

**TUBES D'INJECTION A MANCHETTES DURVINIL®**

**SYSTEMES D'INJECTION SIREG  
POUR LA CONSOLIDATION DES SOLS**

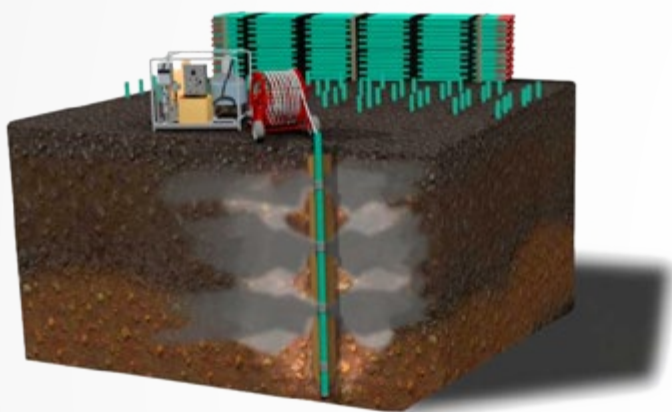
# INJECTION AVEC TUBES A MANCHETTES EN PVC DURVINIL® (TAM)

Les excavations souterraines ont été depuis l'origine un domaine privilégié d'application des injections, tant pour l'imperméabilisation que pour la consolidation.

Il y a quelques années, le champ d'application des injections était limité à des sols très perméables (gravier, sable) ou aux roches fracturées. Aujourd'hui l'injection de coulis par tubes à manchettes (TAM) permet d'améliorer les caractéristiques de résistance d'une grande variété de sols et de les rendre imperméables par remplissage des vides.

Ce prétraitement des sols minimise le risque de coûts inattendus et les risques liés à la sécurité publique aussi bien que de potentiels dommages aux bâtiments existants.

Sireg Geotech développe et fabrique les tubes d'injection à manchettes (TAM) en PVC Durvinil® depuis plus de 30 ans.



## LA TECHNIQUE

L'injection de coulis spécifiques permet d'améliorer les caractéristiques mécaniques et de réduire la perméabilité des sols poreux et des roches fracturées. Les coulis d'injection peuvent remplir les vides du sol, les fissures d'une roche, les vides de dissolution ou pénétrer avec déplacement du terrain par refoulement ou fracturation.

Les tubes d'injection à manchettes Durvinil®, grâce aux valves à manchettes disposées régulièrement le long du tube, permettent de réaliser des injections de type IRS (Injections Répétitives Sélectives), en passant un packer double obturateur en correspondance de toutes les manchettes à partir du fond du tube.



Londres, Angleterre, Injection par tube DURVINIL® S 40/50

## AVANTAGES DES INJECTIONS PAR TUBES A MANCHETTES:

- Injection de type IRS (Injections Répétitives Sélectives)
- Injection de coulis différents (eau, béton, bentonite, résines, silicates)
- Contrôle précis des volumes injectés et de la pression d'injection
- Injections dans des espaces de travail confinés ou sous une hauteur limitée
- Injections contrôlées en zones délicates pour éviter des gonflements superficiels du sol
- Injections de compensation
- Le PVC permet toujours aux engins de chantier (pelles, tunneliers) de casser les tubes si besoin

# TECHNIQUES D'INJECTION

Les tubes à manchettes Durvinil® permettent de réaliser les typologies d'injections suivantes:

- Injection de remplissage /comblement
- Injection de compactage
- Injection par claquages
- Injection dans la roche
- Bio sealing

**Injection de remplissage:** permet de réduire les tassements et de modifier la perméabilité du sol. Les vides naturellement présents dans le terrain sont comblés de coulis sans altération ni de la structure ni de la volumétrie du même.

**Injection de compactage:** il s'agit d'injecter sous pression dans le sol un mortier pour créer des bulbes autour du tube d'injection.

**Injection par claquages:** ce procédé provoque des petites fractures dans le sol qui sont remplies par le coulis d'injection. Grâce à des injections répétitives sélectives et un système de mesure de tassement, on peut améliorer n'importe quel terrain et également provoquer des soulèvements contrôlés (injection de compensation). Les injections de compensation sont réalisées à partir d'un rideau de forages sub-horizontaux équipés de tubes à manchettes. Ces forages sont exécutés depuis une fouille ou un puits d'accès réalisés à proximité de la zone à traiter.

**Injection dans la roche:** les injections dans la roche servent essentiellement à sceller des massifs rocheux pour la construction de barrages, ouvrages souterrains tels que tunnels et cavernes ou pour le remplissage de cavités ou carrières.

Le but de cette injection est le remplissage des fissures ou des cavités existant dans la roche.

**Biosealing:** c'est une technique innovante et écologique pour la décontamination des sols pollués. On injecte des substances organiques ou des coulis dans le sol ou dans la nappe pour stimuler la croissance de bactéries ou diminuer la perméabilité du sol.

Sireg a breveté le système "Durvinil® Bio-system".



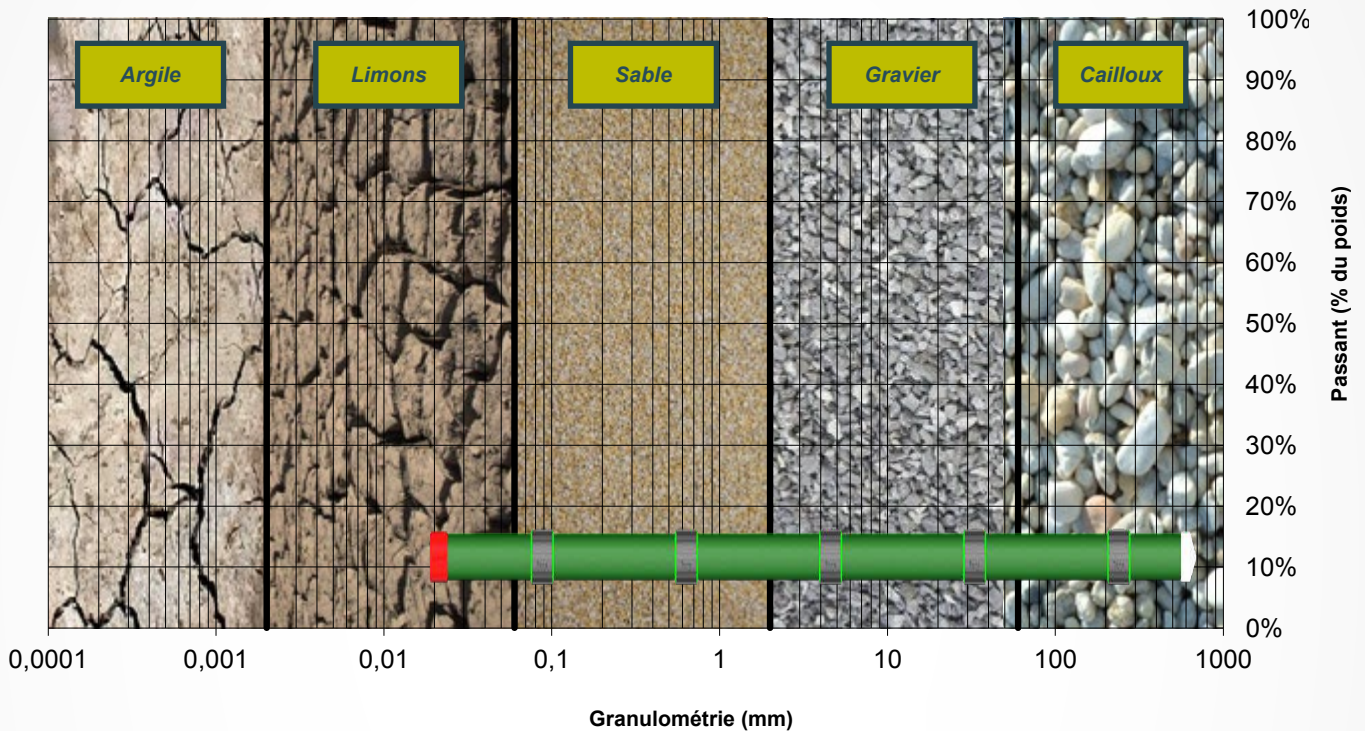
Milan, ITALIE, TAM DURVINIL® 28/38

## LES COULIS D'INJECTION

Les coulis d'injection peuvent être:

- **Liquides:** leur pouvoir de pénétration est lié principalement à leur viscosité et à l'évolution de cette viscosité avec le temps.
- **Suspensions:** outre la viscosité, ces coulis ont également de la rigidité et de la cohésion qui limite le rayon d'action. La taille des grains de la suspension limite la pénétration dans le sol. La stabilité des suspensions (décantation, filtration sous pression) est un paramètre important.
- **Mortiers:** ces coulis présentent une rigidité importante et sont utilisés pour le remplissage de cavités et de vides ou pour des injections solides ou de compensation.

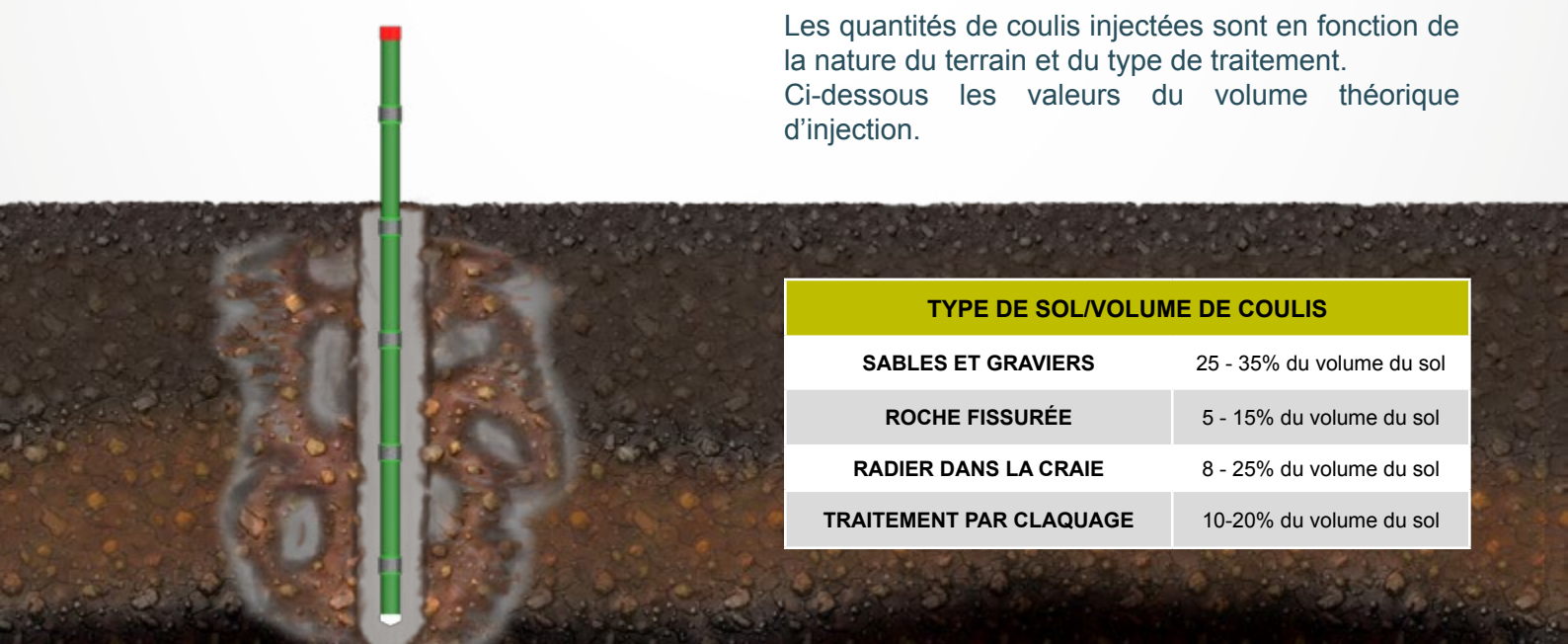
## SOLS CONVENABLES AUX TUBES D'INJECTION A MANCHETTES



## VOLUME THEORIQUE D'INJECTION

Les quantités de coulis injectées sont en fonction de la nature du terrain et du type de traitement.

Ci-dessous les valeurs du volume théorique d'injection.

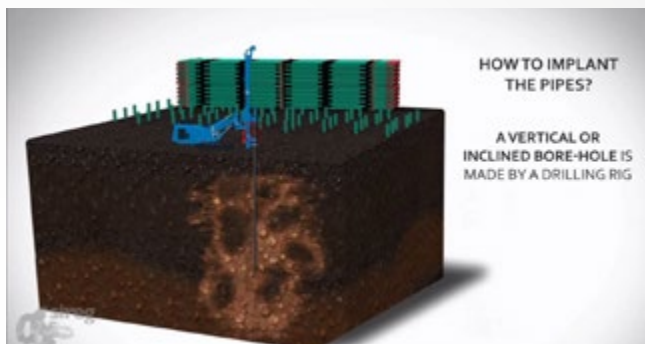


### TYPE DE SOL/VOLUME DE COULIS

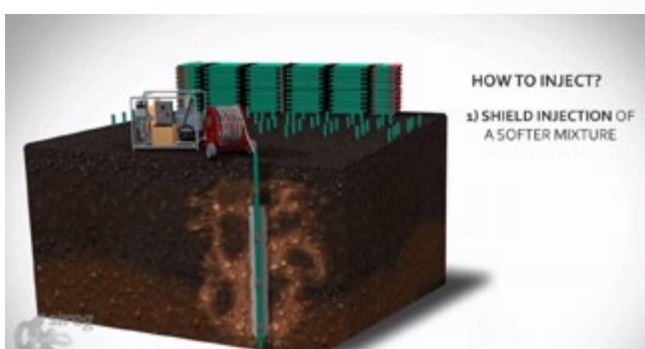
SABLES ET GRAVIERS	25 - 35% du volume du sol
ROCHE FISSURÉE	5 - 15% du volume du sol
RADIER DANS LA CRAIE	8 - 25% du volume du sol
TRAITEMENT PAR CLAQUAGE	10-20% du volume du sol

# COMMENT UTILISER LES TUBES D'INJECTION

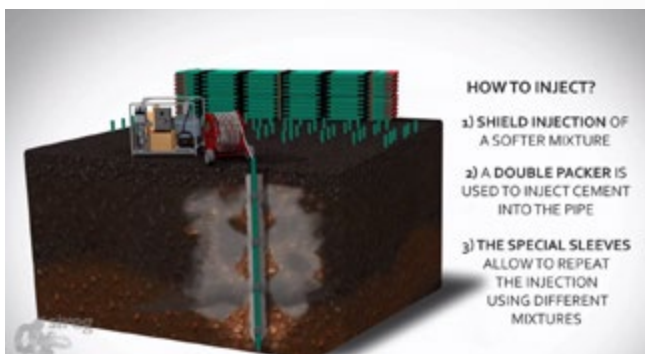
Forage d'un trou de diamètre convenable et de profondeur en accord au projet.



Installation (normalement à la main) du tube à manchettes Durvinil® dans le forage et ensuite scellement du tube au moyen d'un coulis de gaine qui empêche la remontée de coulis le long du forage.



Injection IRS (Injection Répétitive Sélective), en passant un packer double obturateur en correspondance de toutes les manchettes à partir du fond du tube.



Après l'injection, les manchettes Dur-O-Ring® se ferment parfaitement en empêchant au coulis de rentrer à l'intérieur du tube. Ainsi le tube, une fois lavé à l'intérieur, reste vide et propre. Cela permet de réaliser une deuxième phase d' injection.

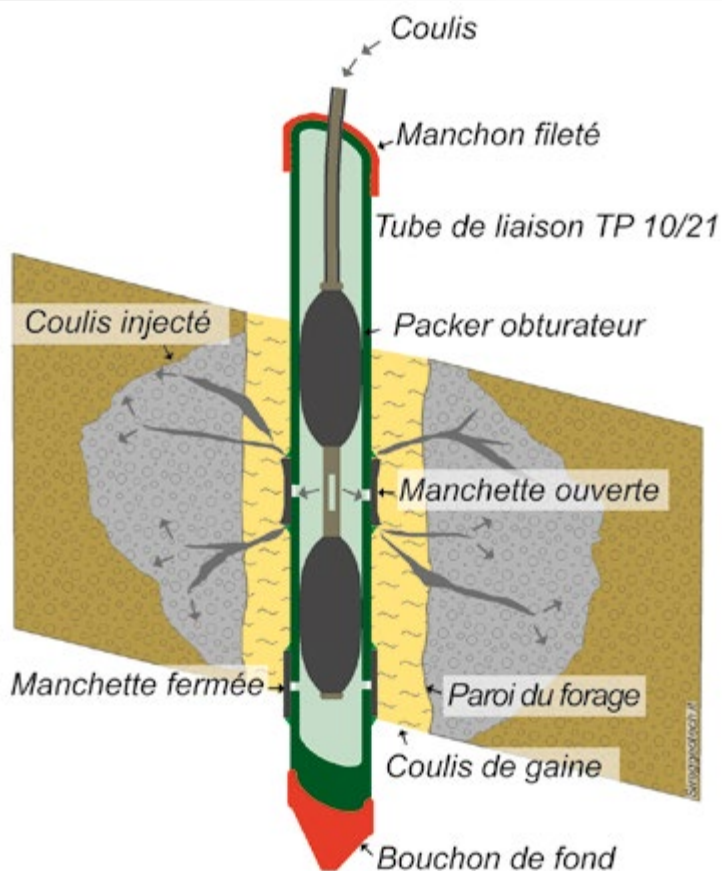


Pour plus d'informations, regardez notre vidéo:  
[www.sireggeotech.it/en/video](http://www.sireggeotech.it/en/video)

Les tubes à manchettes Durvinil® permettent d'injecter les coulis à la profondeur souhaitée, en fonction des paramètres d'injection établis (pression, débit, etc.). Ces opérations sont surveillées par des systèmes analogiques ou digitaux.

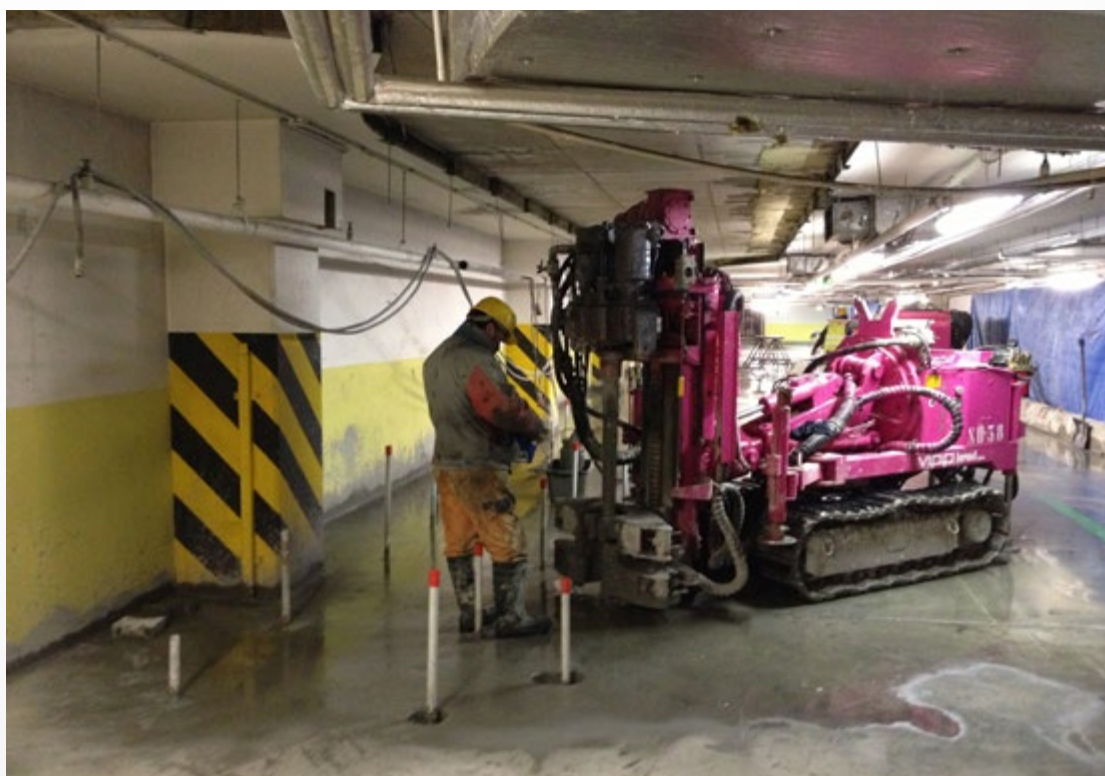


Enregistreur de données numériques



Les injections de coulis à haute pression sont réalisées à l'aide d'un packer obturateur double à descendre à l'intérieur du TAM à la profondeur correspondante à chaque manchette. Le coulis, injecté à haute pression, ouvre la manchette, ce qui lui permet de sortir du tube et d'imprégner le sol environnant.

Le coulis de gaine permet de garder le tube dans la bonne position et empêche la remontée du coulis le long du forage.

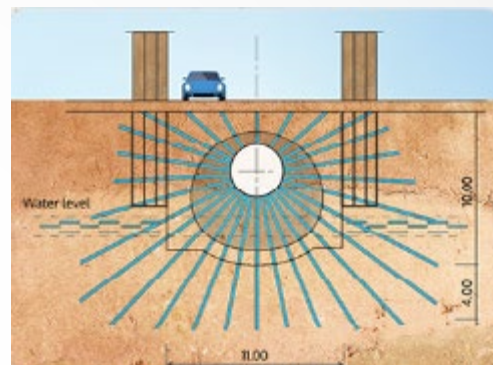


Varsovie, POLOGNE, tube DURVINIL® S 28/38

# DOMAINES D'APPLICATION DES INJECTIONS

Au moyen des TAM Durvinil®, on peut traiter et consolider les sols dans les domaines suivants:

- Avant terrassement à côté d'ouvrages existants ou avant le percement d'un tunnel
- À l'avancement dans les tunnels en voûte parapluie
- Pour la réparation d'un fontis ou d'un éboulement
- Pour la création d'une voile d'étanchéité
- Pour la création d'un fond étanche dans les fouilles profondes (stations du Métro)
- Pour la protection de structures ou le confortement de leurs fondations
- Pour le remplissage d'anciennes carrières
- Pour le confinement de matériaux et de terrains à risque pour l'environnement
- Pour la compensation de tassements
- Pour l'imperméabilisation d'ouvrages existants

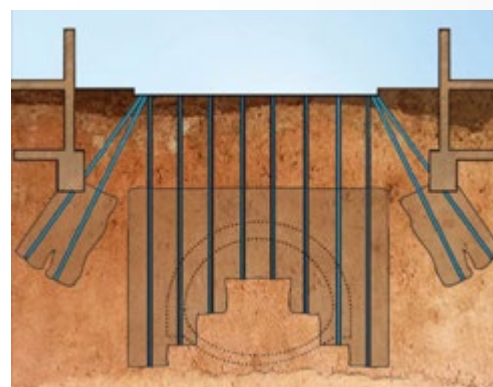


*Injection par tunnel pilote*

## EXCAVATION DE TUNNELS

L'injection par tubes à manchettes est utilisée aussi dans l'excavation de tunnels afin d'améliorer les caractéristiques mécaniques des terrains à excaver ou environnants et de réduire la pression de l'eau. Différents types de traitement peuvent être réalisés tels que:

- Injections sub-horizontales au front de taille en avancement et en voûte parapluie
- Injections verticales de la surface aux entrées des tunnels ou si la galerie n'est pas trop profonde
- Consolidation par un tunnel pilote



*Injection de consolidation avant le creusement d'un tunnel*



*Hong Kong, HK, tube DURVINIL® S 50/60*



*Moscou, RUSSIE, tube DURVINIL® 40/48*



*Naples, ITALIE, DURVINIL® S 28/38*



Prague, REPUBLIQUE TCHEQUE, tube DURVINIL® 40/55 avec manchettes flush.



Milan, ITALIE, tube DURVINIL® 28/38



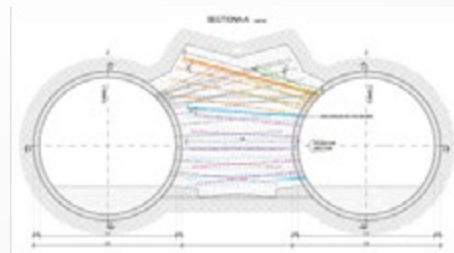
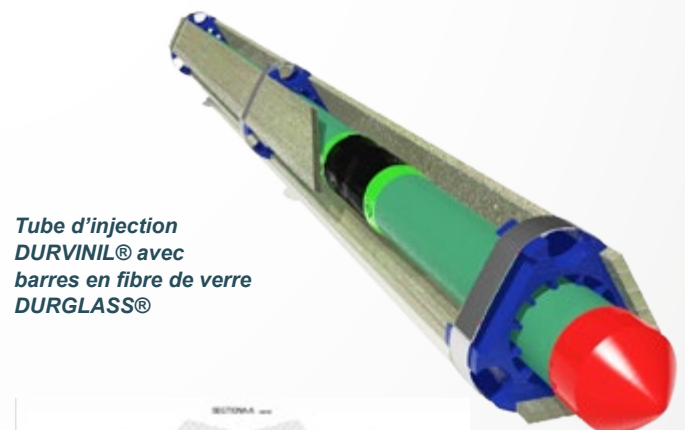
Karlsruhe, ALLEMAGNE, tube DURVINIL® S 40/50

## STABILISATION DU TERRAIN AVEC BOULONS EN FIBRE DE VERRE DURGLASS®

Les tubes à manchettes peuvent être combinés avec des boulons en fibre de verre Durglass® en barres plates pour la consolidation du front d'excavation des tunnels ou de parois clouées.



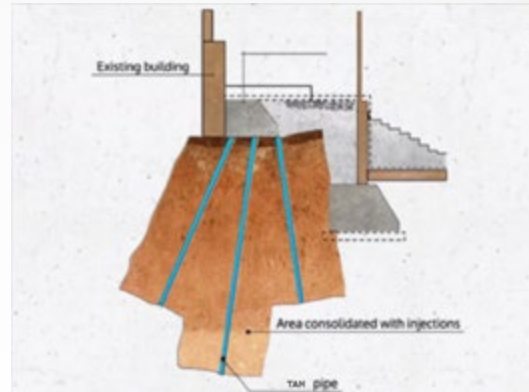
Doha, QATAR, boulons fibre de verre DURGLASS® ES 72 avec tube DURVINIL® 28/38





## CONFORTEMENT DE FONDATIONS

Les injections avec tubes à manchettes représentent une des méthodes pour consolider les fondations en milieu urbain, notamment pour créer un écran étanche ou un bouchon injecté étanche à côté des parois moulées.



*Tubes d'injection DURVINIL® pour la consolidation de fondations*



*Cordoba, ESPAGNE, tube DURVINIL® S 50/60*



*Koweït city, KOWEIT, tube DURVINIL® S 50/60*



*Musée du Louvre, Paris, FRANCE, tube DURVINIL® S 40/50*

## TIRANTS D'ANCRAGE

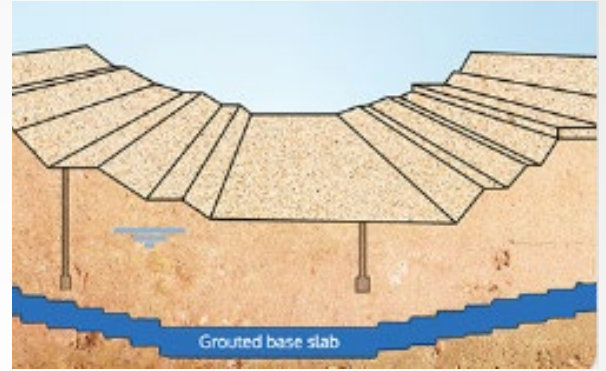
Dans les tirants d'ancrage, les tubes à manchettes Durvinil® installés à côté des barres ou des torons permettent de réaliser un bulbe très bien ancré au sol en plusieurs phases d'injection.



*Tube d'injection DURVINIL® dans un tirant câble en acier*

## IMPERMEABILISATION ET CONSOLIDATION DE FOUILLES

Les injections sont utilisées pour l'imperméabilisation et le confortement des sols avant le terrassement, souvent associées à d'autres structures de soutènement telles que parois moulées, palplanches et pieux.



*Injections pour l'imperméabilisation de grandes fouilles*



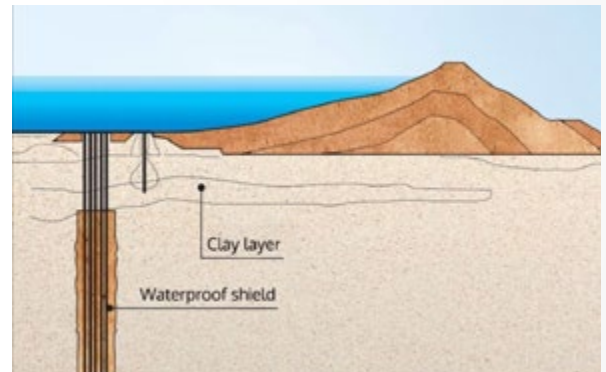
*ITALIE, HDD : tube DURVINIL® SUPER S FLUSH 55/75*



*ITALIE, tube DURVINIL® S 50/60*

## CONSTRUCTION DE BARRAGES

Dans la réalisation de barrages, les injections ont été traditionnellement pratiquées pour créer des écrans imperméables aval du bassin, à côté et autour des fondations du mur en béton.



*Rivière Iskar, BULGARIE, tube DURVINIL® 40/48 avec sacs obturateurs*

## TECHNIQUE D'INJECTION MPSP

Dans la technique MPSP (Multi Packer Sleeved Pipe) les tubes à manchettes Durvinil® sont associés à des sacs obturateurs en géotextile de polypropylène, montés sur le tube selon un espacement régulier.

Les sacs, gonflés au coulis béton, vont isoler des portions de terrain à injecter sans la nécessité de faire le coulis de gaine.

Ce procédé permet d'effectuer l'injection dans des sols fracturés, perméables ou en présence de nappe.

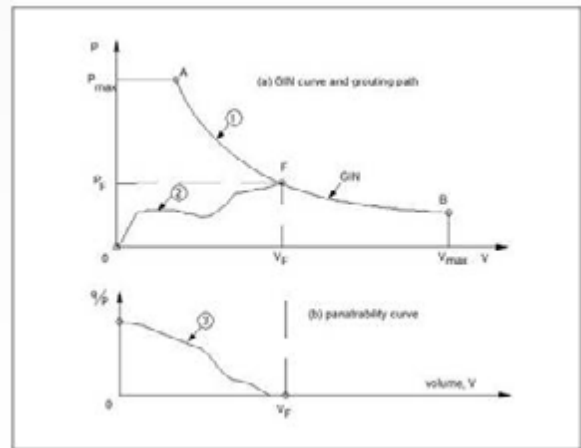


Schéma de la méthode GIN



Doha, QATAR, DURVINIL® SERIE S 50/60 + TNT450



Lac de Come, ITALIE, DURVINIL® S 40/50

## BIOSEALING

C'est une technique innovante et écologique pour la décontamination des sols pollués. On injecte des substances organiques ou des coulis dans le sol ou dans la nappe pour stimuler la croissance de bactéries ou diminuer la perméabilité du sol.

Sireg a breveté le système "Durvinil® Bio-system".



Réserve naturelle dans le sud de l'Italie, DURVINIL® Bio-system utilisé pour Biosealing



PAYS-BAS, tubes DURVINIL® 64/75 pour Biosealing

# PRODUITS ET ACCESSOIRES POUR L'INJECTION

## TUBES D'INJECTION A MANCHETTES DURVINIL®

### TUBES DURVINIL® S

Les tubes d'injection à manchettes Durvinil® sont fabriqués en plusieurs diamètres, épaisseurs et types de PVC en fonction des objectifs à atteindre.

Les tubes à manchettes (TAM) de la gamme Durvinil® S sont en PVC, lisses intérieurement et perforés tous les 33 ou 50 cm. Ces perforations sont recouvertes par de spéciaux anneaux élastiques en caoutchouc appelés manchettes (Dur-O-Ring®) qui ont la fonction de valves d'injection. Les manchettes peuvent être montées à l'extérieur du tube (entre deux anneaux en plastique thermo-soudés) ou creusées dans l'épaisseur du tube (manchettes flush).

La longueur des tubes est comprise entre 1 ml et 6 ml (la longueur standard est de 3 ml) et ils sont raccordés par manchon fileté. En fonction des diamètres et épaisseurs, ils atteignent des pressions d'éclatement très importantes (jusqu'à 100 bars).



Tubes DURVINIL® S avec manchettes à l'extérieur

DIAMETRE NOMINAL	DIAMETRE INTERIEUR/ EXTERIEUR	TYPE DE MANCHETTE	PRESSION DE TRAVAIL	TYPE DE PACKER
1"1/8	28/38 mm	A l'extérieur	60 bar	Mécanique D28
1"1/2	40/48 mm	A l'extérieur	35 bar	Gonflable D30
-	40/50 mm	Dans l'épaisseur (flush)	25 bar	Gonflable D30
2"	50/60 mm	A l'extérieur	30 bar	Gonflable D42
2"	50/60 mm	Dans l'épaisseur (flush)	25 bar	Gonflable D42
2"1/2	64/75 mm	Dans l'épaisseur (flush)	20 bar	Gonflable D56

### TUBE DURVINIL® SUPER S FLUSH

Les tubes à manchettes Durvinil® SUPER S FLUSH sont fabriqués en PVC encore plus résistant et rigide qui permet de réaliser des injections à de grosses pressions ou à profondeurs importantes (> 40 m).

Ces tubes, très costauds, peuvent être installés en subhorizontal aussi dans des forages dirigés, poussés ou entrainés même pour plus que 100 m de perforation.



Tubes DURVINIL® SUPER S FLUSH avec manchettes dans l'épaisseur



Installation de tubes DURVINIL® SUPER S FLUSH dans un forage dirigé

DIAMETRE NOMINAL	DIAMETRE EXTERIEUR/ INTERIEUR	TYPE DE MANCHETTE	TYPE DE PACKER
1"1/2 plus	40/55 mm	Dans l'épaisseur	Gonflable D30
2"	40/60 mm	Dans l'épaisseur	Gonflable D30
2"1/2	55/75 mm	Dans l'épaisseur	Gonflable D42

## TUBES A MANCHETTES ENROULABLES POUR TIRANTS

Les tubes à manchettes de petit diamètre souples et enroulables sont utilisés principalement pour la réalisation d'injections associées aux tirants câbles en acier livrés en rouleaux.

Pour les tirants, Sireg Geotech propose un tube à manchettes en PVC Durvinil® A en diamètre int/ext 27/34 mm qui peut être enroulé avec les torons du tirants et qui permet en même temps de réaliser une injection IRS pour chaque manchette au moyen d'un packer obturateur double mécanique à coupelles.

DIAMETRE NOMINAL	DIAMETRE INTERIEUR/ EXTERIEUR [mm]	TYPE DE MANCHETTE	TYPE DE PACKER
1"	27/34	A l'extérieur	Mécanique D27



Tube DURVINIL® A 27/34 enroulé dans un tirant câble

## TUBES A MANCHETTES SOUPLES DE PETIT DIAMETRE

Les tubes à manchettes Durotene® de petit diamètre sont utilisés pour des injections IGU sans packer.

Ce sont des tubes souples et enroulables, avec une ou plusieurs manchettes montées à la position souhaitée, utilisés pour le scellement de clous, tirants ou micropieux.

DIAMETRE NOMINAL	DIAMETRE INTERIEUR/ EXTERIEUR	TYPE DE MANCHETTE	TYPE DE PACKER
3/8"	12/16 mm	A l'extérieur	NO
1/2"	17/20 mm	A l'extérieur	NO



Tube d'injection DUROTENE®

## ACCESSOIRES

### SACS OBTURATEURS POUR INJECTIONS MPSP

Les sacs obturateurs en géotextile de polypropylène de Sireg Geotech sont utilisés pour sceller l'espace entre le tube à manchettes Durvinil® et les parois du forage dans le but d'injecter les coulis dans des sols fracturés ou perméables lorsqu'on n'arrive pas à faire le coulis de gaine. Ils sont également employés dans les perforations du bas vers le haut (par exemple en voûte des tunnels) pour empêcher la sortie de béton ou d'eau le long du forage ou avec tirants et micropieux métalliques.

Le procédé d'utilisation des sacs séparateurs est le suivant:

- Installation du tube à manchettes avec les sacs obturateurs montés sur une ou plusieurs manchettes
- Remplissage des sacs obturateurs avec le coulis de façon à sceller l'espace annulaire entre le tube d'injection et le forage
- Injection par les manchettes libres



Tubes DURVINIL® S avec sacs obturateurs

## PACKERS OBTURATEURS

Les packers obturateurs sont indispensables pour l'exécution des injections IRS.

En fonction du diamètre intérieur du tube, deux types de packers sont disponibles:

- **Packers doubles à coupelles, rigides ou à ressort**, pour les TAM avec diamètre intérieur 27 et 28 mm. La tenue du packer est garantie par des coupelles coniques en plastique.



*Packers doubles à coupelles Sireg*

TYPE DE PACKER	ZONE D'INJECTION	COUPELLES	TYPE DE COUPELLE			TAM CONVENABLES
<b>Ressort D27</b>	36 cm	1+1	PU 27 standard 258/091	PU 27 souple 258/006	Cuir 26 258/95	DURVINIL® A 27/34
<b>Rigide D 27-Z36</b>	36 cm	2+2	PU 27 standard 258/091	PU 27 souple 258/006	Cuir 26 258/95	DURVINIL® 27/34 (3 manchettes/m)
<b>Rigide 27-Z50</b>	50 cm	2+2	PU 27 standard 258/091	PU 27 souple 258/006	Cuir 26 258/95	DURVINIL® 27/34 (1 or 2 manchettes/m)
<b>Rigide 28-Z36</b>	36 cm	2+2	PU 28 standard 258/001	PU 28 souple 258/093	Cuir 27 258/94	DURVINIL® 28/38 (3 manchettes/m)
<b>Rigide 28-Z50</b>	50 cm	2+2	PU 28 standard 258/001	PU 28 souple 258/093	Cuir 27 258/94	DURVINIL® 28/38 (1 or 2 manchettes/m)

- **Packers doubles hydrauliques gonflables** à utiliser avec des TAM de 1"1/2 jusqu'à 2"1/2. La possibilité de gonfler et dégonfler les caoutchoucs du packer permet à ce dernier de s'adapter à plusieurs diamètres de tube et de garantir une injection très performante. Ce packer est toujours associé à une pompe pour gonfler à l'eau les caoutchoucs du packer et à un tube de liaison HP qui amène le coulis d'injection.



*Packer obturateur double gonflable Sireg*

TYPE DE PACKER	ZONE D'INJECTION	LONGUEUR CAOUTCHOUCS	TAM CONVENABLES
<b>Obturateur double gonflable Sireg 30-340</b>	34 cm	300 mm	Durvinil® 40/48 – 40/50 (3 manchettes/m)
<b>Obturateur double gonflable Sireg 30-500</b>	50 cm	300 mm	Durvinil® 40/48 – 40/50 (2 manchettes/m)
<b>Obturateur double gonflable Sireg 42-340</b>	34 cm	300 mm	Durvinil® 50/60 (3 manchettes/m)
<b>Obturateur double gonflable Sireg 42-500</b>	50 cm	300 mm	Durvinil® 50/60 (1 or 2 manchettes/m)
<b>Obturateur double gonflable Sireg 56-500</b>	50 cm	500 mm	Durvinil® 64/75 (1 or 2 manchettes/m)

*D'autres packers et kits d'extension sont disponibles sur demande.*

## TUBE DE CONNEXION SIREG HP TP

Les packers sont connectés à la pompe d'injection par un tube d'injection en polypropylène Sireg HP TP capable de supporter des pression d'injection jusqu'à 100 bar et les chocs de chantier.

## ENROULEUR SIREG

L'enrouleur Sireg permet de simplifier le positionnement, l'installation et la récupération du packer obturateur à l'intérieur des tubes à manchettes Durvinil®.

L'enrouleur permet de glisser en même temps les tubes d'injection TP (coulis d'injection) et le tube HP (eau) pour gonfler les caoutchoucs du packer.

Le système est équipé d'une connexion digitale pour l'enregistrement des paramètres d'injection.

DIAMETRE NOMINAL	DIAMETRE INTERIEUR/EXTERIEUR	PRESSION DE SERVICE
1/2"	10/21 mm	Jusqu'à 100 bar
3/4"	13/27 mm	Jusqu'à 100 bar
1"	16/33 mm	Jusqu'à 100 bar



*Enrouleur Sireg*



*Pompe d'injection Sireg*

## POMPES D'INJECTION SIREG

Faciles à utiliser et à entretenir, les pompes d'injection Sireg sont équipées d'un compteur et d'un manomètre pour mesurer la pression d'injection du coulis.

Toutes les pompes d'injection Sireg peuvent être assemblées dans des conteneurs et connectées à des systèmes d'enregistrement capables de gérer plusieurs lignes d'injection.

## CENTREURS

Sireg Geotech fabrique une large gamme de centreurs à corbeilles à utiliser avec les tubes Durvinil®.



*Centreurs à corbeilles*

## EMBALLAGES

Les tubes d'injection à manchettes Durvinil® sont emballés normalement dans des racks de 100/ 200 tubes, selon le diamètre. Des emballages spéciaux sont disponibles sur demande pour les expéditions aériennes.



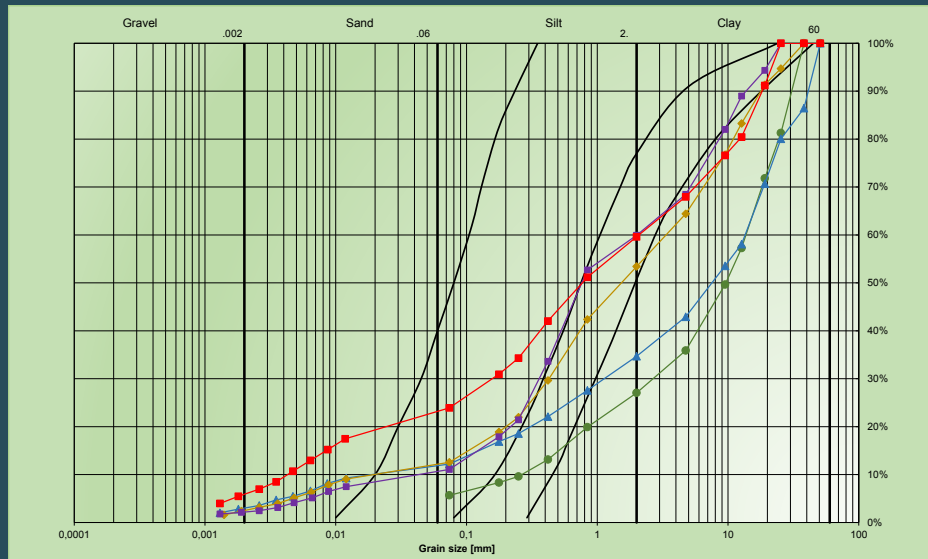
*Emballage standard*



*Emballage spécial disponible sur demande*

# ASSISTANCE TECHNIQUE

Sireg Geotech est en mesure de fournir une assistance technique professionnelle aux clients pour une correcte utilisation des tubes à manchettes et pour la définition du type de traitement, de la profondeur et densité des forages et des coulis à utiliser.



## SUIVI SUR CHANTIER

Sireg Geotech peut donner également un service d'assistance pendant les travaux d'injection qui comprend:

- Contrôle des équipements
- Contrôle de fonctionnement
- Contrôle de la qualité du coulis
- Surveillance de l'injection
- Contrôle final à travers des essais de laboratoire et en chantier.

Pour plus de détails, contactez-nous à l'adresse [info@sireg.it](mailto:info@sireg.it)

Sireg Geotech s.r.l.

Via del Bruno, 12  
20862 Arcore (MB) - Italy  
Tel. (+39) 039 627021 - Fax (+39) 039 615996  
e-mail: [info@sireg.it](mailto:info@sireg.it) - [www.sireggeotech.it](http://www.sireggeotech.it)

