

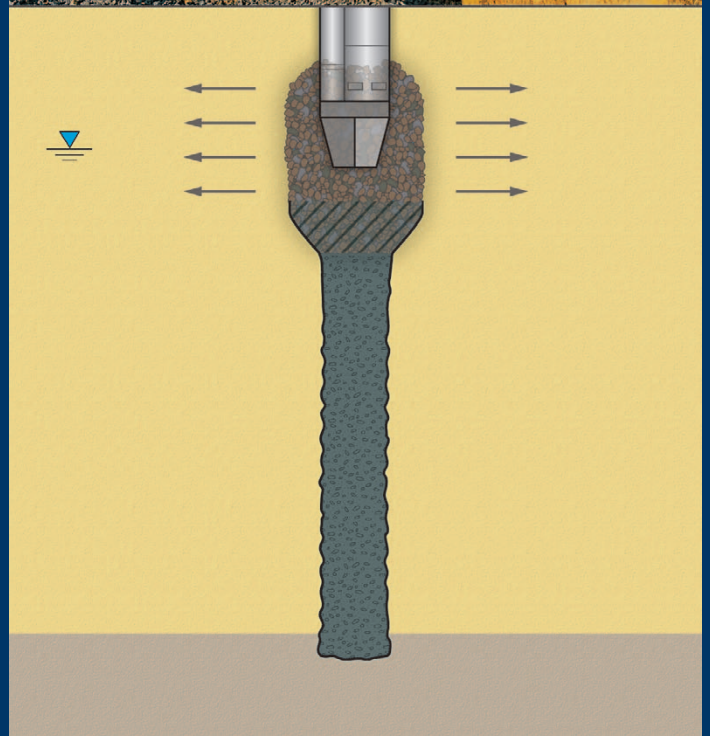


# Colonnes à Module Mixte CMM®



Le renforcement de sol par Colonnes à Module Mixte CMM® associe les avantages des colonnes ballastées et des inclusions rigides et en évite les inconvénients.

Ce produit a été élaboré avec la collaboration de Michel Bustamante, du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, et de Francis Blondeau Consultant. Il suit un Cahier des Charges validé par le bureau de contrôle Apave.

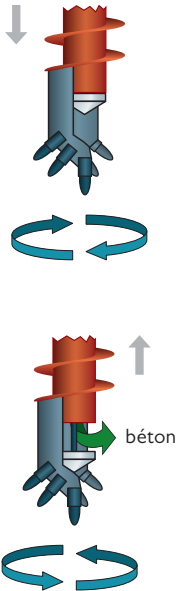




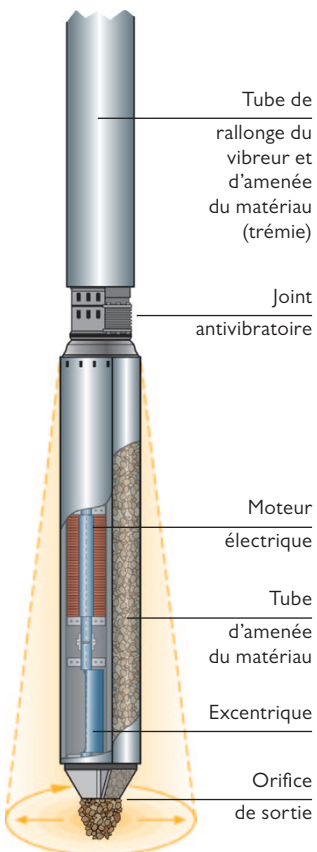
# Colonne à Module Mixte CMM®

La Colonne à Module Mixte CMM® est une technique de renforcement de sol combinant une inclusion rigide en partie inférieure et une colonne souple en gravier refoulé en partie supérieure, sur le ou les derniers mètres. Ce procédé, mis en œuvre par Keller, est l'aboutissement de plusieurs années de recherche et d'essais effectués en collaboration avec le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.).

## Exemple d'outil pour la partie inférieure en béton



## Outil pour la partie supérieure en gravier



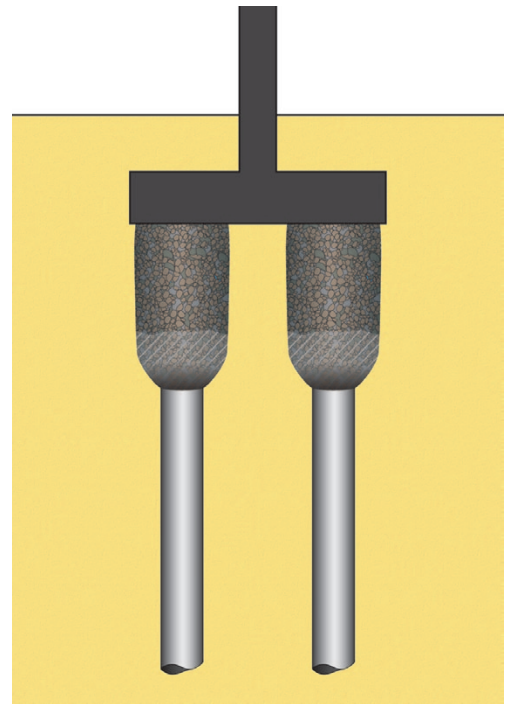
Outil pour la partie rigide

## Domaine d'application

En augmentant la capacité portante du sol et en réduisant sa compressibilité, la Colonne à Module Mixte CMM® permet l'économie de pieux et de planchers portés.

Ce renforcement de sol trouve une application dans tous les domaines de la construction (bâtiments de logements, industriels et commerciaux, ouvrages génie civil, remblais routiers et ferroviaires, plateformes portuaires).

Le domaine d'application du procédé s'étend à l'ensemble des sols, y compris aux remblais et aux sols fortement organiques présents en profondeur au-delà de la partie supérieure en gravier.



Application

## Colonnes à Module Mixte CMM® sous massifs de fondations

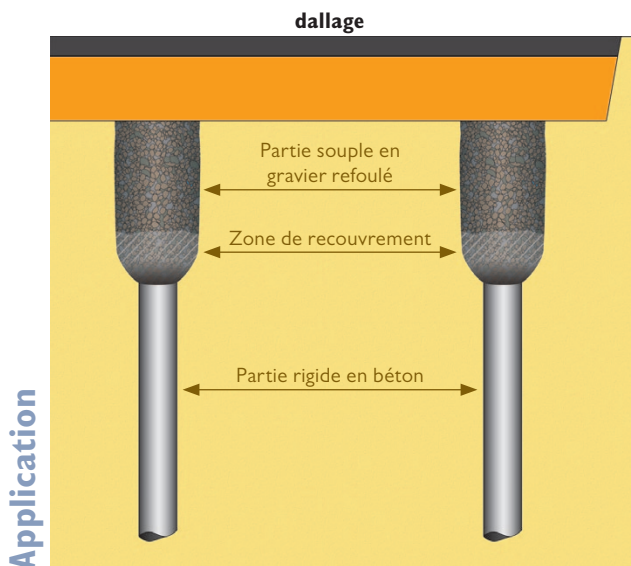
Le renforcement par Colonnes à Module Mixte CMM® permet d'augmenter la capacité portante du sol, en général jusqu'à 0,2 à 0,3 MPa ELS. Aucun recépage n'est à prévoir, et la semelle ou le radier sont coulés directement sur les colonnes.

La forte résistance au cisaillement de la tête en gravier de la CMM® permet de reprendre les efforts horizontaux et les moments. En zone sismique, la partie supérieure en gravier permet de jouer le rôle de rotule plastique, de manière à pouvoir dissocier les effets inertiels des effets cinématiques. Le dimensionnement des semelles superficielles filantes ou isolées se fait de manière conventionnelle.

## Avantages du procédé

Les CMM<sup>®</sup> associent les avantages de chaque procédé et en évitent les inconvénients. Par exemple, dans le cas d'une amélioration de sol par inclusions rigides, on a souvent l'obligation d'armer la partie haute afin de reprendre par cisaillement les sollicitations horizontales liées au vent et parfois aux séismes. Les massifs reposant sur plusieurs inclusions rigides doivent également être recépés, comme dans le cas de massifs sur pieux. Pour les dallages sur sol amélioré par inclusions rigides, l'obtention de moments fléchissants compatibles suppose bien souvent soit l'application d'un matelas de répartition de forte épaisseur, soit la mise en œuvre d'une double nappe d'armatures.

Tous ces inconvénients sont évités grâce à la réalisation de la partie supérieure en gravier refoulé de la CMM<sup>®</sup> (couramment de longueur 1,50 à 2,00 m). En phase chantier, le risque de cisaillement accidentel de la tête de la colonne, dû à la circulation d'engins ou au creusement de tranchées, est supprimé avec la CMM<sup>®</sup>. Aucune précaution particulière n'est à envisager pour les traitements aux liants : la tête en gravier est malaxée sans aucune difficulté avec le sol et le liant.

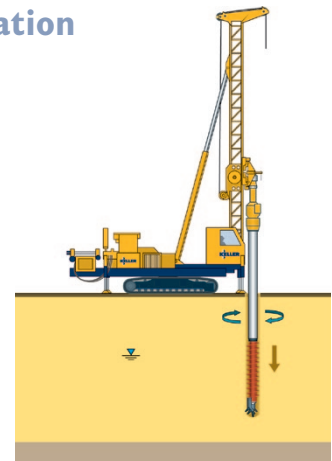


## Colonnes à Module Mixte CMM<sup>®</sup> sous dallage

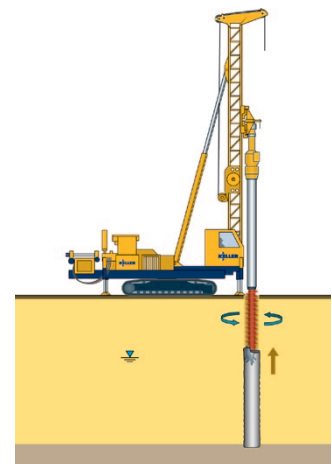
En supprimant l'effet point dur de l'inclusion rigide par la tête en gravier de la CMM<sup>®</sup>, le dallage peut être dimensionné de manière classique selon le DTU 13.3 Dallages, à partir des sollicitations définies par son utilisateur (charges uniformément réparties, ponctuelles, dynamiques) et d'un module de sol amélioré homogénéisé  $E_s$ .

## Principe de réalisation

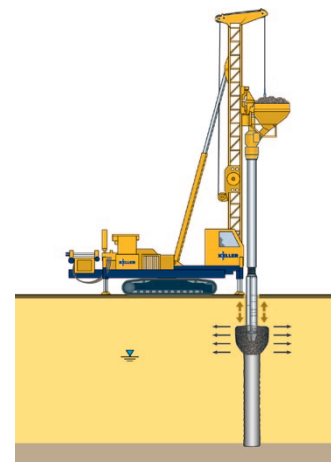
**1**  
**Descente de l'outil :**  
Forage en petit diamètre, généralement avec un outil à refoulement, jusqu'à la cote de dimensionnement.



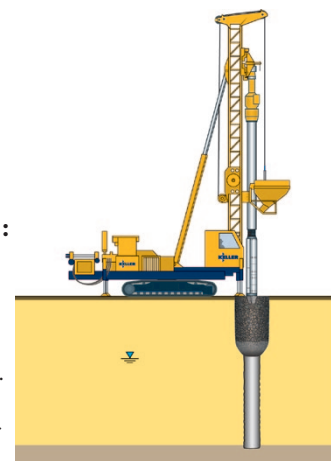
**2**  
**Partie inférieure rigide :**  
Incorporation d'un béton (ou éventuellement d'un mortier ou coulis) par l'âme centrale de l'outil et arrêt du remplissage à la cote voulue.



**3**  
**Zone de recouvrement :**  
Un vibreur à sas, sur lequel est exercée une poussée en pointe ou activation, est descendu dans le béton frais sur 50 cm.



**4**  
**Partie supérieure souple :**  
Le vibreur est légèrement remonté pour incorporer le gravier, puis redescendu pour expandre le matériau en place latéralement dans le sol. La partie supérieure en gravier est exécutée ainsi, par passes successives.



## **Keller Fondations Spéciales SAS**

### **Siège Social**

2 rue Denis Papin - CS 69224 Duttlenheim  
67129 Molsheim Cedex

Tél. 03 88 59 92 00 · Fax 03 88 59 95 90

e-mail : [direction@keller-france.com](mailto:direction@keller-france.com)

**[www.keller-france.com](http://www.keller-france.com)**

### **Agence de Strasbourg**

Tél. 03 90 29 77 77

e-mail : [strasbourg@keller-france.com](mailto:strasbourg@keller-france.com)

### **Agence de Metz**

Tél. 03 87 51 30 31

e-mail : [metz@keller-france.com](mailto:metz@keller-france.com)

### **Agence de Lille**

Tél. 03 20 17 72 33

e-mail : [lille@keller-france.com](mailto:lille@keller-france.com)

### **Agence de Paris**

Tél. 01 41 73 33 33

e-mail : [paris@keller-france.com](mailto:paris@keller-france.com)

### **Agence d'Aix/Marseille**

Tél. 04 42 24 40 41

e-mail : [aix@keller-france.com](mailto:aix@keller-france.com)

### **Agence de Lyon**

Tél. 04 72 37 94 20

e-mail : [lyon@keller-france.com](mailto:lyon@keller-france.com)

### **Agence de Toulouse**

Tél. 05 61 14 11 72

e-mail : [toulouse@keller-france.com](mailto:toulouse@keller-france.com)

*Présent également aux Antilles, en Algérie,  
au Maroc et en Tunisie*

### **Division Export**

Tél. 03 88 59 92 12

e-mail : [export@keller-france.com](mailto:export@keller-france.com)

### **Suisse**

#### **Keller-MTS SA**

Avenue de la Gare 58 · Case postale 663  
1920 Martigny

Tél. +41 27 722 65 85 · Fax +41 27 722 37 90

e-mail : [info@keller-mts.ch](mailto:info@keller-mts.ch)

**[www.keller-mts.ch](http://www.keller-mts.ch)**



Une société de Keller Group plc