

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 2 (1936)

**Artikel:** Consolidation, par injections, de sols de fondations sableux et graveleux

**Autor:** Bachi, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-3128>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## VIII 10

# Consolidation, par injections, de sols de fondations sableux et graveleux.

Verfestigung von sandigem und kiesigem Baugrund durch Injektionen.

The Consolidation of Sand and Gravel Foundations by Injections.

P. Bachi,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Kremlin-Bicêtre (Seine).

Les sables et graviers sont souvent considérés comme des terrains de fondations médiocres en raison de leur instabilité et de leur tendance à l'affouillement.

Depuis quelques années, les spécialistes d'injection se sont occupés d'améliorer les qualités des sols et des résultats remarquables ont déjà été obtenus.

Ces résultats sont naturellement d'autant meilleurs qu'il s'agit de graviers et non de sables, et que la composition granulométrique du gravier se rapproche davantage de la composition granulométrique optimum des agrégats du béton.

Pratiquement, la composition granulométrique d'un béton n'est jamais la composition théorique la meilleure, car il faut bien tenir compte des matériaux disponibles. Et très souvent surtout quand il s'agit de faire un gros béton de fondation, on se servira simplement d'un matériau tout venant dragué par exemple dans le lit d'une rivière.

S'il s'agit justement d'un pont sur cette rivière, pourquoi, pour fonder les piles, ouvrir une fouille, draguer les matériaux, les faire passer dans une bétonnière pour les remettre dans la fouille, à l'état de béton: celui-ci pourra se faire en place, en injectant le ciment. L'économie sera considérable et le béton techniquement meilleur; la pénétration du ciment dans les vides de l'agrégat est d'autant meilleure que cette pénétration se fait à une pression plus élevée.

On peut affirmer que chaque fois qu'un matériau a une granulométrie telle qu'il peut donner, tout venant, un béton acceptable, il donnera, restant en place, un béton meilleur, par injection de ciment sous pression.

Certains praticiens contestent cette affirmation: de fait certains essais ont été décevants. C'est parce qu'ils ont été faits avec une technique insuffisante.

---

La condition primordiale du succès est d'opérer dans un volume ceinturé. Autrement le ciment cherchera toujours les cheminements de moindre résistance et n'imprègne pas d'une façon homogène les agrégats à bétonner.

Ce ceinturage peut avantageusement être fait par un rideau de palplanches, chaque fois que le battage en est possible. Dans le cas contraire, il peut être fait, moins précis, mais suffisant quand même par injections. Tout autour du volume de terrain à bétonner, on injecte à très faible pression la périphérie de ce volume par des forages très rapprochés, et on crée ainsi une sorte de batardeau qui remplace, pratiquement, sans lacune appréciable, le ceinturage de palplanche. La réalisation de ce batardeau entraîne sans doute certaines déperditions de ciment: l'exemple que nous allons citer, pris cependant dans un cas difficile prouve que ces déperditions sont relativement peu importantes et en tous cas, non prohibitives du procédé.

L'exemple que nous nous permettons de citer s'applique en effet non pas à un matériau graveleux formant un agrégat de sable et de gravier, mais à un sable avec prépondérance de grains très fins. Voici sommairement, comment se présentait le problème.

La route nationale de Paris à Barcelone traverse à Elne, dans le Département Français des Pyrénées-Orientales, un petit fleuve à régime torrentiel, le Tech. Le pont en maçonnerie qui date d'environ 150 ans, comprend quelques piles en rivière. Celles-ci reposaient sur une fondation en béton de chaux, reposant elle-même sur d'anciens pilotis. De fait, béton et pilotis avaient pratiquement disparus, et les malheureuses piles ne s'appuyaient pratiquement plus que sur le sable essentiellement affouillable, formant le lit de la rivière.

Entre le 14 et la 21 Novembre 1932, une crue violente et persistante du Tech affouilla de façon dangereuse les fondations des piles 2 et 3.

Pour la pile N° 2 les tourbillons avaient creusé sous le bec aval une cavité de 3 mètres de profondeur dans laquelle s'étaient accumulés les limons et les boues. Il en était résulté un affaissement vertical de la pile provoquant la fracture de la voûte qui la reliait à la pile N° 1.

La pile N° 3, au contraire, avait été déchaussée à son avant bec amont sur une profondeur de 4 mètres dans le sens vertical et des matériaux divers furent retrouvés jusqu'à 1,50 m sous la pile même.

Un affaissement très sensible de cette pile s'ensuivit plus important vers l'amont que vers l'aval et ce renversement accompagné d'un léger glissement de la pile toute entière vers l'aval provoqua la dislocation des deux voûtes prenant appui sur elles.

Diverses méthodes pour la remise en état du Pont d'Elne furent étudiées et celle à laquelle on s'arrêta comme étant la plus pratique et la plus économique, fut celle de la reprise par injection de ciment sous pression.

---

Il est sans intérêt pour des constructeurs métalliques de savoir comment fut réparé le tablier en maçonnerie.

Sans rentrer dans le détail, nous dirons donc simplement que la reprise des fondations des deux piles qui s'étaient affaissées fut opérée en deux phases différentes:

1° Exécution autour de chaque pile et à 2,50 m environ de leur paroi extrême, d'un ceinturage réalisé par une ligne de forages verticaux suffisamment rapprochés, injectés à faible pression d'un coulis de ciment artificiel, dosé d'une

façon générale à une partie de ciment pour une partie d'eau; ce ceinturage n'aurait pu être fait par palplanches, à cause de l'impossibilité de les battre en raison de la présence du Pont.

2<sup>o</sup> A l'intérieur du cuvelage ainsi réalisé et sous la pile elle-même injection de ciment à forte pression. On n'avait évidemment pas la prétention de transformer les sables sous-jacents en béton et même en mortier, mais on voulait les imprégner de ciment pour en augmenter la résistance à la compression et pour réduire leur facilité à l'érosion.

Le succès fut complet, puisque depuis trois ans que les travaux sont terminés l'ouvrage est resté parfaitement stable malgré de nouvelles crues.

---

Si les graviers et même beaucoup de sables sont pénétrables au ciment pour donner dans tous les cas, à moins qu'ils ne contiennent des matières étrangères, des bétons ou des matières de plus ou moins bonne qualité, il n'en est pas de même de certains sables particulièrement fins.

Aussi, pour ceux-ci, les praticiens d'injections se sont-ils préoccupés depuis quelques années de trouver autre chose, et par des procédés de silicatisation ils ont réussi à « pétrifier » des sables boulants.

En ce qui nous concerne nous avons fait des études et des essais de laboratoire extrêmement poussés, en particulier sur les sables Yprésiens qui constituent le sous-sol de Bruxelles, et nous avons parfaitement réussi à les agglomérer au point de transformer en bonnes fondations ce matériau inconsistant, terreur des architectes bruxellois.

Comme autre exemple de silicatisation de sables fins, nous citerons les travaux que nous avons actuellement en cours dans les fondations des piles du Pont de Neuilly sur la Seine, aux environs de Paris.

---

Pour conclure, nous demanderons au constructeur de ne pas rejeter à priori comme inacceptable un sous-sol de fondation graveleux et même sableux. Avant d'entreprendre des travaux très onéreux tels que: abaissement de nappes d'eau, congélation, caissons à air comprimé et même fonçage de pieux, qu'il demande au sondage et au laboratoire si son terrain n'est pas susceptible d'injection. Et le plus souvent l'injection sera la solution économique, la solution du bon sens, car d'une façon générale la nature a bien fait les choses, et demande simplement, dans certains cas, à être renforcée. Les injections ne font pas des choses sensationnelles: elles se contentent d'améliorer plus ou moins sensiblement les qualités d'un terrain de fondation, et, le plus souvent, c'est suffisant.