



# Un produit conçu pour les pieux sous-marins



# Contexte

Un grand nombre de structures dans les régions côtières ou traversant des cours d'eau sont supportées par des pieux. L'environnement hostile introduit par l'eau de mer, une humidité élevée / température élevée et des cycles humide-sec provoque une détérioration rapide de ces structures. Les conditions les plus sévères se trouvent dans la zone d'éclaboussure qui englobe la partie du pieu entre les niveaux d'eau à marée basse et haute. La concentration élevée d'ions chlorure dans l'eau de mer lui permet de pénétrer et d'atteindre l'acier, même dans du béton de haute qualité. En conséquence, la couche passive qui protège normalement l'acier est détruite, ce qui rend la corrosion de l'acier d'armature ou de précontrainte inévitable.



Lorsque l'acier corrodé se dilate, il provoque des forces latérales sur le béton environnant qui dépassent de loin sa résistance à la traction. Il en résulte une fissuration et l'écaillage de la couverture en béton. La détérioration du béton et la perte de la section transversale de l'acier d'armature entraînent une réduction de la capacité des pieux. Les réparations nécessitent souvent de créer un coffrage autour du pieu et de le remplir de coulis de béton pour agrandir la section, augmentant ainsi sa capacité de charge.

L'environnement marin humide combiné aux difficultés d'accès ne conviennent pas à l'utilisation de coffrages en bois ou en acier. Au cours des quarante dernières années, les gaines en polymère renforcé de fibre de verre (GFRP) sont devenues un matériau de choix pour le coffrage dans la construction marine.



# Systemes de gaines pour les vieux pieux

Les gaines GFRP sont légères et résistantes à l'humidité et ont été largement utilisées pour la réparation de pieux sous-marins dans le monde entier. Ces produits sont généralement constitués de deux demi-coques en fibre de verre qui sont boulonnées ou collées ensemble.

Les systèmes de gaines plus anciens ont une ou deux points faibles sur leur hauteur qui doivent être boulonnées ou collées. Ces coutures introduisent des plans de faiblesse dans la gaine. La résistance des fibres dans une gaine ne peut pas fournir un confinement structurel lorsqu'elles se terminent au niveau d'une couture. Les coutures faibles sont également un point d'entrée pour l'eau et l'oxygène qui affaiblit le système dans le temps.



Les systèmes de gaines pour les pieux plus anciens sont de tailles standard. Ces tailles standard conduisent à des espaces annulaires plus grands qui ajoutent une charge morte au pieu et augmentent la quantité de coulis et les temps d'installation.

Pour surmonter ces lacunes, les laminés PileMedic® ont été inventés.



## LAMINÉ PILEMEDIC - UNE SOLUTION STRUCTURELLE CONÇUE A LONG TERME

Le professeur Ehsani a développé PileMedic®, un système de renforcement structurel pour les pieux qui offre plus grands avantages pour les ingénieurs et les entrepreneurs. Les laminés PileMedic® contiennent des fibres dans deux directions (longitudinale et transversale). Les gaines disponibles en Amérique du Nord offrent des résistances à la traction comprises entre 15 et 20 ksi (de 103 à 137 MPa), ce qui est nettement inférieur à la résistance de 60 à 155 ksi (de 413 à 1068 MPa) offerte par PileMedic®. Lorsqu'elle est enroulée autour d'un pieu ou d'une colonne, la gaine crée une coque sans couture avec une énorme pression de confinement sur la colonne. Il est bien connu que la capacité axiale d'une colonne est proportionnelle au degré de confinement. Par exemple, un pieu en béton de 4000 psi (27.5 MPa) peut résister à des charges axiales comme un pieu en béton de 5 000 (34.5 MPa) ou 6000 psi (41.3 MPa) en fonction du nombre d'enveloppements et de la pression de confinement que la gaine exerce sur le pieu.



# Petits espaces annulaires

PileMedic® ne nécessite aucun renfort en acier et l'espace annulaire est déterminé par des entretoises qui s'enroulent directement sur le pieu hôte. Ces entretoises sont conçues pour minimiser l'espace annulaire, réduisant ainsi la charge morte, les matériaux et le temps de construction.



# Peu ou pas de plongeurs nécessaires

Dans la réparation de pieux plus profonds tels que ceux rencontrés dans les ports, les ponts plus grands et les structures off-shore, un coût important de la réparation est déterminé par les plongeurs. L'installation de PileMedic® ne nécessite pas d'un processus intensif de plongée. Les laminés PileMedic® sont enroulés autour de la pile à la ligne de flottaison et sont glissés vers le bas de la pile tandis qu'un autre laminé est enroulé autour de la pile avec un petit chevauchement sur la gaine précédente.

Ce processus élimine le besoin des plongeurs pour assembler la gaine sous l'eau.

Il s'agit de la méthode la plus rapide et la plus économique pour emballer des piles.







## Installation de PileMedic

# Préparation de surface

## PIEUX EN BÉTON

- Tout le béton lâche et détérioré doit être enlevé
- Enlevez toute croissance marine et toute couche de surface molle qui aurait pu s'accumuler sur les pieux

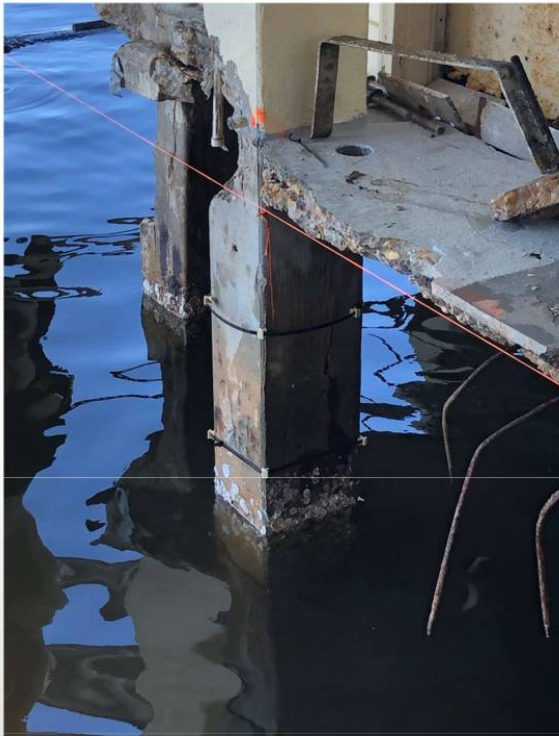
## PIEUX D'ACIER

- Les pieux en acier doivent être nettoyés à l'aide d'un jet d'eau à haute pression selon SSPC SP-12
- Enlevez toute croissance marine et toute couche de surface molle qui aurait pu s'accumuler sur les pieux

Le temps écoulé entre le nettoyage du béton ou de l'acier et la mise en place de l'enveloppe sur ce pieu ne doit pas dépasser 72 heures.



# Installation de l'entretoise



- L'entretoise est généralement déterminée par les besoins d'espace annulaire.
- Les attaches de câble sont utilisées pour maintenir un anneau d'espaceurs en place
- La quantité d'entretoises sur un anneau est déterminée par la circonférence du pieu
- En règle générale, un anneau d'espaceurs par gaine si plusieurs gaines sont installées sur la pile. La première gaine inférieure recevra 2 anneaux d'épaisseur.
- Certains espaceurs ont été conçus pour contenir des barres d'armature



# Gaine en laminés FRP (encaissement)



- Coupez la longueur requise de la gaine en laminés de 50'' (1270 mm) sur site, la gaine doit enrouler au moins deux fois autour de la pile (720 degrés) plus un chevauchement de 8''(200 mm)
- Appliquer un film épais de 20-30 mil (500-760 micron) de pâte adhésive époxy sur la partie chevauchante du laminé (au moins la moitié de la gaine)



# Installation



- Enveloppez le laminé autour de la pile en vous assurant que la deuxième couche est en contact total avec la première couche. Ajustez le diamètre de la gaine si nécessaire
- Utilisez des sangles à cliquet, des attaches de câble ou une pellicule rétractable comme moyen temporaire pour maintenir le diamètre FRP souhaité





## Installation sur pieux en acier

3/12/2020

Infrastructure Innovators Since 1994

14

# Étapes supplémentaires



- Pour l'injection de matériau de remplissage, installez deux orifices d'injection dans la gaine en laminé, un près du bas de la gaine et le second près du haut de la gaine et à 180 degrés en face de la gaine inférieure
- Des sections supplémentaires de 50" (1270 mm) de laminé peuvent être installées de la même manière. Appliquer de la pâte époxy sur la partie qui se chevauchent au premier laminé pour créer une gaine plus longue.
- Sceller le bas de l'espace annulaire avec un sabot / bouchon de 6" (150 mm)



# Joint inférieur

La réparation de la zone d'éclaboussure nécessitera un joint pour le bas de la gaine. Des entretoises, une bande et de la mousse sont utilisées pour sceller le bas de la réparation.

- Placer temporairement la bande autour du pieu
- Placer les sangles et l'entretoise inférieure autour du bas de la bande pour fixer
- Dépliez le haut de la bande à plat à l'emplacement des entretoises
- Insérez la mousse dans la zone inférieure de la gaine installée
- Placez la gaine installée sur la bande supérieure et les entretoises
- Pliez la bande de la gaine et fixez-la avec une sangle





# Matériau de remplissage

**2 options sont disponibles pour le remplissage du matériau**

- Coulis cimentaire - UW Grout
- Coulis époxy - SUBCOM 150



# Coulis sous-marin

Le matériau de remplissage le plus utilisé

- Sceller le fond à l'aide d'une couche de coulis de 6" (150 mm)
- Les zones d'éclaboussure utiliseront le système de bande pour sceller le fond, placer le coulis pour remplir la bande à une hauteur de 2" (50 mm)
- Les orifices d'injection peuvent être installés pour le pompage ou la méthode tremie est acceptable
- Si des orifices d'injection sont utilisés, installez 1 orifices d'injection par chaque gaine
- Si la méthode tremie est utilisée, placer le tuyau sur la surface inférieure et pomper le coulis jusqu'à ce que le coulis soit à 6" (150 mm) au-dessus de l'extrémité du tuyau, tirer le tuyau vers le haut lorsque le coulis pénètre dans la gaine en gardant l'extrémité du tuyau dans le coulis.
- Inclinez le haut du mortier pour éviter l'eau stagnante



# Coulis époxy

- Sceller le fond à l'aide d'une couche de coulis de 6''(150 mm)
- Les zones d'éclaboussures utiliseront le système de bande pour sceller le fond, placer au moins une couche de coulis de 2'' (50 mm)
- Les orifices d'injection peuvent être installés pour le pompage ou la méthode tremie est acceptable
- Si des orifices d'injection sont utilisés, installez 1 orifices d'injection par chaque gaine
- Si la méthode tremie est utilisée, placer le tuyau sur la surface inférieure et pomper le coulis jusqu'à ce que le coulis soit à 6'' (150 mm) au-dessus de l'extrémité du tuyau, tirer le tuyau vers le haut lorsque le coulis pénètre dans la chemise en gardant l'extrémité du tuyau dans le coulis.

