

# UN SUIVI OPTIMISÉ GRÂCE À DES CAPTEURS À FIBRE OPTIQUE

## LA SOLUTION IDÉALE POUR LES ESSAIS DE CHARGEMENT DE PIEUX ET LA CERTIFICATION ATG

Dans l'univers de la construction, et plus particulièrement dans le monde de la géotechnique, la pratique n'est pas toujours tout à fait conforme à la théorie. C'est pourquoi Franki Foundations effectue régulièrement ce qu'on appelle des essais de chargement de pieux instrumentés. Depuis que les pieux de fondation sont instrumentés avec des capteurs de déformation à fibre optique, les connaissances relatives au comportement des fondations sur pieux ont progressé d'une manière spectaculaire. Nous évoluons dès lors, lentement mais sûrement, vers une application à plus grande échelle de cette technique, surtout avec l'entrée en vigueur de la certification ATG pour les systèmes de pieux en 2022.



Les essais de chargement instrumentés permettent à Franki Foundations de vérifier la capacité de portance des pieux de fondation sur le site.

Grâce aux pieux de fondation, il est possible de construire un bâtiment durable même dans un terrain avec peu de portance. Les pieux de fondation constituent en effet une solution qui permet de transférer les charges du bâtiment vers des couches plus profondes. « Les paramètres de conception des pieux de fondation sont déterminés aussi bien par les propriétés de résistance des couches du sol que par la technique d'exécution », explique Maurice Bottiau, le General Manager de Franki Foundations. « Même si nous disposons d'une énorme expertise technique dans ces deux domaines, cela reste bien entendu des calculs théoriques et c'est la raison pour laquelle nous effectuons depuis de nombreuses années déjà des essais de chargement instrumentés. Les données ainsi générées permettent de vérifier la capacité portante sur le site et d'appliquer des paramètres de dimensionnement plus favorables. Qui plus est, ce type de monitoring nous a permis – et a permis au reste du secteur – de mieux comprendre le comportement réel des pieux de fondation. Cela a eu un impact important sur les calculs, l'exécution, le développement et l'amélioration des systèmes de

pieux. Il y a vingt-cinq ans, par exemple, on misait de manière générale davantage sur la base du pieu que sur le frottement pour la portance. Lors de l'exécution d'essais de chargement de pieux instrumentés, nous avons toutefois constaté que la résistance au frottement mesurée est bien souvent plus élevée qu'attendu. »

Du potentiel pour des essais de chargement de pieux

Au fil des ans, l'instrumentation utilisée a considérablement évolué. Jusqu'en 2007, les professionnels employaient principalement des jauges de contrainte électriques, intégrées ou non dans des extensomètres. « Leur spectre d'applications était hélas plutôt limité étant donné la quantité de câble qu'elles nécessitaient », indique Monika De Vos, Chef de Division Adjoint Géotechnique, Structures et Béton au CSTC. « On essaie



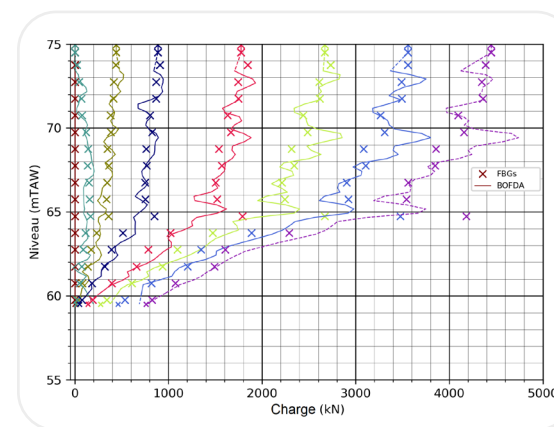
Les capteurs de déformation à fibre optique sont généralement installés dans un tube de réservation en acier après l'installation des pieux, puis guidés vers le côté par une rainure dans la tête du pieu.

généralement d'installer les capteurs après la réalisation des pieux. On utilise pour ce faire un tube de réservation en acier, que l'on a préalablement fixé à l'armature des pieux. Ce modus operandi permet de réduire le risque d'endommagement des capteurs. Le diamètre de ce genre de tube étant toutefois assez restreint, l'instrumentation traditionnelle ne permettait de créer que six points de mesure sur toute la longueur. En 2007, lorsque nous avons commencé à étudier les capteurs à fibre optique, nous nous sommes rapidement rendu compte que cette technologie recelait également un grand potentiel pour les pieux de fondation. Ces capteurs sont à ce point petits qu'on peut facilement les installer dans un tube en acier. Au besoin, ils peuvent même être fixés sur l'armature avant que le pieu soit installé. Par ailleurs, la technologie de la fibre optique présente le grand avantage qu'avec un seul câble, il est possible de mesurer la déformation en des dizaines de points, ce qui permet d'obtenir une photographie complète du comportement du pieu sous chargement et d'ainsi identifier la répartition de la résistance au frottement et de la résistance à la base. »

### Testé et approuvé

Les défis techniques requièrent des solutions innovantes et ouvrent la voie à l'application de nouvelles technologies. « En 2012, BESIX nous a demandé de réaliser un essai de chargement instrumenté sur un pieu de 36 mètres », poursuit Monika De Vos. « Un défi de taille pour nous, puisque nous n'avions encore jamais effectué d'essai instrumenté sur un pieu de fondation d'une telle longueur. Il était en tout cas exclu de recourir

à la bonne vieille méthode des jauges de contrainte, tant il aurait fallu une énorme quantité de câble pour obtenir le nombre requis de points de mesure. Bref, c'était le défi idéal pour expérimenter les capteurs à fibre optique. Avec, à la clé, des résultats à ce point impressionnants que cette première expérience allait en appeler beaucoup d'autres. » « La quantité de données et la précision des mesures ont ouvert la porte à pléthore de nouvelles possibilités et connaissances », renchérit Maurice Bottiau. « C'est une technique qui coûte cher et qui ne peut par conséquent pas encore être déployée à grande échelle, mais nous avons tout de même déjà réalisé 25 essais de chargement de pieux instrumentés avec capteurs à fibre optique. Et dans chaque cas, les résultats ont été plus qu'à la hauteur de nos attentes ! »



Déformation mesurée dans un pieu de fondation pendant les différentes étapes de chargement, avec la technologie FBG (croix) et la technologie BOFDA (ligne continue).



Le CSTC a réalisé par le passé un essai de chargement instrumenté en Suisse pour le compte de Besix.

### Une technologie avec un très grand potentiel

Aujourd'hui, les capteurs à fibre optique sont surtout appliqués dans le cadre d'activités de recherche. Frank Foundations y voit une technique idéale pour tester des innovations ou des optimisations, par exemple. Il n'empêche que Maurice Bottiau verrait d'un bon œil que la fibre optique soit davantage utilisée. « Ce serait une bonne chose si on pouvait continuer à mieux comprendre le comportement des pieux de fondation », explique-t-il. « Dans les années septante et quatre-vingts, un grand nombre de tests de contrôle étaient encore effectués à la demande des administrations publiques, mais les choses ont changé avec l'apparition de modèles de calcul plus précis, qui ont conduit à ce que plus aucun contrôle, pour ainsi dire, ne soit encore effectué dans la mesure où le secteur prétendait connaître 'parfaitement' le comportement d'un pieu. À la suite de l'introduction de nouveaux systèmes de pieux - appelés

pieux vissés à refoulement -, les essais de chargement sont revenus à l'avant-plan. Entre 1998 et 2002, le CSTC et quelques entrepreneurs ont, avec l'aide du SPF Économie, investi dans deux campagnes d'essai, dans deux types de sol caractéristiques : sable et argile. Ces deux campagnes ont été riches en enseignements sur le comportement réel des pieux de fondation. Aujourd'hui, on observe que des capteurs à fibre optique sont parfois utilisés sur de très grands chantiers, mais cette technologie recèle un tel potentiel qu'elle pourrait être utilisée dans beaucoup d'autres situations. Si son usage était largement répandu, on pourrait sans aucun doute élaborer des projets encore mieux optimisés. »

### Un coup de pouce nommé ATG

L'intérêt pour les essais de chargement de pieux instrumentés avec capteurs à fibre optique va crescendo. Cette technologie semble promise à un rôle essentiel, surtout dans l'optique de l'obtention d'un agrément technique avec certification ATG. « Les avantages pour les entrepreneurs sont évidents », déclare Monika De Vos. « Le fait de posséder un agrément technique leur permet de prouver à leurs clients que leur système de pieux remplit certaines exigences. L'ATG permet en outre d'utiliser des paramètres de conception plus favorables et d'aboutir ainsi à un concept plus efficace. L'entrepreneur désireux d'obtenir cette certification doit démontrer les performances de son système de pieux dans la pratique. Il doit pour ce faire réaliser plusieurs essais dans différents types de sols, mais également avec des méthodes de mesures avérées et précises. Vu le diamètre limité des pieux et les longueurs de plus en plus

grandes, les capteurs à fibre optique constituent l'unique solution envisageable. Il y a en outre beaucoup plus de données de mesures, un élément qui, bien entendu, joue également un rôle important dans l'octroi d'une certification ATG. »



De plus amples informations concernant le monitoring sur base de la technique de la fibre optique peuvent être trouvées sur [www.ovmonitoring.be](http://www.ovmonitoring.be)

### ➔ À retenir :

- La capacité portante d'un pieu de fondation dépend de la technique d'exécution et des propriétés des couches de sol en matière de résistance.
- Les capteurs de déformation à fibre optique permettent de mesurer avec une très grande précision comment un pieu de fondation supporte une charge et transmet celle-ci vers le sol.
- Ce procédé permet d'optimiser les techniques d'exécution, de connaître dans le détail les performances des techniques innovantes et de déduire avec précision les résistances du sol mobilisées. Tout cela contribue à un projet plus efficace.







Un usage largement répandu des capteurs à fibre optique pourrait aider à concevoir des pieux de fondation encore meilleurs.