



Bouchons injectés

En coulis injecté ou en jet grouting, les bouchons étanches permettent la réalisation de terrassements sous la nappe

Solutions dans les domaines des fondations spéciales
pour le secteur de la construction

Applications

Les bouchons injectés sont utilisés sur les projets nécessitant des excavations sous nappes, dans les cas où un simple pompage est inapproprié du fait de l'hydrogéologie du site ou de l'environnement immédiat (débit trop important pour les réseaux, tassement prévisible des avoisinants, taxe de rejet trop importante).

Les bouchons injectés sont associés à des parois elles-mêmes peu perméables, dans le but de réaliser une "boîte" complète avec un faible débit, sécurisé et indépendant des aléas du sol en fond de fouille.

Cette approche permet ainsi de faire des économies substantielles sur la taxe de rejet des eaux dans les réseaux publics, voire de rendre le projet viable techniquement quand le simple pompage est impossible.

Dimensionnement

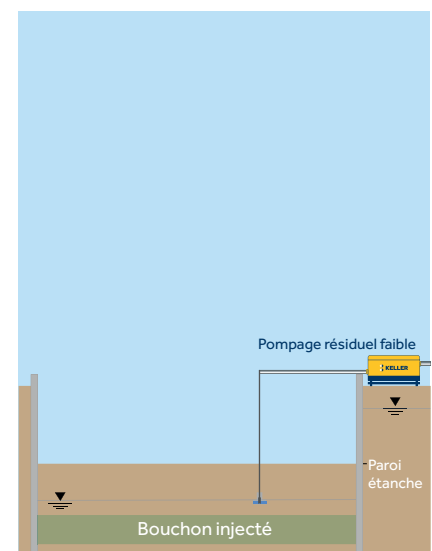
Les bouchons injectés sont dimensionnés suivant la norme NF P 94-282 ou l'Eurocode 7. Le bas de l'horizon étanche est dimensionné de manière à ce que l'ensemble du poids du bouchon et du sol au-dessus résiste à la poussée de l'eau, appliquant ainsi le théorème d'Archimède.

D'autres approches hydrogéologiques sont possibles, dans le même but de résister aux pressions hydrostatiques et ainsi éviter un débordage en fond de fouille.

Réalisation

Deux approches globales sont possibles :

- Un bouchon injecté par perméation des sols en place. Ces injections sont réalisées suivant une méthode répandue, consistant en la mise en place de tubes à manchette suivie de l'injection d'un coulis, ou suivant une méthode propre à Keller résultant de nombreuses années d'expérience et d'optimisation.
- Un bouchon ou "radier" en colonnes de jet grouting sécantes. Le bouchon en jet ayant une résistance mécanique intrinsèque, il peut être ancré grâce à des micropieux et ainsi être situé à une cote supérieure à la simple cote d'équilibre.



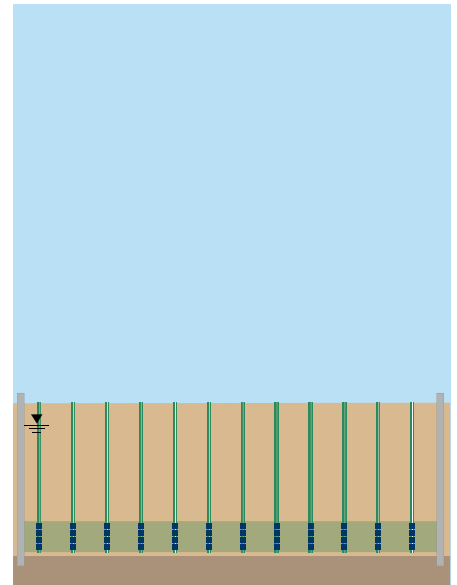
Avantages techniques

1. Les bouchons épais avec injection de ciment par passes

Le phasage est le suivant :

- Forage en petite perforation suivant une maille peu serrée (classiquement 3 à 6 m²).
- Mise en place de tubes à manchettes descendus à la profondeur désirée, associée à un coulis de gaine.
- Injection sous pression d'un coulis pouvant être composé de bentonite-ciment, de micro-ciment ou de silicates, suivant les terrains et la perméabilité recherchée.

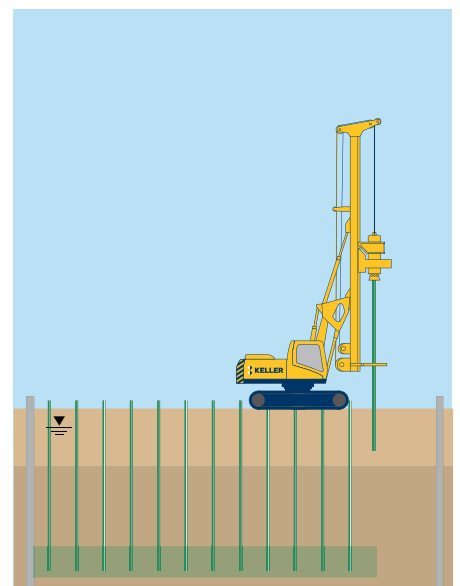
L'injection est réalisée suivant un phasage primaire-secondaire où l'on recherche la mise en pression. L'épaisseur du bouchon injecté est importante (3 à 4 m) pour compenser la maille peu serrée des points d'injection et multiplier par exemple les chances d'intercepter les fractures de sols rocheux altérés ou karstiques.



2. Les bouchons mixtes ciment/gels de silicate

Le phasage est le suivant :

- Préparation des canules.
Chaque point de battage permet de mettre en place 2 à 4 canules, donc 2 à 4 points d'injection à une profondeur définie.
- Les canules sont ensuite mises en place aux profondeurs déterminées par vibrofonçage d'un tube de petit diamètre contenant les canules. La cadence élevée de mise en place (50 à 100 unités/jour) permet de réaliser une maille serrée (1,5 à 3 m²/point).
- Les canules sont noyées dans un coulis de gaine.
- Injection sous pression de ciment et de gel de silicate aux profondeurs déterminées, jusqu'à saturation du sol. La maille très resserrée et l'utilisation du gel de silicate permettent de limiter l'épaisseur à une épaisseur courante d'un mètre, voire deux mètres dans les géologies peu favorables.
- Le gel de silicate n'est composé que de produits minéraux et répond donc à l'ensemble des recommandations de l'AFTES.



3. Les bouchons en colonnes de jet grouting sécantés

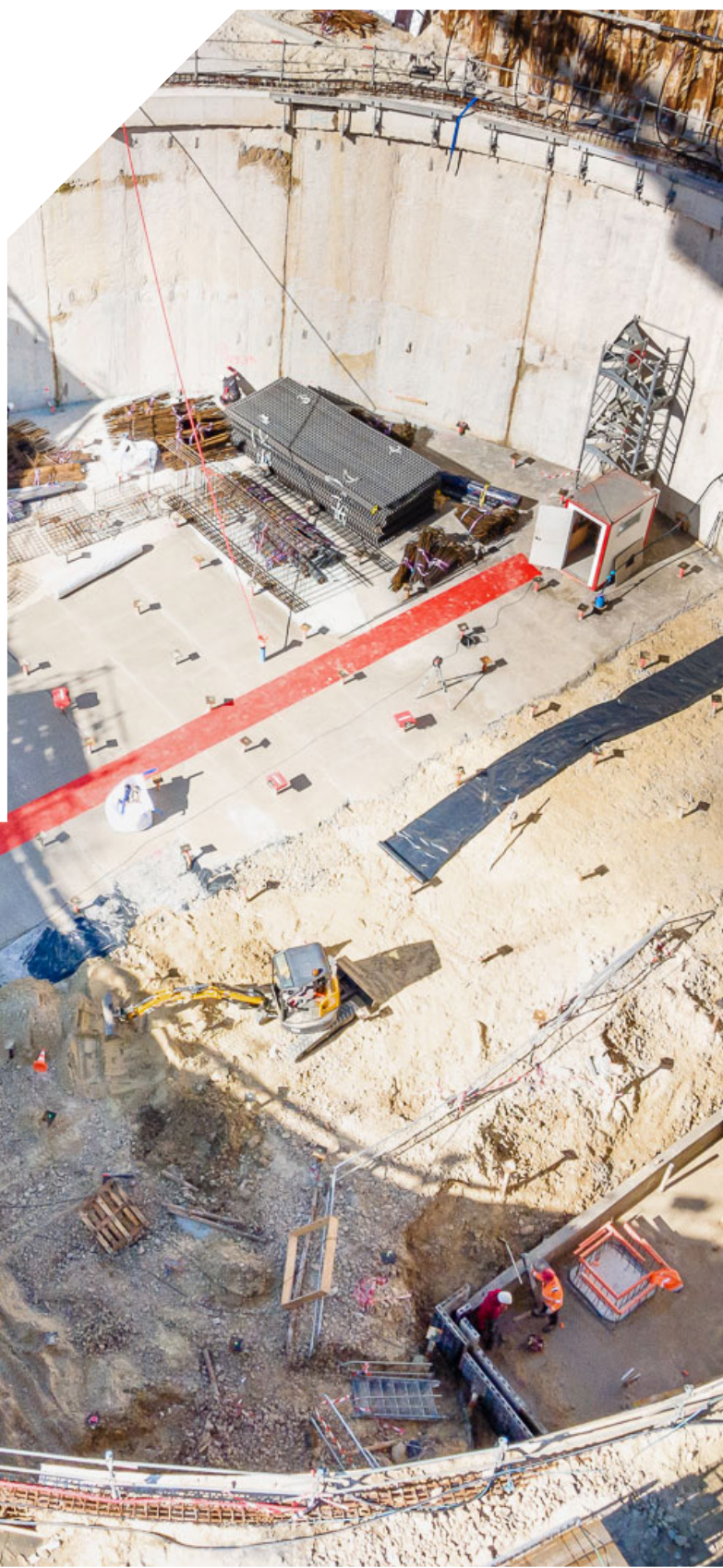
Le but est de réaliser un bouchon constitué de colonnes de jet grouting sécantés entre elles.

Cette technique a connu un grand développement grâce aux procédés de jet permettant des colonnes de grand diamètre, comme le Superjet (3 à 5 m de diamètre), et aux mesures systématiques de déviation, permettant de connaître précisément les positions des colonnes.

Les colonnes de jet grouting peuvent être réalisées suivant un phasage primaire-secondaire, les colonnes secondaires venant fermer les jours laissés par les colonnes primaires.

La technique de bouchon en jet est souvent associée à des soutènements en jet, par exemple lors de fouilles sous nappe dans des bâtiments existants.

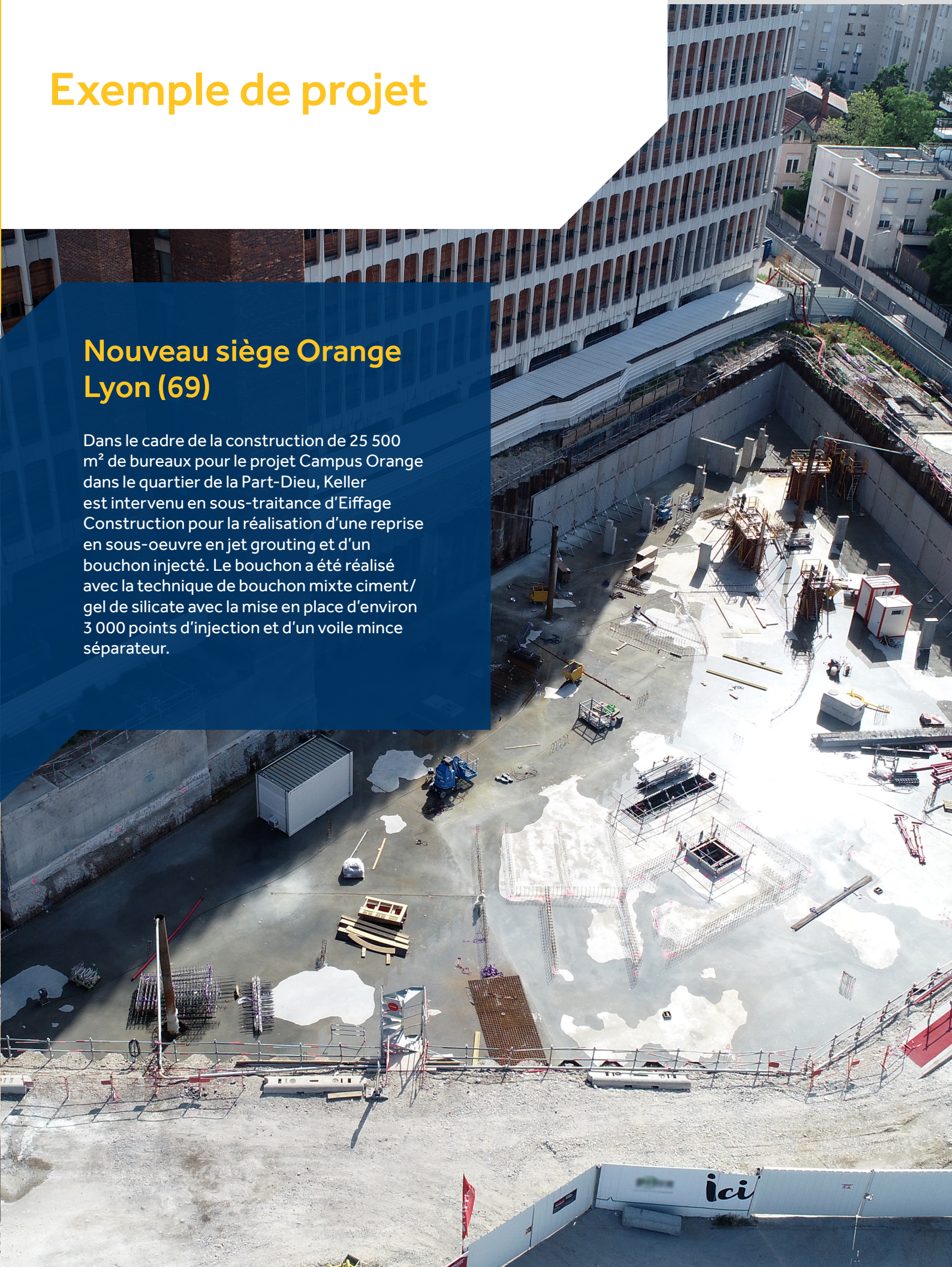
Le bouchon en jet a une résistance mécanique. Il peut être ancré par l'intermédiaire de micropieux. Ainsi, il est placé à une cote plus proche du fond de fouille, ceci permet également l'optimisation de la fiche des parois périphériques.



Exemple de projet

Nouveau siège Orange Lyon (69)

Dans le cadre de la construction de 25 500 m² de bureaux pour le projet Campus Orange dans le quartier de la Part-Dieu, Keller est intervenu en sous-traitance d'Eiffage Construction pour la réalisation d'une reprise en sous-œuvre en jet grouting et d'un bouchon injecté. Le bouchon a été réalisé avec la technique de bouchon mixte ciment/gel de silicate avec la mise en place d'environ 3 000 points d'injection et d'un voile mince séparateur.

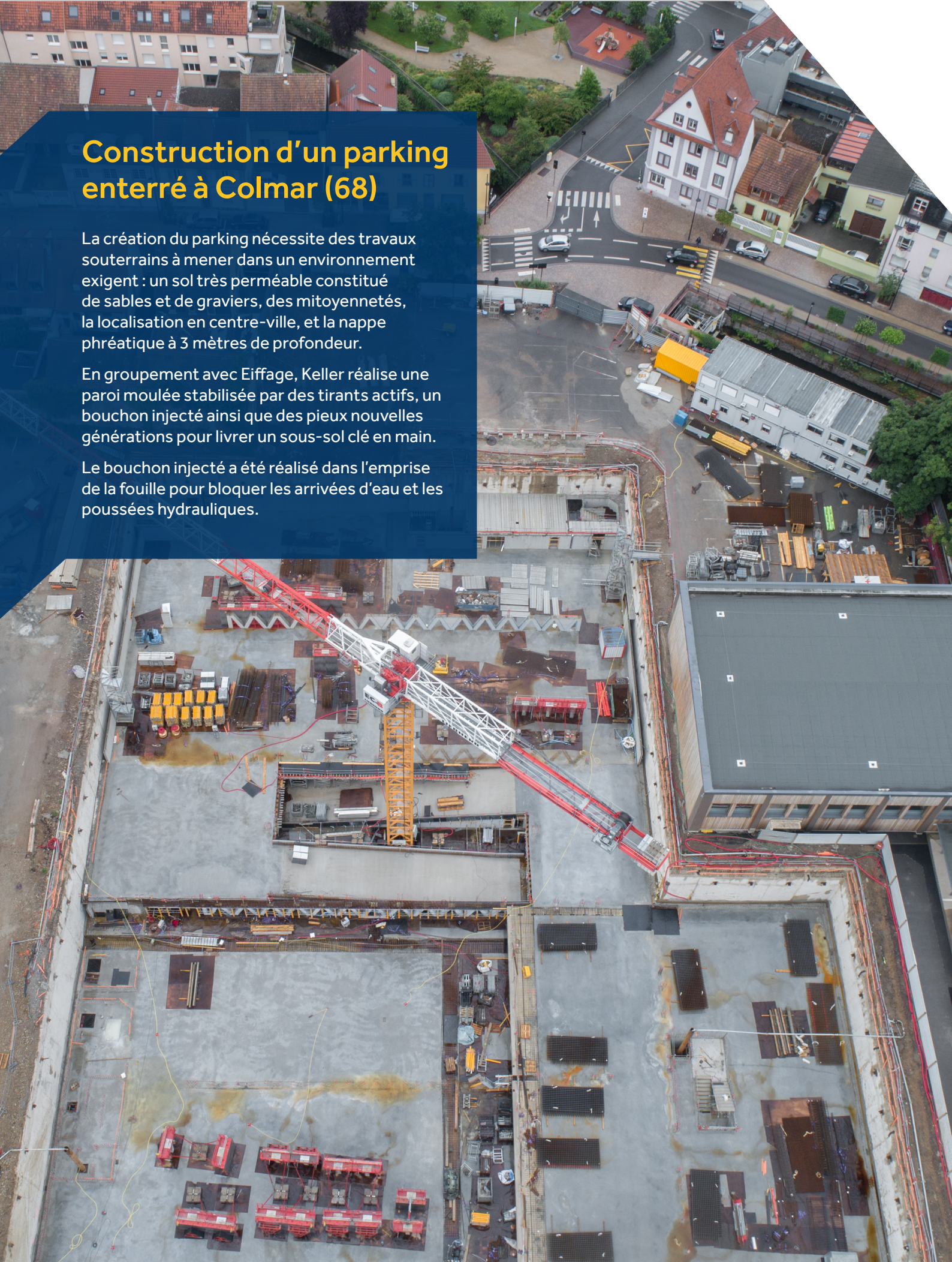


Construction d'un parking enterré à Colmar (68)

La création du parking nécessite des travaux souterrains à mener dans un environnement exigeant : un sol très perméable constitué de sables et de graviers, des mitoyennetés, la localisation en centre-ville, et la nappe phréatique à 3 mètres de profondeur.

En groupement avec Eiffage, Keller réalise une paroi moulée stabilisée par des tirants actifs, un bouchon injecté ainsi que des pieux nouvelles générations pour livrer un sous-sol clé en main.

Le bouchon injecté a été réalisé dans l'emprise de la fouille pour bloquer les arrivées d'eau et les poussées hydrauliques.



Exemples de projets

Construction de deux bassins pour la STEP Lagrua La Teste-de-Buch (33)

Notre ingénierie a proposé la réalisation d'une paroi moulée circulaire associée à un bouchon injecté pour d'une part soutenir les terres et d'autre part garantir un débit résiduel maximal de 50-100 m³/h dans les bassins lors des travaux de génie civil. Le bouchon provisoire d'une épaisseur de 1.5 m est composé des deux couches, une par du coulis de bentonite-ciment et la seconde avec du gel de silicate. Le niveau d'assise de ce bouchon correspond au pied de paroi afin de constituer une « boîte étanche ».

Les canules d'injections sont mises en place par vibrofonçage d'un tube monté sur une foreuse ABI TM22.

La sous-pression définitive est reprise par un maillage d'ancrages de 25-30 m de profondeur qui a été mis en place avant le bouchon pour respecter les objectifs de débits résiduels dans la fouille.



Nouvelle Station d'épuration de Gazeran (78)

Dans le cadre de la construction de la nouvelle Station d'Épuration de Gazeran (78) réalisée pour le compte du Syndicat Intercommunal de la Région de Rambouillet, Keller est intervenue sur le projet en sous-traitance du groupement dirigé par Eiffage.

Les travaux confiés à Keller consistent en la réalisation d'une paroi moulée et d'un bouchon étanche pour un bassin d'orage circulaire de 36 m de diamètre, de pieux tarière creuse pour les bassins SBR et d'inclusions rigides sous les fondations du futur bâtiment administratif.

Au niveau hydrogéologique, la nappe en phase chantier est située 2 m sous la plateforme de travail et le niveau des Hautes Eaux dépasse le niveau +0,00 de l'ouvrage. Cette situation particulière, et la présence de terrains très perméables a conduit à devoir réaliser un bouchon relativement étanche sous le radier du bassin d'orage afin de faire passer le débit d'exhaure d'environ 400 m³/h à moins de 50 m³/h. Ce bouchon sera réalisé à la base de la paroi moulée à l'aide de colonnes sécantes en jet grouting de 2,8 m de diamètre, et sera retenu en phase provisoire par l'intermédiaire de micropieux, de 175 mm de diamètre, ancrés à 32,5 m de profondeur.

Spécialiste des solutions géotechniques

www.keller-france.com

Une société de
Keller Group plc

