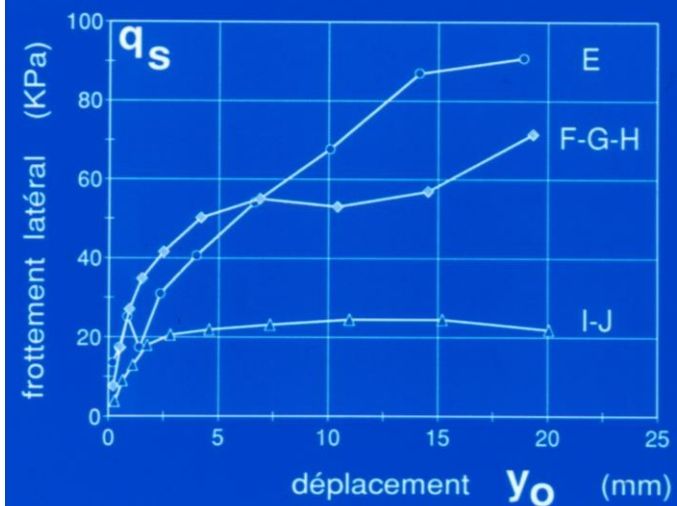
- Essai instrumenté sur un pieu PCS
- Socofonda - 1993

Espace LEOPOLD. BRUXELLES



Espace LEOPOLD. BRUXELLES

essai du 27-28/01/1993



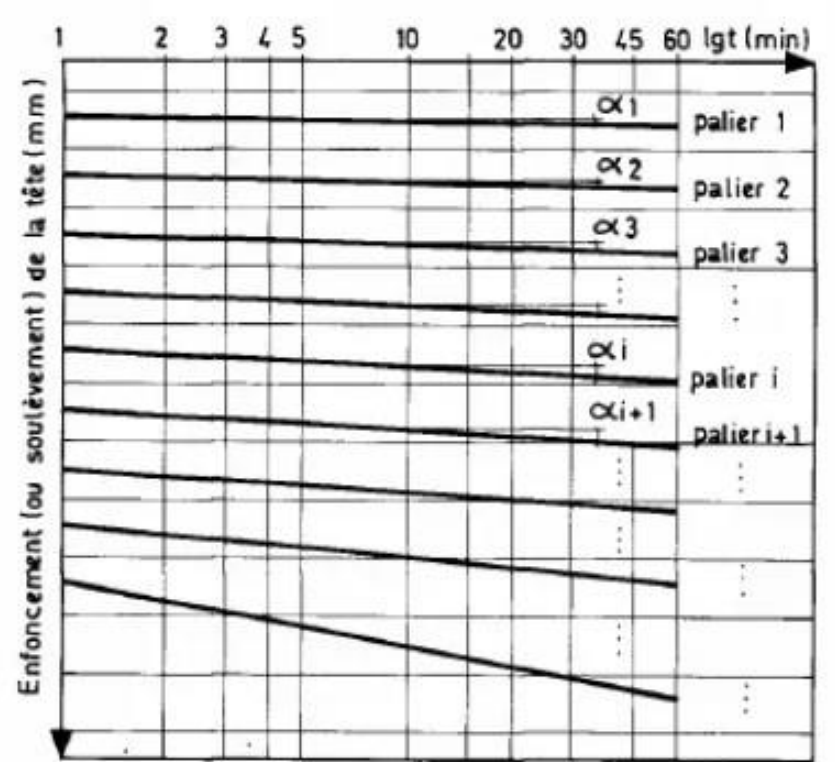


Fig. 3. — Exemples de relations enfoncements de la tête — logarithme du temps pour paliers de 60 minutes.

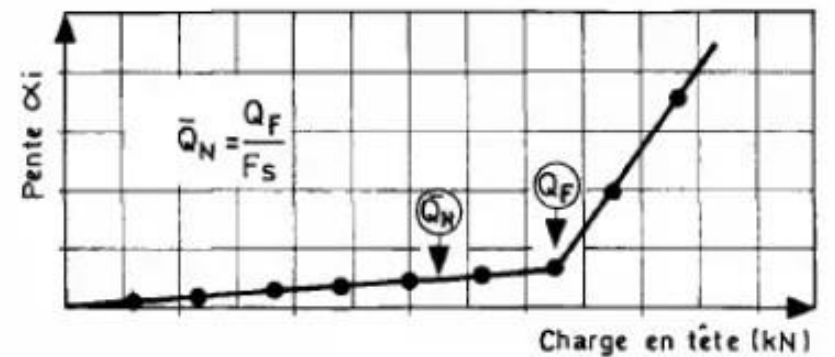


Fig. 4. — Détermination graphique de la charge de fluage Q_F .

De multiples collaborations voient le jour...

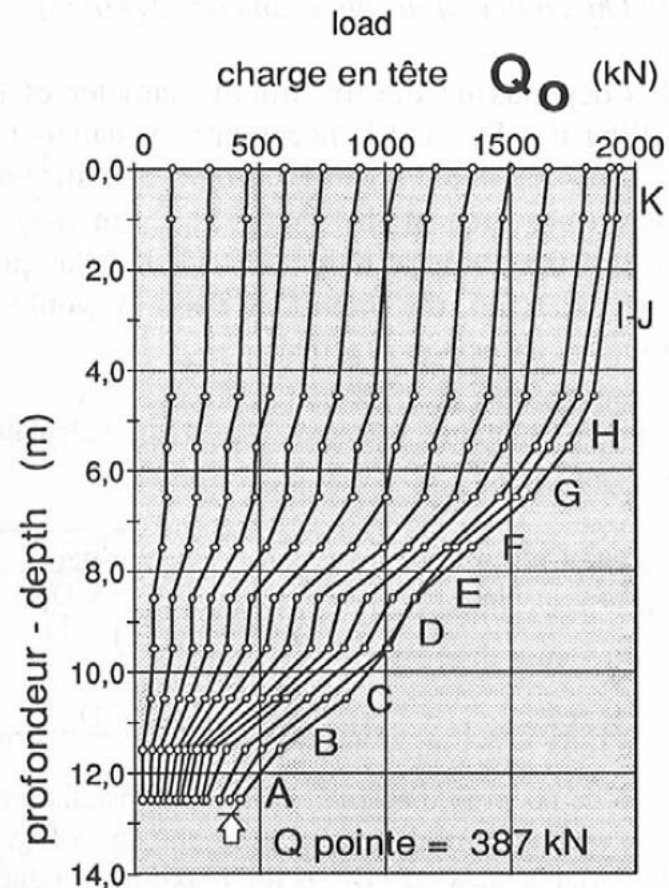
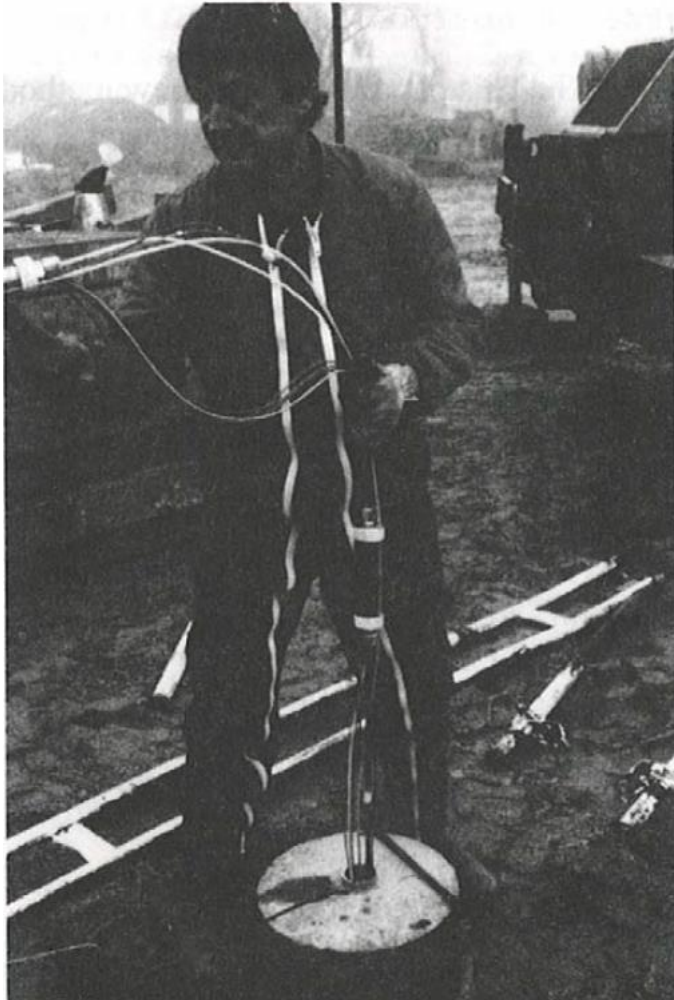
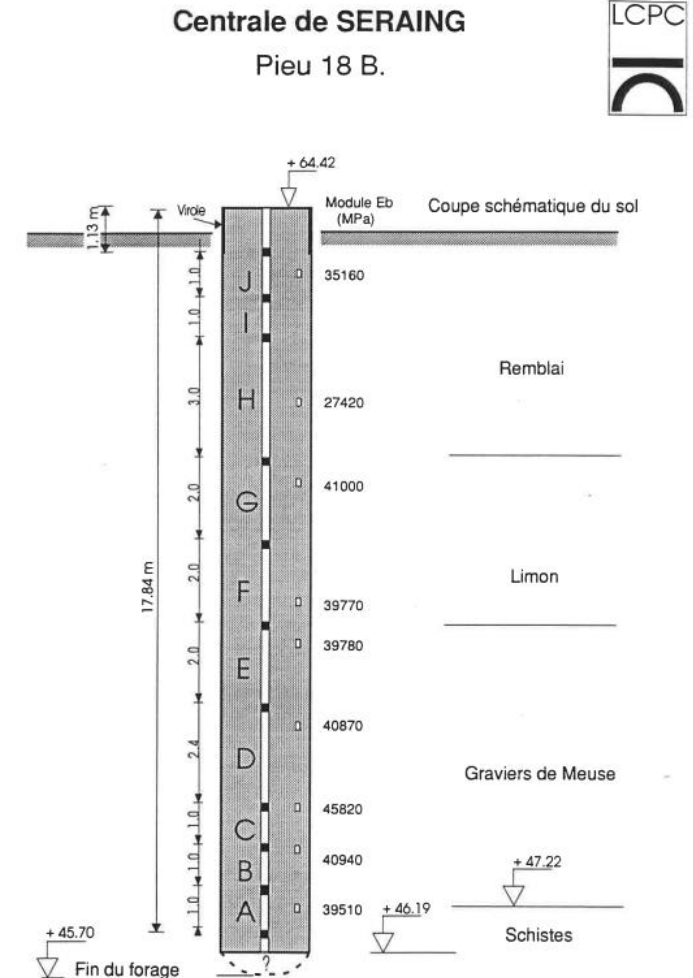


fig. 6b. Load distribution along pile P.9. Koekelare.



Années 2000 : Premiers enseignements – Campagne d'essais instrumentés

- Début d'une 'Révolution Culturelle': la résistance à la base en question.
- Développement accéléré de nouveaux systèmes de pieux vissés
- 1999-2003: deux campagnes d'essais sur pieux vissés avec le CSTC (Buildwise)
- Réflexion profonde sur les méthodes de dimensionnement en Belgique – le tournant de l'Eurocode 7.

Essais instrumentés – le chemin vers la connaissance

1999-2001 : campagne sur des pieux vissés dans l'argile de Boom (Wavre Sainte Catherine)

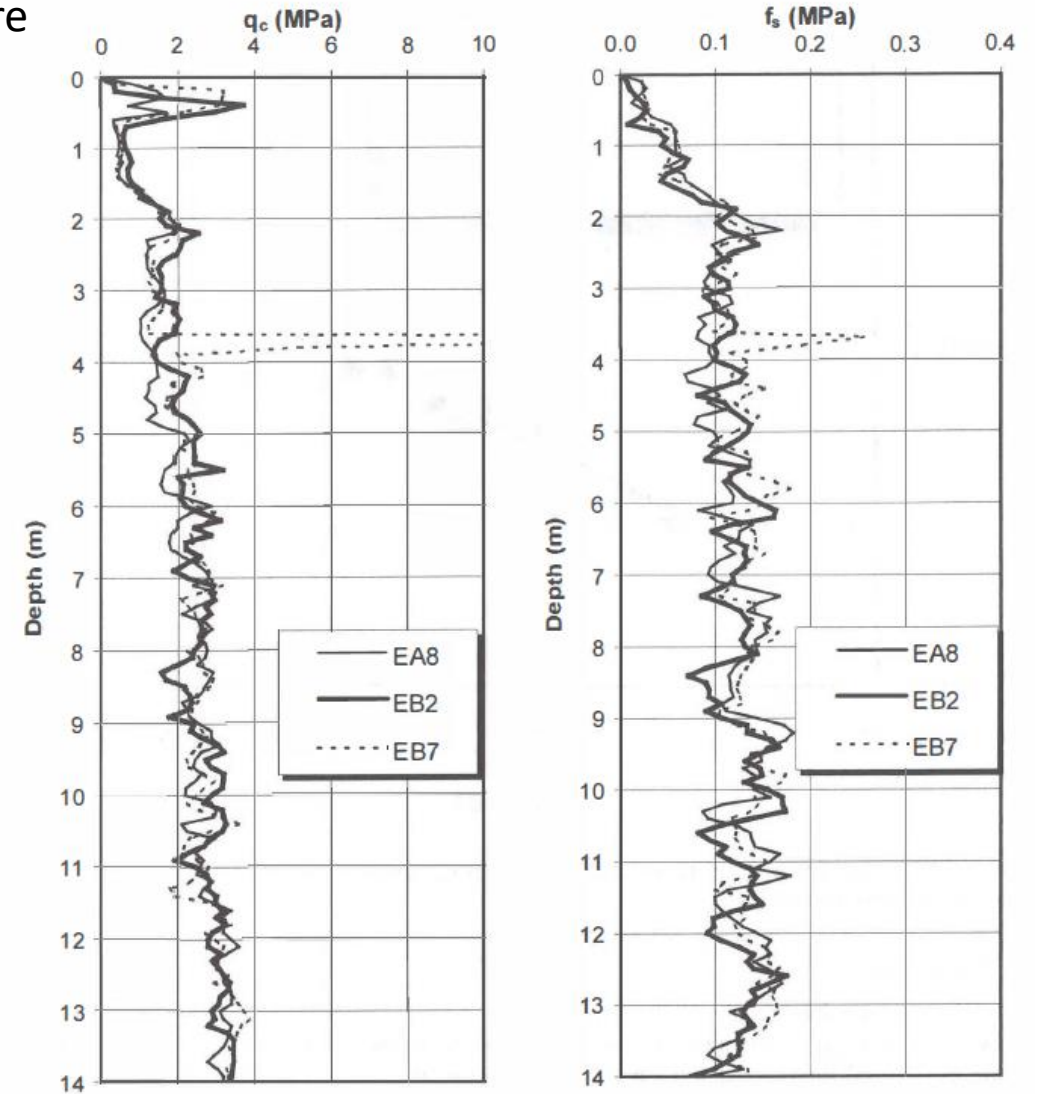
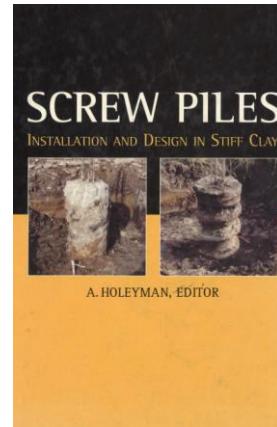


Figure 11. Typical CPT-E test diagrams for the test site at Sint-Katelijne-Waver.

Essais instrumentés – le chemin vers la connaissance



2001-2003 :

Campagne sur des pieux vissés dans le sable bruxellien (Limelette)

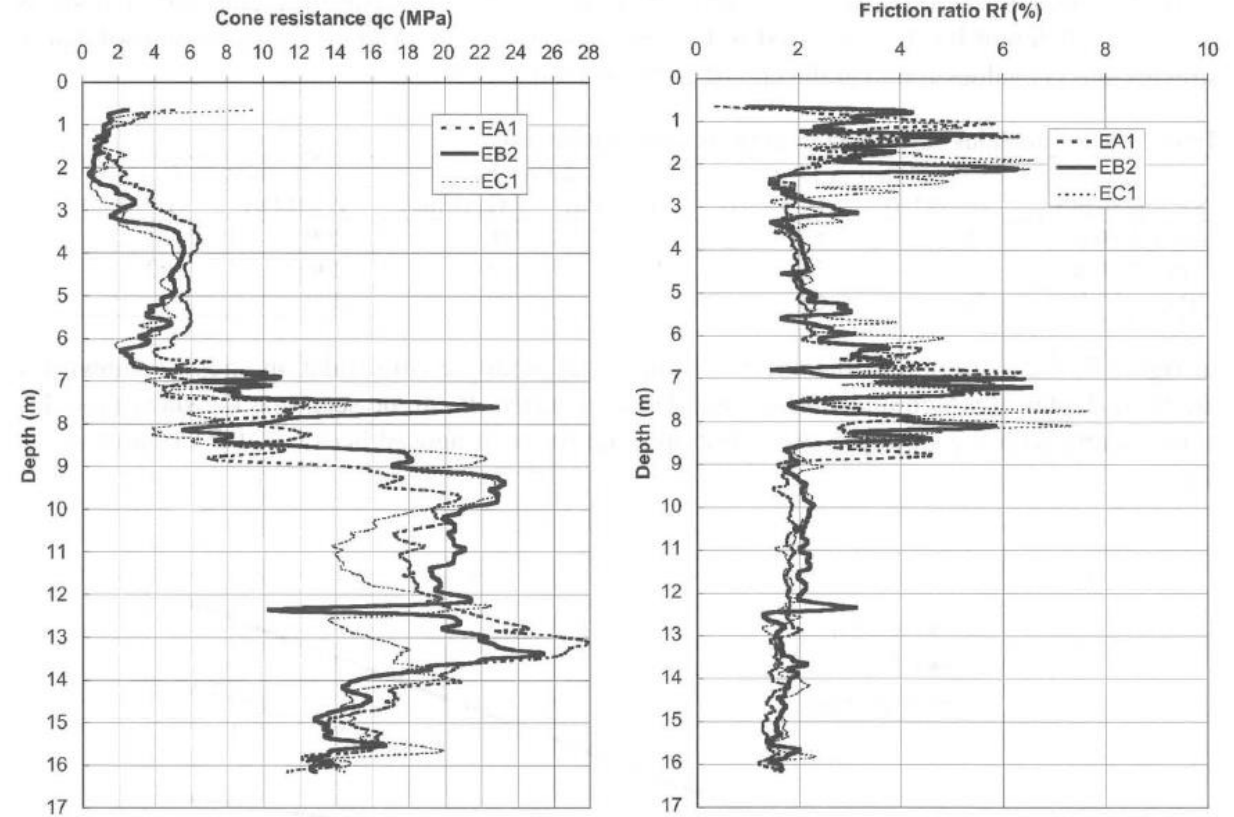
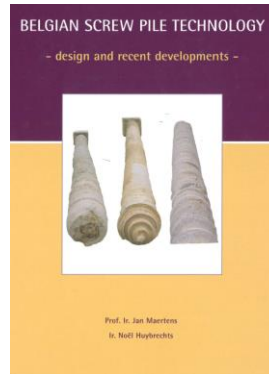
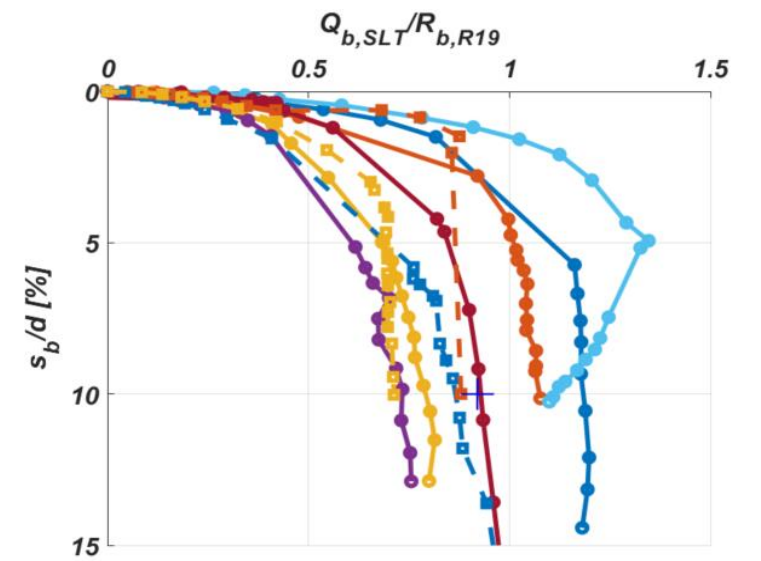
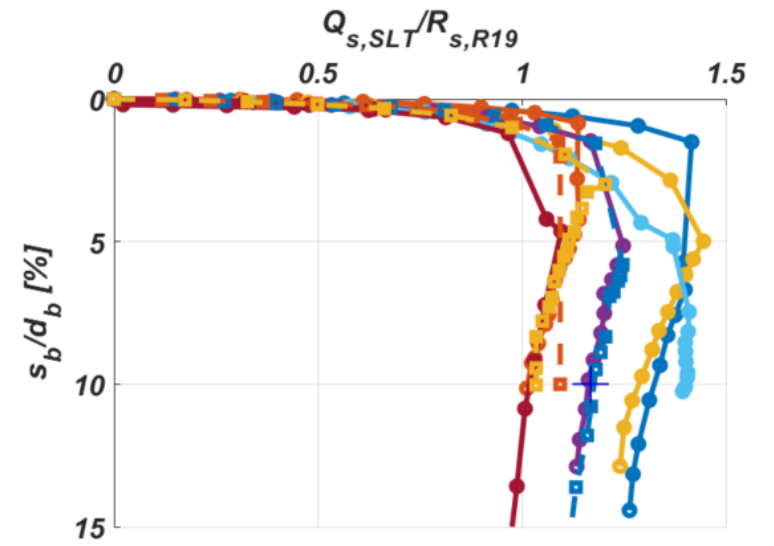
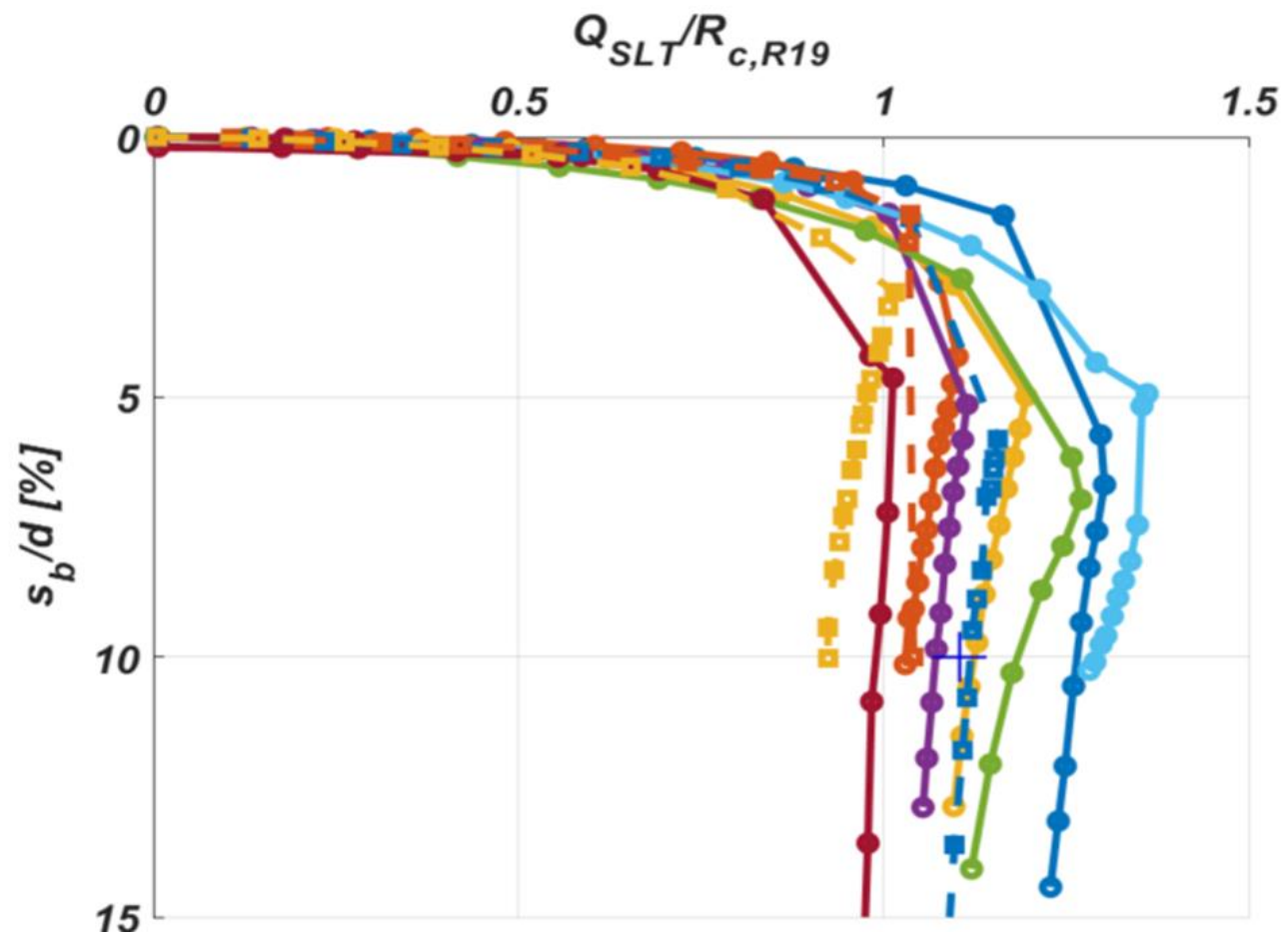
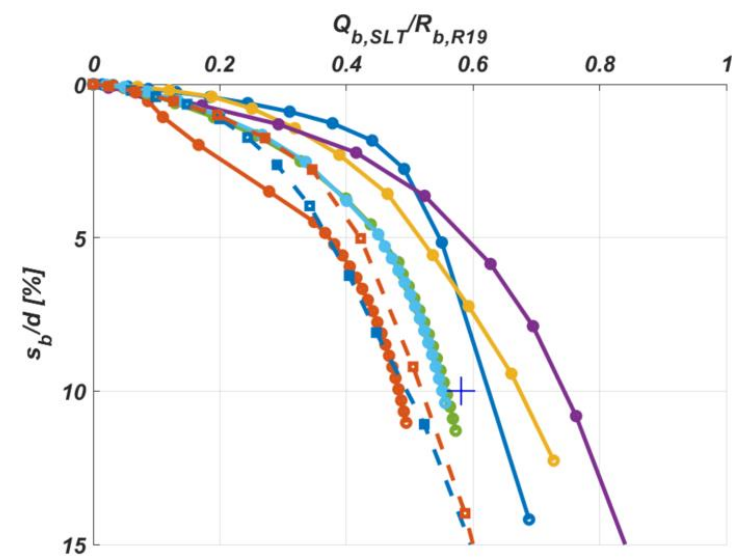
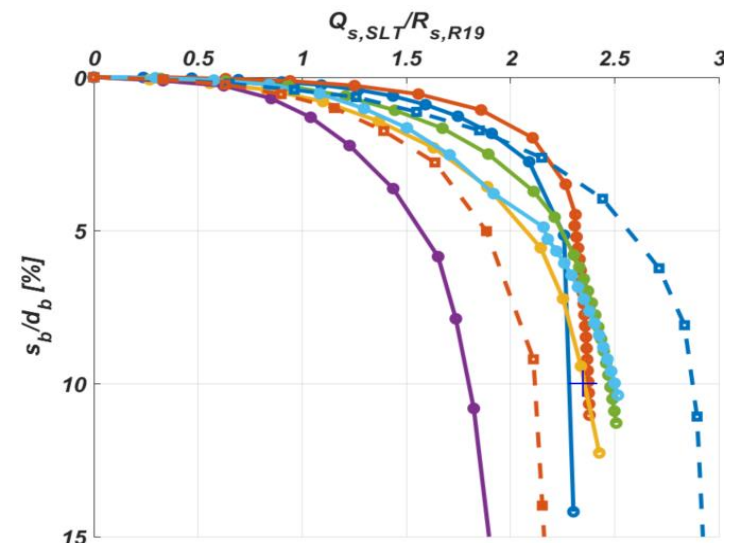
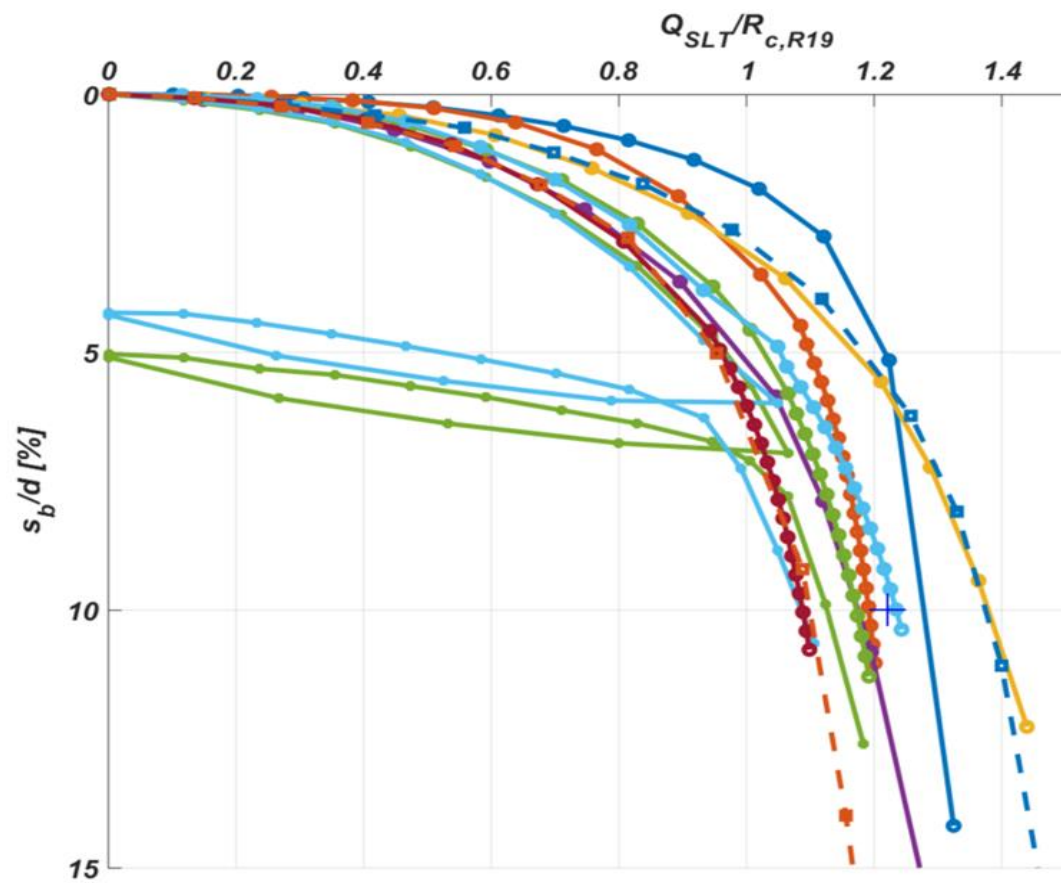


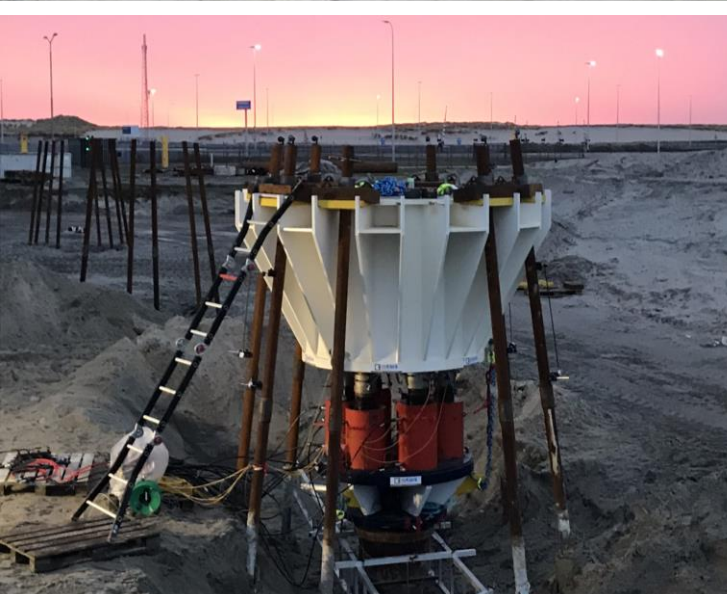
Figure 8a. Typical CPT-E test diagrams for the static test field site at Limelette.

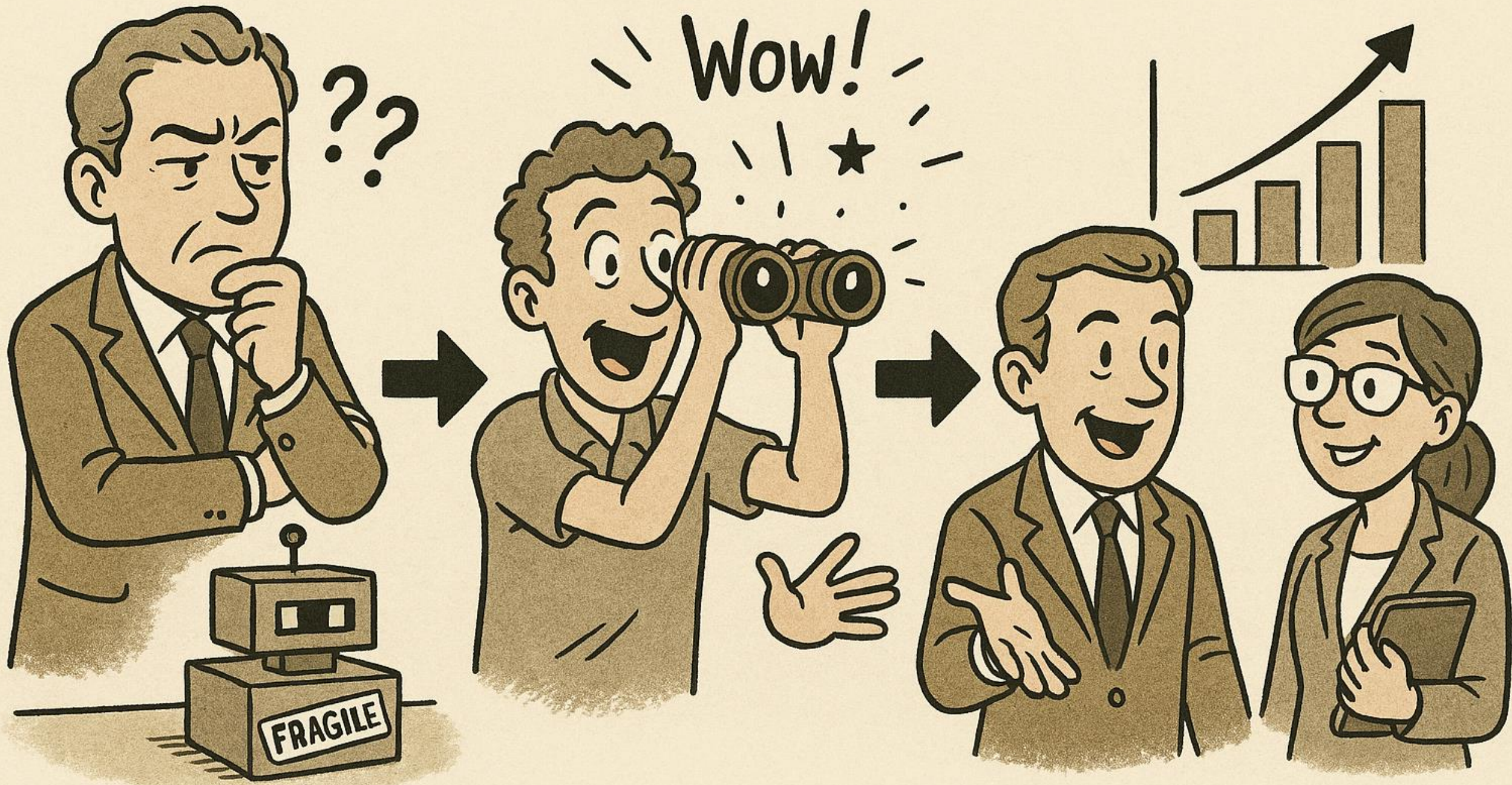




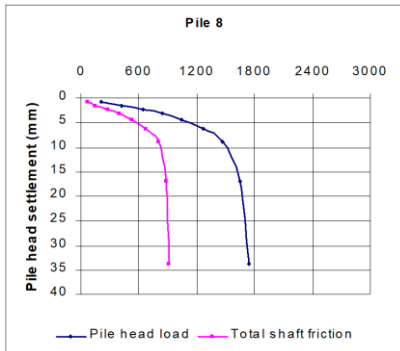
2. La pratique actuelle

Comment les essais instrumentés ont fondamentalement influencé notre compréhension et notre pratique.





L'évolution de la mesure des déformations



1995
jauges de
contrainte

1999
extensomètres amovibles
(Geokon)

2004
extensomètres
amovibles,
petit \varnothing
(Buildwise)

2007
fibres optiques
dans une tige creuse
 $\varnothing 18\text{mm}$ (jet grouting)

2012
fibres optiques
dans des pieux forés
de 36m de longueur

L'évolution de la mesure des déformations (suite)



2016

extensomètres
amovibles avec
fibres optiques
(Buildwise)



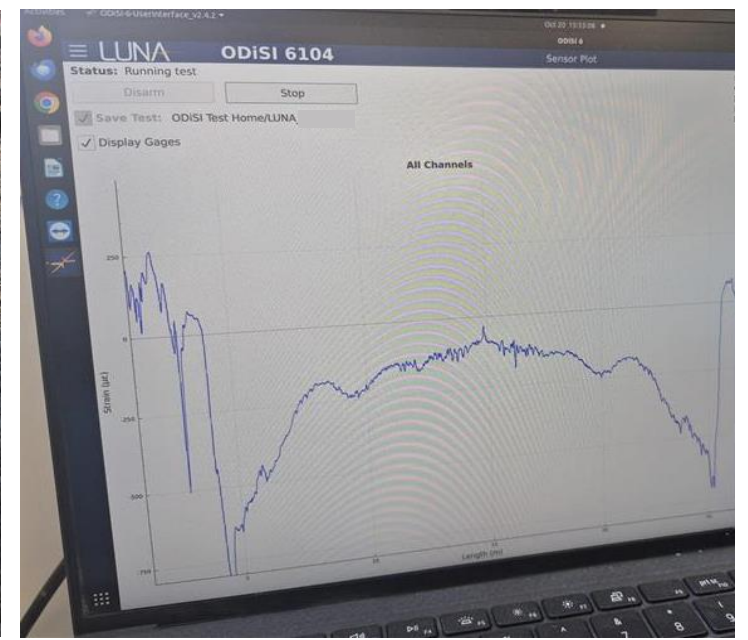
...

mesures locales avec
fibres optiques installées dans un
coulis de ciment (1/mètre)



2021

moyenne
sur 30 à 50 cm



2025

mesures continues

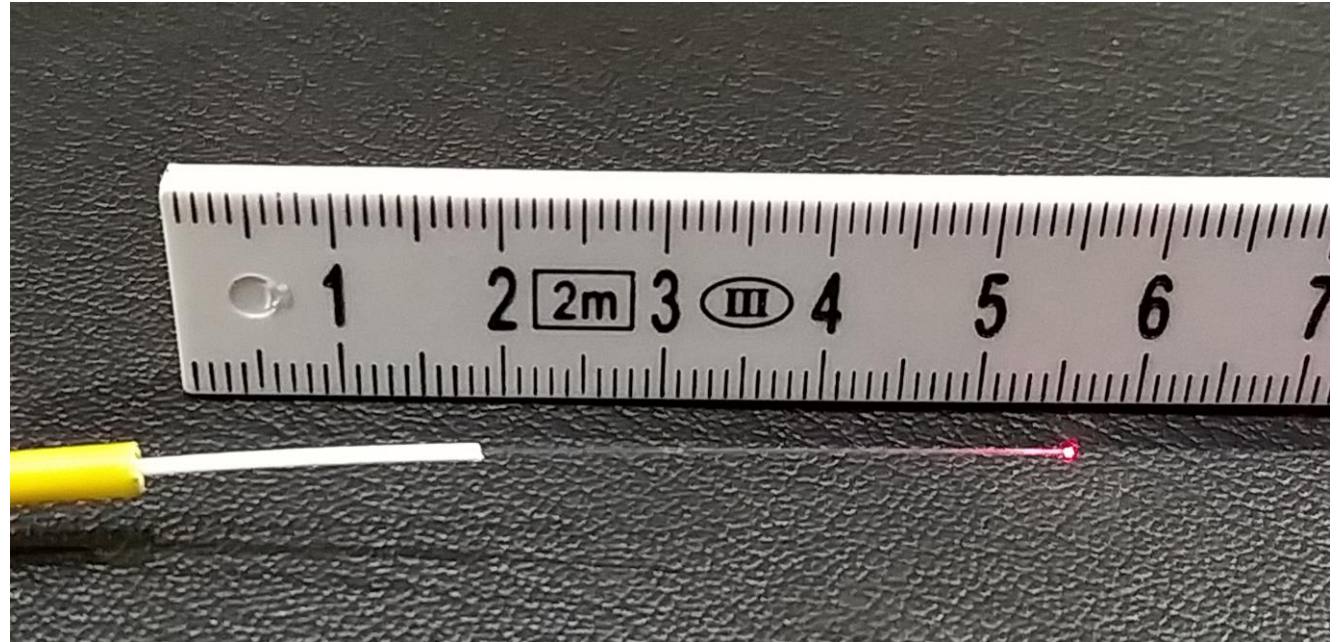
La technique de mesure à l'aide de fibres optiques

Corps en verre : \varnothing 10-60 μm

Gaine : \varnothing 125 μm

Coating

(Renforts supplémentaires : < 1 mm à ...)

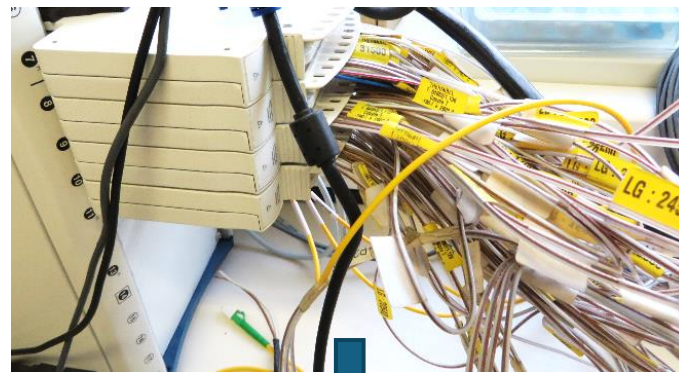


La technique de mesure à l'aide de fibres optiques

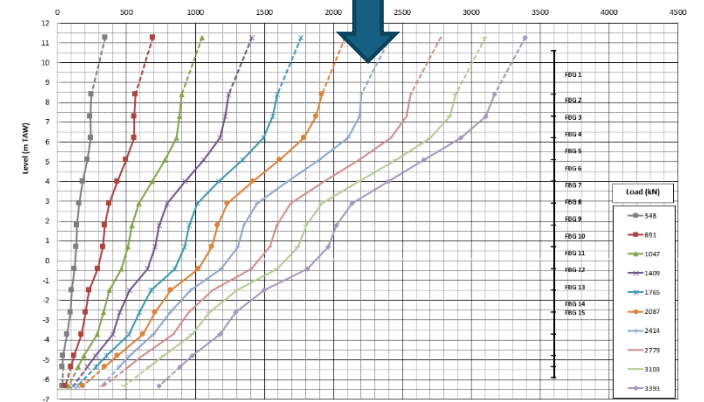
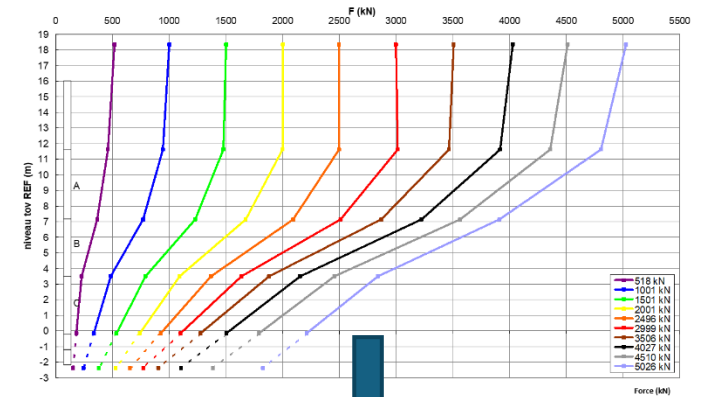
installation



acquisition

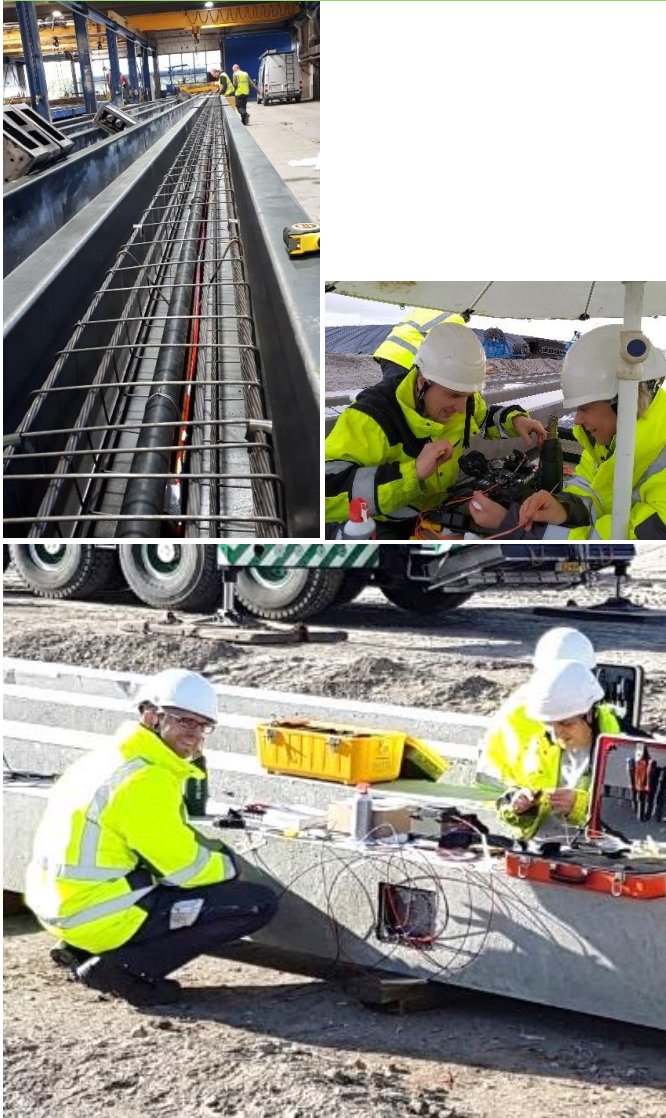


information



L'installation de la fibre optique

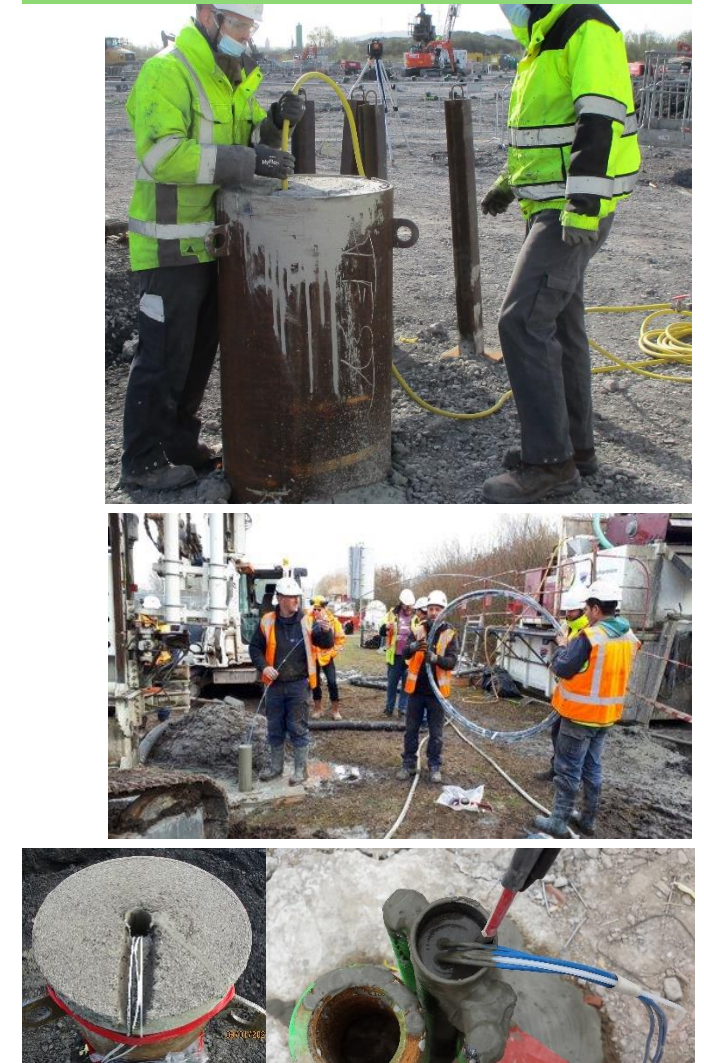
Dans des pieux préfabriqués

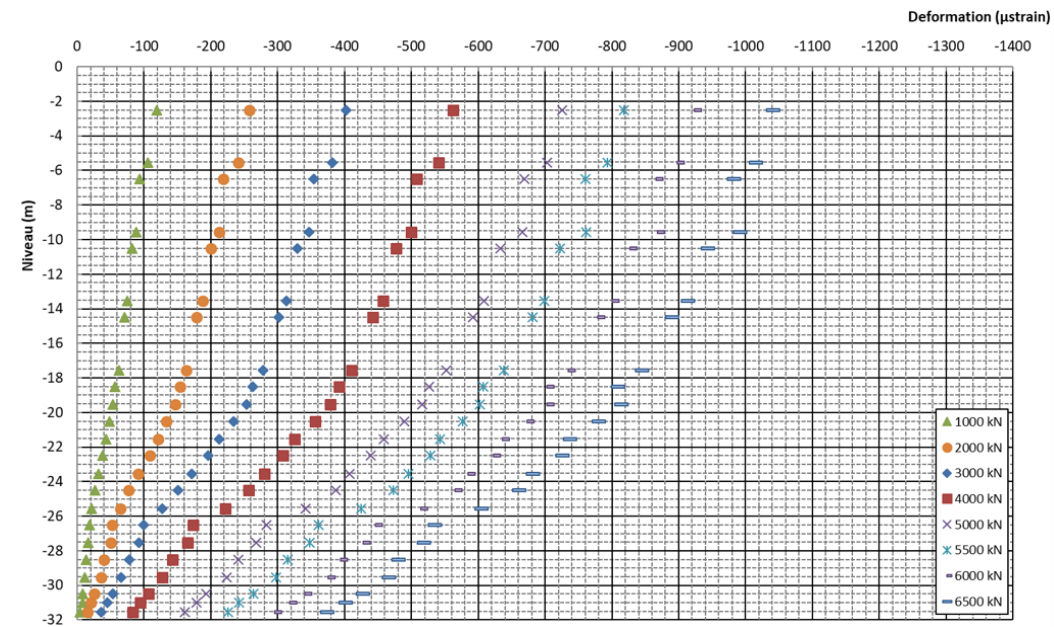
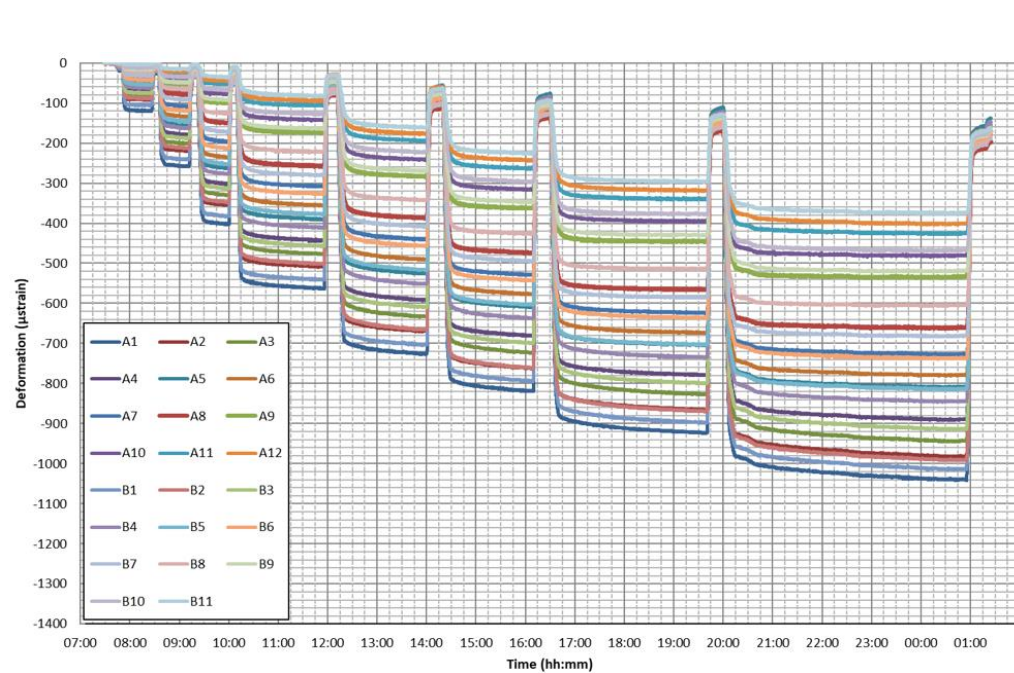
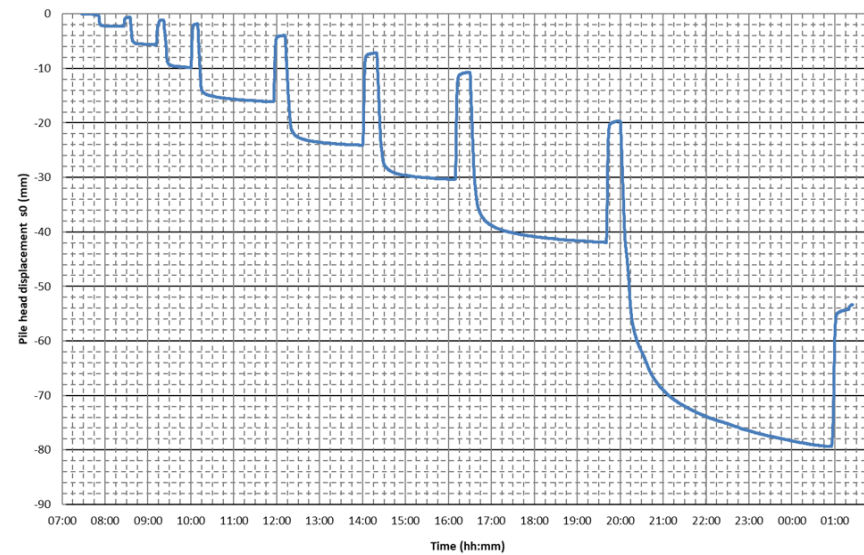
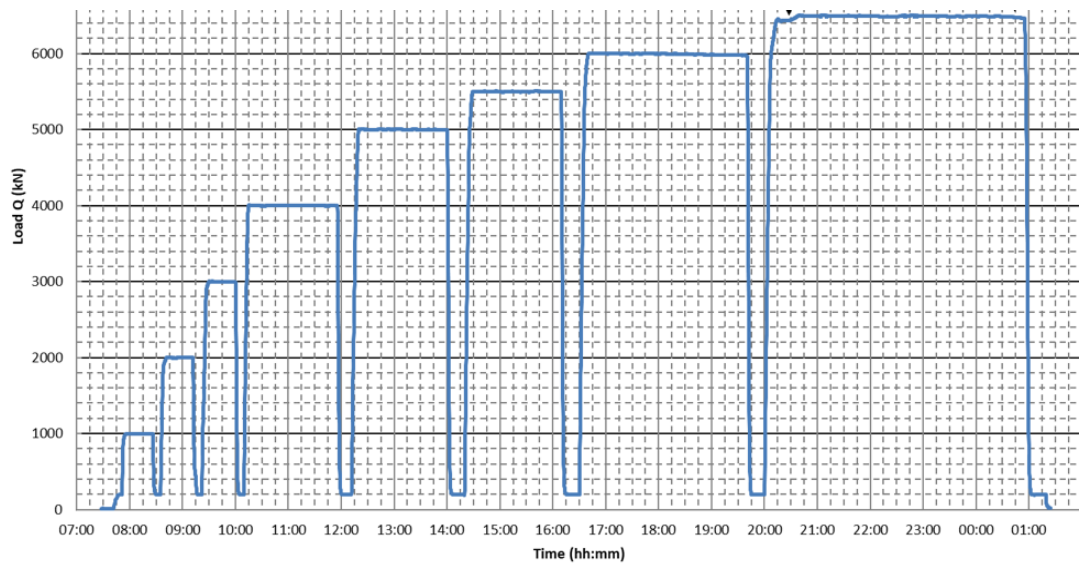


Fixée à la cage d'armature

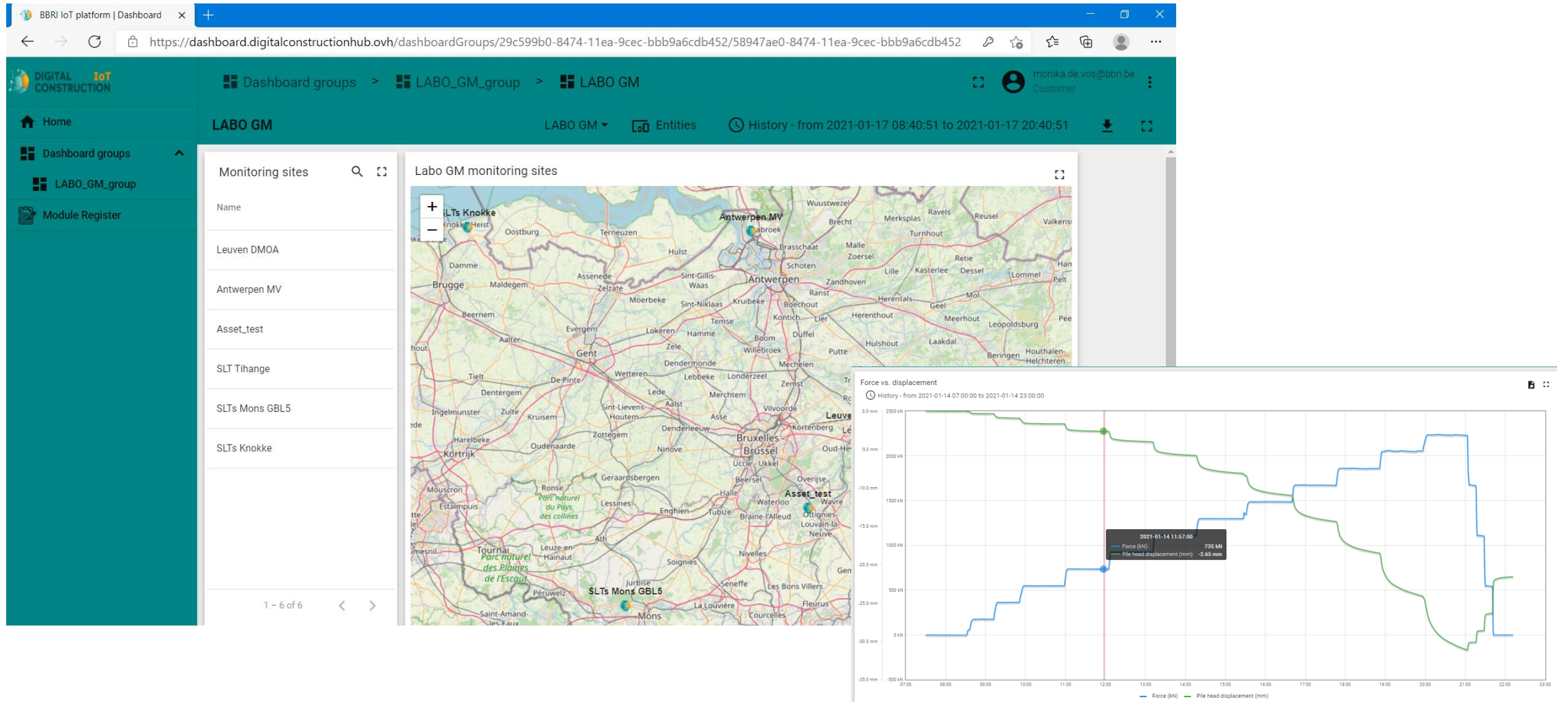


Installée dans un tube de réservation

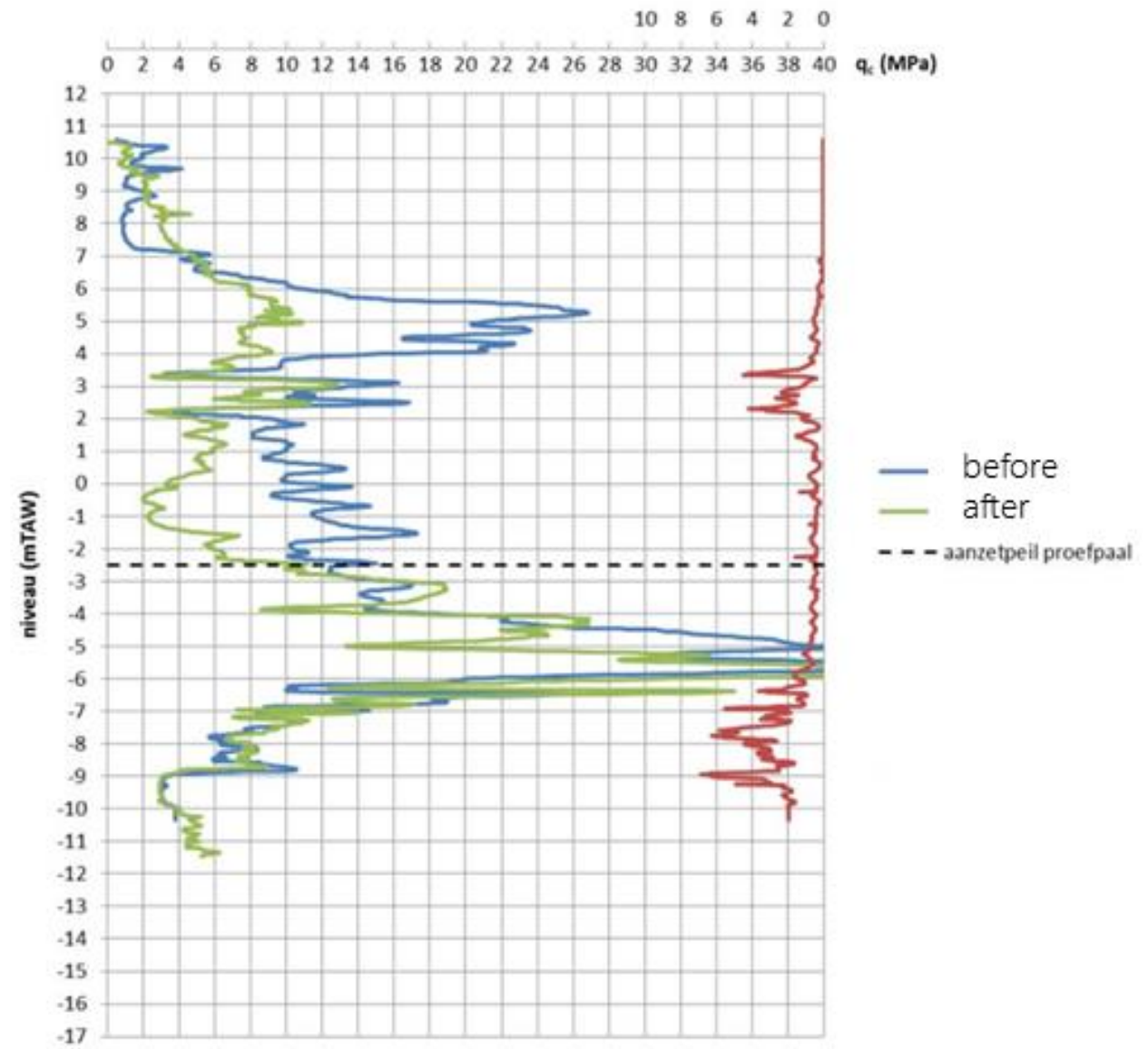
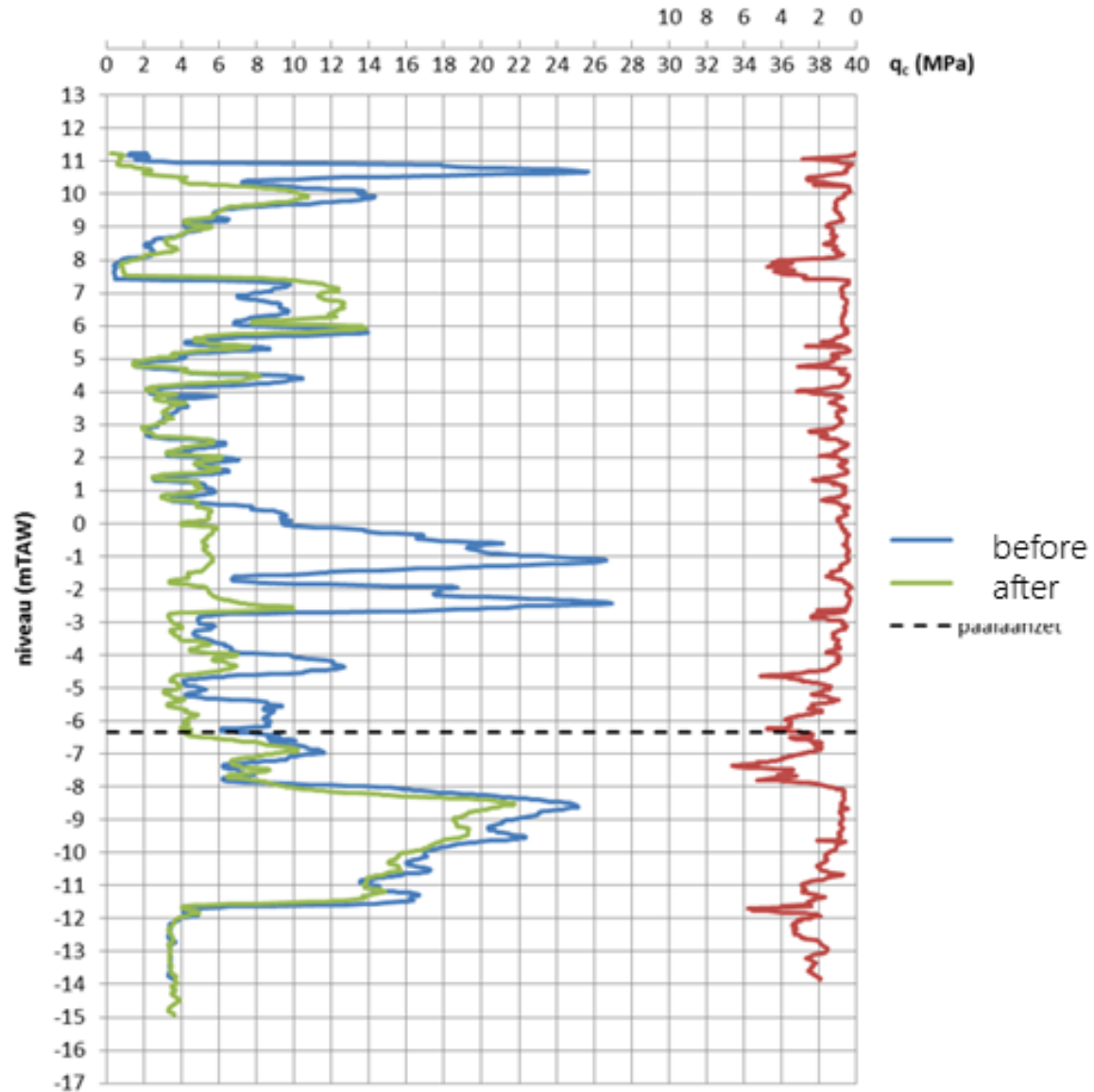




Suivi de l'essai en temps réel



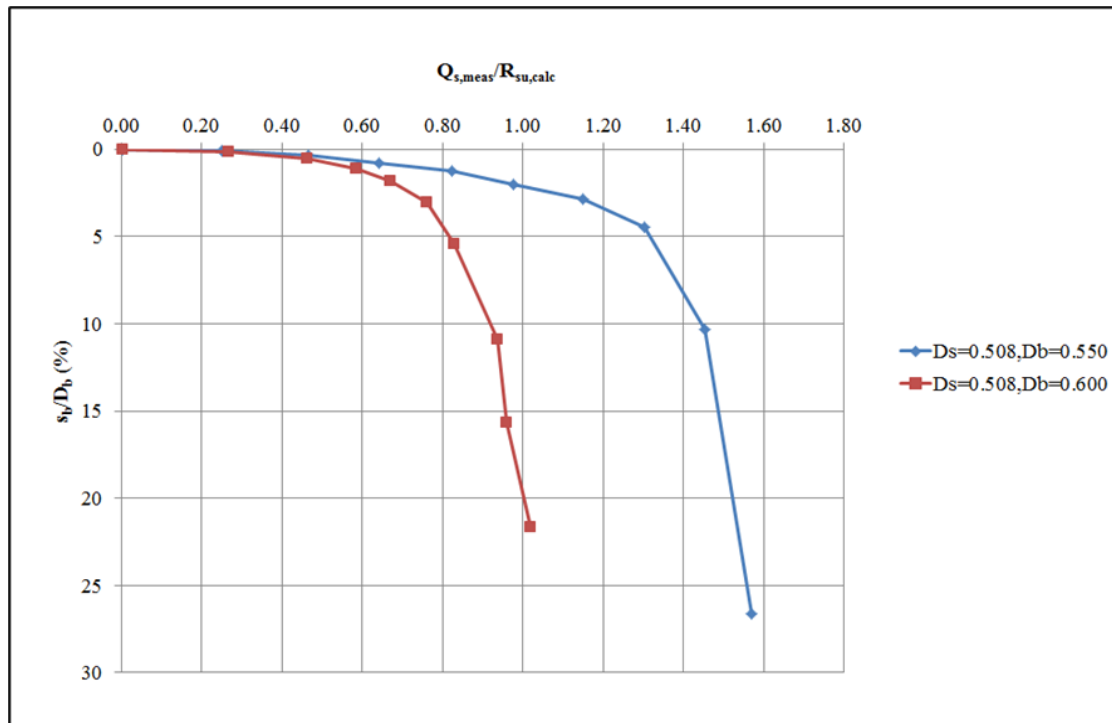
Exemple 1 : Pieux tarière continue à âme élargie (324/600)



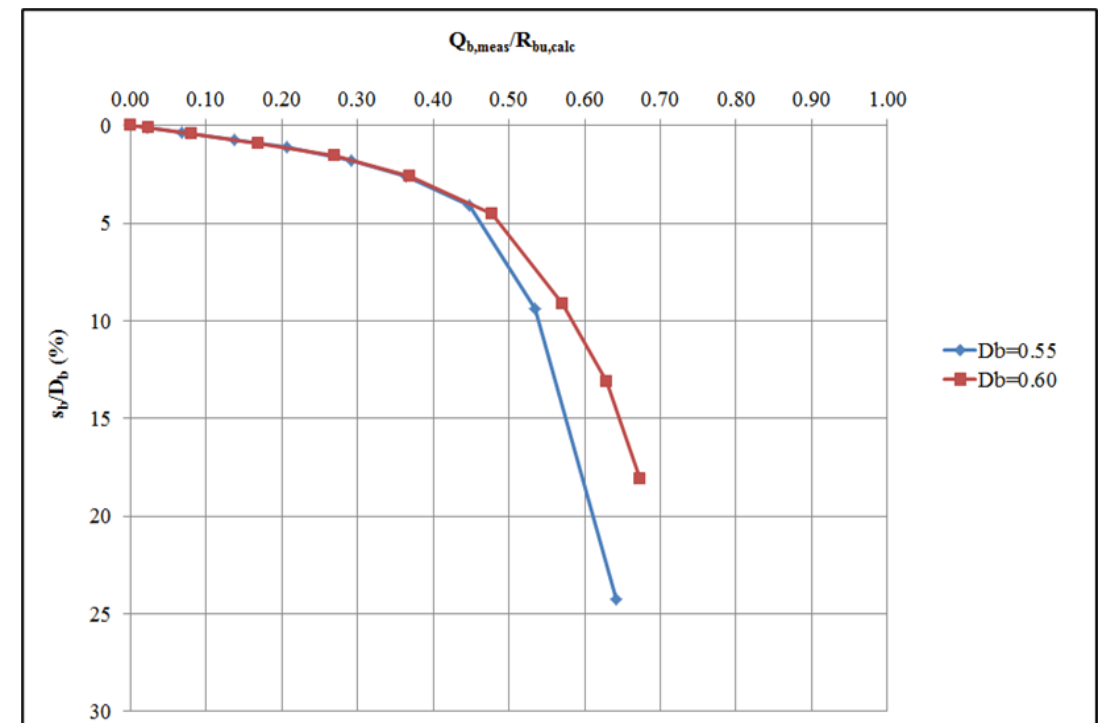
Exemple 2 : Pieux battus moulés (508/550 et 508/600)

Valeurs mesurées / valeurs calculées

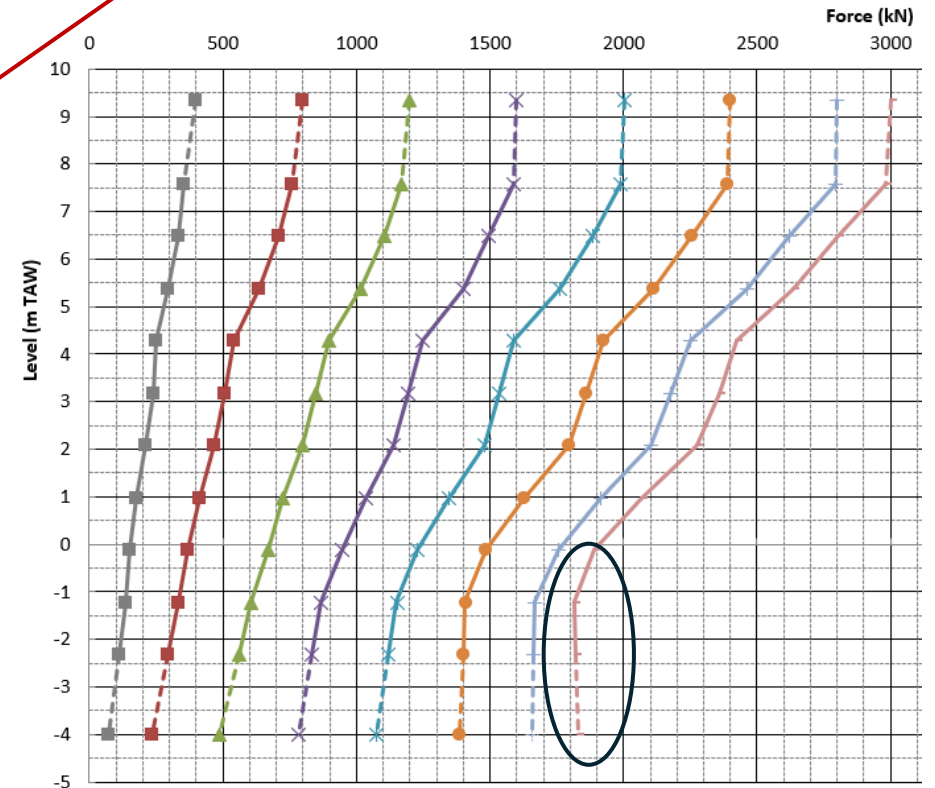
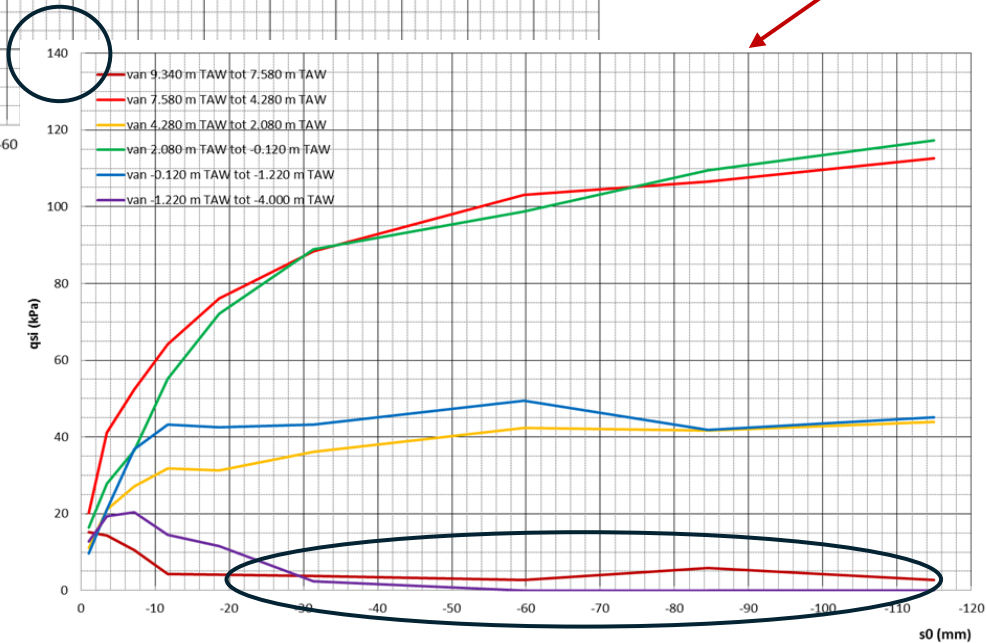
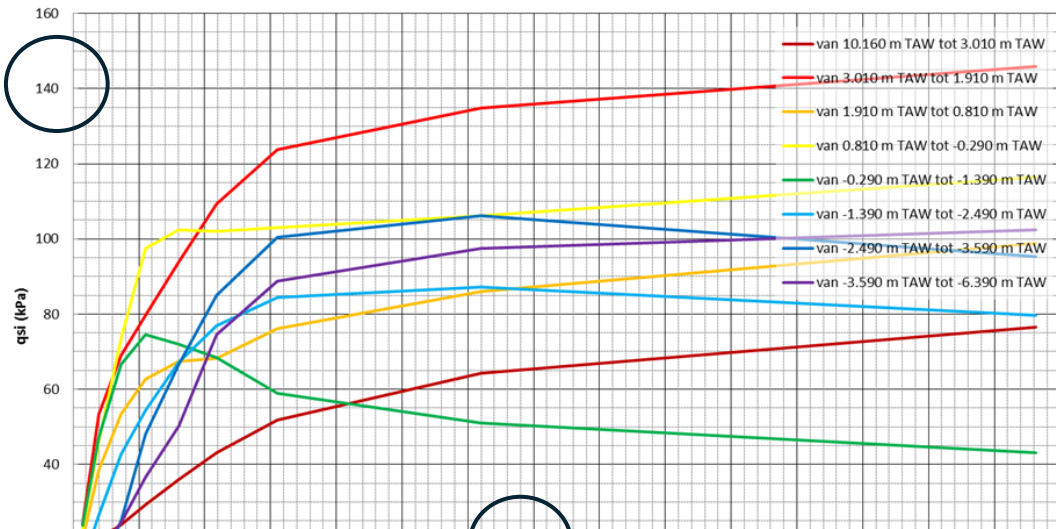
le frottement



la résistance à la base



Exemple 2 : Pieux battus moulés (508/550 et 508/600)



La banque de données Buildwise : l'état actuel

Lieu	Essai réalisé par	Type de pieu	Sous-catégorie	Chargement	Instrumenté	Sol	#
Tout	Tout	Tout	Tout	Tout	Tout	Tout	300
Belgique	Buildwise	Pieu vissé à refoulement	Fût en béton plastique	Compression	Oui	Argile	20
Belgique	Buildwise	Pieu vissé à refoulement	Fût en béton plastique	Compression	Oui	Autre	55
Belgique	Buildwise	Tarière continue	Tout	Compression	Oui	Tout	20

L'impact sur le dimensionnement des pieux en Belgique

norme belge enregistrée **NBN EN 1997-1**
1e éd., janvier 2005
Indice de classement: B 03

EUROPEAN STANDARD EN 1997-3
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM March 2025
ICS 91.010.30; 93.020 Supersedes EN 1997-1:2004

English Version
Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 3: Geotechnical structures
Eurocode 7 - Calcul géotechnique - Partie 3 : Constructions géotechniques
Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 3: Geotechnische Bauwerke

This European Standard was approved by CEN on 29 December 2024.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and United Kingdom.

EN
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

© 2025 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members. Ref. No. EN 1997-3:2025 E

Norme belge
NBN EN 1997-1 ANB:2022 **NBN**

Eurocode 7 : Calcul géotechnique - Partie 1 : Règles générales - Annexe nationale

Valable à partir de 15-04-2022
Remplace NBN EN 1997-1 ANB:2014

La présente norme est l'annexe nationale définissant les conditions d'application en Belgique des normes NBN EN 1997-1, 1e éd., janvier 2005 et NBN EN 1997-1/A1, 1e éd., janvier 2014. La norme NBN EN 1997-1 ne peut être utilisée en Belgique qu'en combinaison avec son annexe nationale.

ICS: 91.080.01, 93.020

Bureau de Normalisation
Rue Joseph-II 40 bte 6
1000 Bruxelles
T. +32 2 738 01 11
F. +32 2 733 42 64
info@nbn.be
BTW BE0880.857.592
IBAN BE41 0003 2356 2110
BIC Code BPOTBEB1
www.nbn.be

© NBN 2022

CSTC
RAPPORT
UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

cstc.be
Recherche • Développement • Info

RAPPORT
UNE ÉDITION DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION

n° 20
Novembre 2026

DIRECTIVES POUR L'APPLICATION DE L'EUROCODE 7 EN BELGIQUE SELON LA NBN EN 1997-1 ANB
Partie 1 : dimensionnement géotechnique à l'état limite ultime (ELU) de pieux et de micropieux sous charge axiale à partir d'essais de pénétration statique (CPT)
(révision du Rapport n° 19)

Buildwise
Méthode de dimensionnement

Tableau 5 Facteur d'installation applicable à la résistance à la base (α_b) et à la résistance au frottement en compression (α_s) en fonction du type de pieu (catégories I, II et III) (1).

Type de pieu	Base α_b		Fût α_s (2)	
	Argile	Autre sol (10)	Argile	Autre sol (10)
CATÉGORIE I (3) : PIEUX À REFOULEMENT				
PIEUX BATTUS ET PIEUX VÉRINÉS				
Pieux préfabriqués en béton sans base élargie	1	1	0,9	1
Pieux moulés dans le sol sans base élargie (4), fût en béton plastique	1	1	0,9	1
Pieux moulés dans le sol à base élargie (4), fût en béton plastique	1	1	– (5)	– (5)
Pieux moulés dans le sol à base élargie moulée dans le sol, fût en béton sec	1	1	1,15	1,15
Pieux en acier fermés dans le bas, sans base élargie (4)	1	1	0,6	0,6
Pieux en acier fermés dans le bas, avec base élargie (4)	1	1	– (5)	– (5)
Pieux tubés ouverts en acier, situation avec formation de bouchon (6)	1	1	0,6	0,6
PIEUX VISSÉS DE CATÉGORIE I (7)				
Fût en béton plastique	0,8	0,5	0,6	0,6
Avec tubage perdu	0,8	0,5	0,6	0,6
Avec tubage perdu ou temporaire et injection de coulis (8)	0,8	0,5	0,6	0,6
CATÉGORIE II (3) : PIEUX AVEC PEU DE REFOULEMENT OU DE DÉCOMPRESSION DU SOL				
PIEUX BATTUS				
Pieux tubés ouverts en acier, situation sans formation de bouchon (6)	1	1	0,6	0,6
Profilés en I et palplanches	1	1	0,6	0,6
CATÉGORIE III (3) : PIEUX AVEC ENLÈVEMENT DU SOL				
PIEUX À TARIÈRE CONTINUE (CFA)				
	0,8	0,5	0,3	0,4
PIEUX FORÉS				
Exécutés avec un tubage temporaire	0,8	0,5	0,3	0,5
Exécutés sous fluide de support	0,8	0,5	0,5	0,5
Exécutés sans tubage temporaire ni fluide de support	0,8	– (9)	0,5	– (9)

Les facteurs d'installation sont basés sur :

- Résultats d'essais de chargement statique
- En cas de résultats d'essai insuffisants (nombre) : définition des facteurs en analysant les similitudes/différences par rapport à d'autres types de pieux, ainsi que l'impact estimé de celles-ci sur la capacité portante
- Dans certains cas (type de sol ou de pieu particulier) ou dans des ouvrages importants, on peut effectuer des essais sur site, afin de déterminer la valeur de ces facteurs

Rapport 19

Type de pieux	Base α_b		Fût α_s (°)	
	Argile tertiaire	Autres sols	Argile tertiaire	Autres sols
CATÉGORIE (°) I : PIEUX À REFOULEMENT				
PIEUX VISSÉS DE CATÉGORIE I (°)				
Fût en béton plastique (°)	0,8	0,7	0,9	1
Avec tubage perdu	0,8	0,8	0,6	0,6
Avec tubage perdu ou temporaire et injection de coulis (°)	0,8	0,7	0,9	1
CATÉGORIE (°) II : PIEUX AVEC PEU DE REFOULEMENT OU DE DÉCOMPRESSION DU SOL				
PIEUX VISSÉS DE CATÉGORIE II (°)				
Fût en béton plastique (°)	0,8	0,5	0,6	0,6
Avec tubage perdu ou temporaire et injection de coulis (°)	0,8	0,5	0,6	0,6
PIEUX À TARIÈRE CONTINUE AVEC DISPOSITIFS VISANT À LIMITER LA DÉCOMPRESSION DU SOL				
Tarière avec un tube central de grand diamètre et petites hélices (°)	0,8	0,5/0,6 (°)	0,6	
Avec surpression	0,8	0,5	0,6	
Tubé	0,8	0,5	0,3	
CATÉGORIE (°) III : PIEUX AVEC ENLÈVEMENT DU SOL				
PIEUX À TARIÈRE CONTINUE SANS DISPOSITIFS VISANT À LIMITER LA DÉCOMPRESSION DU SOL				
	0,8	0,5	0,3	

→ Rapport 20

Tableau 5 Facteur d'installation applicable à la résistance à la base (α_b) et à la résistance au frottement en compression (α_s) en fonction du type de pieu (catégories I, II et III) (°).

Type de pieu	Base α_b		Fût α_s (°)	
	Argile	Autre sol (°°)	Argile	Autre sol (°°)
CATÉGORIE I (°) : PIEUX À REFOULEMENT				
PIEUX VISSÉS DE CATÉGORIE I (°)				
Fût en béton plastique	0,8	0,5	0,6	0,6
Avec tubage perdu	0,8	0,5	0,6	0,6
Avec tubage perdu ou temporaire et injection de coulis (°)	0,8	0,5	0,6	0,6
CATÉGORIE III (°) : PIEUX AVEC ENLÈVEMENT DU SOL				
PIEUX À TARIÈRE CONTINUE (CFA)				
	0,8	0,5	0,3	0,4

(°) Pour les pieux qui font l'objet d'un agrément technique (ATG) avec certification ou d'une attestation équivalente, d'autres valeurs de (α_b) et de (α_s) que celles énumérées dans ce tableau peuvent être appliquées sous certaines conditions. La procédure d'obtention d'un agrément technique (ATG) avec certification peut être demandée auprès de l'UBAtc (www.ubatc.be, Info@ubatc.be).

Cela signifie que, pour un système de pieux, une dérogation aux facteurs de la Méthode de dimensionnement 20 de Buildwise n'est autorisée que si le système en question dispose d'un Agrément Technique - ATG avec certification (ou équivalent), indiquant les facteurs applicables pour ce système ainsi que les conditions limites.



Pieux de fondation



Applicable aux pieux vissés à refoulement de sol avec un fût en béton plastique

En cours de développement pour pieux vissés tubés, pieux CFA, micro-pieux, ...



CONCEPTION

Concepteur / Bureau d'études = Responsable

X Pas de réglementation de construction



Eurocode 7 (EC7) = règles de construction consensuelles NBN ET 1997-1



Annexe belge (ANB)



Buildwise méthode de dimensionnement 20



Facteurs ?

- Facteur de sécurité γ_{D1} et γ_{D2}
- Facteur d'installation α_{σ} et α_{τ}
- Facteur de modèle γ_{M3}



PAS D'ATG

Méthode de dimensionnement Buildwise 20



ATG



CONTENU DE L'ATG

1. Formation des exécutants
2. Méthodologie de calcul
3. Utilisation de facteurs corrects
4. Utilisation du béton et de l'acier BENOR
5. Surveillance des paramètres d'exécution
6. Enregistrements de traçabilité (profondeur, volume, couple, pas, ...)
7. Respect des paramètres de mise en oeuvre
8. Évaluation de la tarière et du processus de forage
9. Évaluation des essais de pieux instrumentés



CONTRÔLE

- Contrôle sur chantier ($\geq 1/\text{an}$)
- Audit ($\geq 1/\text{an}$)
- Contrôle technique ($\geq 2/\text{an}$)



PLUS D'INFORMATIONS SUR LES ATG VALIDES
+32 (0)2 716 44 12 | www.butgb-ubatc.be
Info@butgb-ubatc.be

UBAtc asbl

Le dimensionnement des pieux aux Pays-Bas

$$q_{b,rep} = \frac{1}{2} \times \alpha_p \times \beta \times s \times ((q_{c,I,av} + q_{c,II,av})/2 + q_{c,III,av})$$

$$q_{s,i} = \alpha_{s,i} \times q_{c,zi,av}$$

Annoncé en 2012 et entré en vigueur en 2017 :

- résistance à la pointe réduite à 70%
- possibilité de revenir aux valeurs initiales sur base d'essais (auto-déclarations, vérifiées par des experts, disponibles sur le site web du NEN)

Type		Wijze van installeren	α_p
Beton-paal	B1	Geheid: prefab , constante dwarsafmeting	0,70
	B2	Geheid; mantelbuis terugheind + statisch trekken uit de grond; de voetplaat blijft achter	0,70
	B3	Geheid; mantelbuis trillend + statisch trekken uit de grond; de voetplaat blijft achter	0,70
	B4	Geschroefd; bij trekken mantelbuis blijft de schroefpunt achter	0,63
	B5		
	B6	Geschroefd met grout , zonder op en neerhalen; de schroefpunt blijft achter	0,63
	B7	Geschroefd met behulp van een avegaar	0,56
	B8	Gegraven of geboord	0,35
Stalen paal	S1	Geheid; buis met gesloten punt ^b	0,70
	S2	Geheid of gedrukt; profiel	0,70
	S3	Geheid of gedrukt; open buis	0,70
	S4	Geheid; met groutinjectie	0,70
	S5	Geschroefd	0,56
	S6	Geschroefd met grout ; zonder op en neer te halen	0,63
	S7	Gepulst	0,35

Recherche 2019-2024



Questions :

- Valeurs des facteurs ?
- Méthode de calcul ?
- Valeurs limites ?
- Evolution dans le temps '*Pile aging*'

Types de pieux :

- Pieux en béton préfabriqué
- Pieux battus moulés
- Pieux vissés injectés
- Tubes ouverts battus
- ...

Partenaires :



Constatations

- De manière générale :

- la résistance de la pointe est inférieure à celle qui est généralement adoptée jusqu'à présent ;
- la résistance de frottement est également inférieure à celle habituellement retenue ;
- il serait souhaitable d'adapter la méthode de calcul 4D/8D avec adaptation/élimination de la limitation de la valeur de la résistance à la pointe (q_c)
- les pieux dont la base est peu enfoncée dans la couche résistante présentent une sécurité insuffisante ;
- les pieux réagissent, dans de nombreux cas, de manière plus rigide que ne l'indique le modèle de calcul.

- Pieux vissés injectés :

- la résistance de la pointe est inférieure à celle qui est généralement adoptée jusqu'à présent ;
- la résistance de frottement est **supérieure** à celle habituellement retenue ;

La nouvelle norme NEN 9997:2025

		Paaltype	Paalklassefactor ^a		
Type		Wijze van installeren	α_p	α_s	α_t
Beton-paal	B1	Geheid; prefab, constante dwarsafmeting	0,70	0,010	0,007
	B2	Geheid; mantelbuis terugheidend + statisch trekken uit de grond; de voetplaat blijft achter	0,70	0,014	0,012 ^c
	B3	Geheid; mantelbuis trillend + statisch trekken uit de grond; de voetplaat blijft achter	0,70	0,012	0,010 ^c
	B4	Geschroefd; bij trekken mantelbuis blijft de schroefpunt achter	0,63 0,30	0,009	0,009
	B5	geschroefd met (avegaar)schroefpunt; mantelbuis voorzien van grondverdringend element	0,20	0,010	0,007
	B6	Geschroefd met grout, zonder op en neerhalen; de schroefpunt blijft achter	0,63 0,30	0,009 0,011	0,009 0,008
	B7	Geschroefd met behulp van een avegaar	0,56 0,30	0,006	0,0045
	B8	Gegraven of geboord	0,35	0,006	0,0045
Stalen paal	S1	Geheid; buis met gesloten punt ^b	0,70	0,010 0,008	0,007 0,006
	S2	Geheid of gedrukt; profiel	0,70	0,006	0,004
	S3	Geheid of gedrukt; open buis	0,70	0,006	0,004
	S4	Geheid; met groutinjectie	0,70	0,014	0,012
	S5	Geschroefd	0,56 0,30	0,006	0,0045
	S6	Geschroefd met grout; zonder op en neer te halen	0,63 0,30	0,009 0,011	0,009 0,008
	S7	Gepulst	0,35 0,30	0,005	-

Pieux vissés injectés :

$\alpha_p \searrow \alpha_s \nearrow$

D'autres types de pieux :

α_p et/ou $\alpha_s \searrow$

Adaptation de la méthode de calcul : plus tard

La nouvelle norme n'a pas encore été intégrée dans le 'Bouwbesluit' = les exigences minimales nationales auxquelles toute construction devait satisfaire !



3. Questionnements et controverses

Comment nous devons
trouver l'équilibre entre
normalisation,
certification et
autonomie des
entreprises.

Du Far west ... à un environnement ultra-normé



Une évolution nécessaire?

Les méthodes de dimensionnement se sont affinées avec raison et nécessité, grâce aux essais instrumentés.

On a introduit des coefficients partiels, des facteurs d'installation, de modèle, etc...

Le marché est aujourd'hui inondé de software de calcul, de modèles numériques souvent opaques

On définit des maquettes de sol où la variabilité spatiale n'est pas prise en compte.

Les entrepreneurs sont confrontés à l'obligation de certification, agréments techniques, certificats multiples et variés

Ne risquons-
nous pas de...

Perdre la connaissance tacite et
intrinsèque du métier

Croire que la mécanique des sols est
devenue une science exacte

Oublier que ce qui se passe sur le terrain
est au moins aussi important que le
raffinement apporté à la note de calcul

D'un autre
côté...

Nous disposons aujourd'hui de
moyens inédits: essais,
instrumentation, monitoring, ...

L'IA peut nous aider à exploiter
ces résultats si nous gardons la
connaissance pour la
challenge.

Et donc:

Investissons dans la formation en mettant l'accent sur la connaissance des fondements de la mécanique des sols.

Développons l'esprit critique et favorisons le jugement face à la normalisation et aux codes

Favorisons les interactions entre bureaux d'études et de contrôle, entreprises, universités...

Essayons de créer un environnement contractuel plus collaboratif et transparent