



© WIKIPEDIA

COMBLEMENT DE CAVITÉS TROGLODYTIQUES SOUS L'ÉCOLE SAINT-JOSEPH, À CONFLANS- SAINTE-HONORINE

AUTEUR : NICOLE BENZ-COLLANGE, INGENIEUR TRAVAUX, SOLETANCHE BACHY FRANCE

PERCHÉE SUR LES HAUTEURS DE CONFLANS-SAINTE-HONORINE, L'ÉCOLE SAINT-JOSEPH EST SOUS-MINÉE PAR DEUX NIVEAUX DE CAVITÉS TROGLODYTIQUES CREUSÉES À MÊME LE CALCAIRE GROSSIER DÈS LE MOYEN ÂGE ET ENCORE EN PARTIE UTILISÉES DE NOS JOURS. UN DIAGNOSTIC, MENÉ DANS LE CADRE DU PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES MOUVEMENT DE TERRAIN (PPRMT), A PERMIS DE METTRE EN ÉVIDENCE DES CAVES EN MAUVAIS ÉTAT, NÉCESSITANT D'ÊTRE COMBLÉES EN PRIORITÉ POUR GARANTIR LA SÉCURITÉ DE L'ÉCOLE. UNE PREMIÈRE PHASE DE TRAVAUX A DONC ÉTÉ MENÉE LORS DE L'ÉTÉ 2015.

DIAGNOSTIC ET ZONES CIBLÉES

Au travers d'une campagne d'inspections visuelles des caves accessibles, complétée par des sondages de reconnaissances, l'accent a été mis, pour ces premiers travaux de mise en sécurité, sur :

- Le comblement de trois caves, situées directement sous l'école, visitables, mais accessibles uniquement en traversant des habitations privées ;
- Le comblement d'une cave comprenant deux niveaux, partiellement remblayée, mais encore accessible, se trouvant à la fois sous l'école et sous le domaine public ;
- Des sondages de reconnaissances complémentaires au droit de cavités sous-jacentes supposées ou non accessibles, réalisés depuis les salles de classe, préalablement à leur comblement.

UN PLANNING IMPOSÉ

Ces travaux nécessitaient une intervention avec des machines de forage depuis les classes, les couloirs et les cours de l'école ; de ce fait, l'intervention de Soletanche Bachy France n'a été possible qu'à la fin de l'année scolaire, le 6 juillet 2015.

1- Le centre historique, avec, du premier au dernier plan : la tour Montjoie, l'école Saint-Joseph et l'église Saint-Maclou.
 2- Protection des salles de l'école.
 3- Mur en pierres sèches.
 4- Reconnais- sance de la cave principale par les pompiers de la ville.

1- The historic centre, with, from the foreground to the background: Montjoie tower, Saint-Joseph school and Saint-Maclou church.
 2- Protection of the school rooms.
 3- Dry stone wall.
 4- Reconnaissance of the main cellar by the town's fire fighters.



2 © PHOTO THÉQUE SOLETANCHE-BACHY FRANCE

Pour permettre des opérations de réfection des sols et le réaménagement du mobilier avant la rentrée de septembre, les travaux de comblement et de remise en état devaient être achevés le 14 août au plus tard,

soit une fenêtre de tir de 6 semaines seulement. Afin de tenir ces délais, des moyens renforcés, ainsi qu'une organisation particulière, ont été mis en place.

UN SITE EXIGU

L'école Saint-Joseph, installée sur d'anciennes constructions médiévales dominant la vallée de la Seine, n'était accessible que par la rue de la Tour, une voie non carrossable desservant la Tour Montjoie (XI^e siècle) encore visible (figure 1). Il en allait de même pour les rues menant aux deux niveaux de caves à combler, qui ne pouvaient être empruntées qu'à pied.

Le seul espace extérieur accessible par voie routière était le parking de la place de l'Église.

Celui-ci n'offrant pas la superficie nécessaire pour y installer une centrale de fabrication de mortier et son stock de ciment et de sablon, c'est l'option du mortier livré prêt-à-l'emploi qui a été retenue pour les 1 000 m³ d'injection estimés.

À l'intérieur de l'école, les accès pour les machines de forage se sont avérés tout aussi compliqués.

En effet, en raison de la configuration atypique de l'école, aucun espace ne se situait au même niveau et certaines salles offraient moins de deux mètres sous plafond.



3 © PHOTO THÉQUE SOLETANCHE-BACHY FRANCE



4



5



6



7

© PHOTO THÉO SOLTANICHE-BACHY FRANCE

TRAVAUX PRÉPARATOIRES INSTALLATION SOIGNÉE DANS L'ÉCOLE

Trois journées complètes ont été nécessaires à l'installation du matériel sur la place de l'Église, à la protection intégrale des salles de classe (figure 2), à la création de rampes d'accès dans les escaliers de l'école et à la protection, voire au démontage, de certaines portes pour le passage des machines.

IMPLANTATION ET CAROTTAGES

C'est un maillage 3 m x 3 m qui a été préconisé par la maîtrise d'œuvre pour les forages d'injection. Les points d'impact des forages ont été implantés sur site en tenant compte des obstacles présents dans les sous-sols de l'école, comme la chaufferie ou d'anciennes salles techniques désaffectées et parfois inconnues. Une partie des forages était à réaliser depuis l'intérieur du réfectoire de l'école, situé sur un vide sanitaire à préserver et non visitable. Une implantation minutieuse des forages a été effectuée entre les poutres du plancher, repérées préalablement par une inspection à la caméra, avant la réalisation de carottages et leur chemisage par un tube PVC destiné à canaliser le mortier de comblement.

5- Forage depuis le couloir d'accès au réfectoire.

6- Forage débouchant dans une cave visitable.

7- Forage dans l'atelier de l'école, avec ventilation renforcée.

8- Forage de barrage dans l'étroite rue de la Tour.

5- Drilling from the canteen access corridor.

6- Drilling, coming out into a man-entry cellar.

7- Drilling in the school's workshop, with enhanced ventilation.

8- Drilling a barrier in a narrow street, rue de la Tour.



8

© PHOTO THÉO SOLTANICHE-BACHY FRANCE



© PHOTO THÉQUE SOLETANCHE-BACHY FRANCE

TRAVAUX DE MAÇONNERIE

Pour chaque cave accessible et à combler, un ou plusieurs murages de séparation ont été réalisés. Ceux-ci ont permis de séparer, sur la base d'un bornage préalablement défini, les parcelles situées directement sous l'école à sécuriser, et les parties privées appartenant aux riverains qui devaient être maintenues en l'état.

La plus grande des caves, s'étendant sur deux niveaux, a été abandonnée après avoir été partiellement remblayée, puis murée. L'accès d'origine au niveau inférieur était donc particulièrement dangereux, car rempli de gravats.

Pour des raisons de sécurité, un accès direct depuis la rue a été créé lors des travaux préparatoires. Les zones de travaux dans l'école et en souterrain ont été reconnues par les pompiers de la ville, lors d'une visite préventive (figure 4).

Une exploration poussée de la cave principale a également permis de mettre en évidence un mur de séparation en pierres sèches, long de 17 m et quasiment à l'aplomb de l'école (figure 3). Celui-ci a donc été conforté et étanché avant tout travail d'injection, afin d'éviter son effondrement et la propagation du mortier vers le domaine public.

Les accès aux caves étant indépendants de l'école et au vu de l'enjeu du respect des délais, les travaux de maçonnerie ont été anticipés et initiés

9- Centrale d'injection et installations de chantier devant l'école Saint-Joseph.
10- Murage d'une cave équipé d'évents.

9- Grouting plant and site facilities before Saint-Joseph school.

10- Walling of a cellar provided with vents.

dès la fin du mois de juin, avant les vacances scolaires. Les cheminements piétons autour de l'école ont été maintenus pendant cette période.

TRAVAUX DE COMblement FORAGE ET RECONNAISSANCES COMPLÉMENTAIRES

Pour s'affranchir des nuisances qu'aurait causées la mise en place de conduites d'injection chez les riverains et pour garantir un traitement complet de la zone d'intervention, l'ensemble des injections a été effectué par le biais de forages réalisés depuis l'intérieur de l'école (figure 5).

Les forages ont donc été implantés selon un maillage 3 m x 3 m.

Comme les cavités recherchées ont été creusées directement à flanc de colline, dans le calcaire grossier, les forages ont été réalisés de l'extérieur vers l'intérieur de l'école. Ainsi, si la pleine masse de calcaire était rencontrée sur deux forages successifs, autrement dit si la cavité avait été dépassée, la ligne de forage était alors abandonnée, en accord avec la maîtrise d'œuvre. En cas de rencontre de vide franc à la perforation, une inspection télévisuelle a été systématiquement menée au droit des cavités non accessibles. Ce mode opératoire a permis de mettre en évidence des salles vides non répertoriées directement sous l'école (figure 6). Chaque forage a ensuite été équipé de tubes lisses et crépinés, destinés à conduire le mortier de comblement jusqu'aux caves à remplir.

L'espace disponible dans l'école étant particulièrement restreint, ce sont quatre foreuses de très petit gabarit, de type Beretta T21 et T46 et TEC Futuro, qui ont été utilisées. Pour le travail en environnement confiné, des mesures spécifiques ont été mises en œuvre, comme l'emploi d'une foreuse électrique ou la mise en place de dispositifs de ventilation renforcée, doublés de systèmes de détection de gaz (figure 7). En complément des forages dédiés à l'injection et de manière à limiter le cheminement du mortier hors des zones spécifiées, des forages de barrages en limite ont aussi été réalisés depuis l'extérieur (figure 8). Initialement, leur remplissage était prévu en grave-ciment, mais, comme ces forages n'ont pas présenté de vides francs importants, la création de barrages a été réalisée en y injectant, par petites quantités successives, du mortier de comblement. Pour mener à bien les opérations de forage dans le délai imparti, les équipes ont travaillé en deux postes sur les trois foreuses évoluant à l'intérieur de l'école.

INJECTIONS

Le comblement a été réalisé en employant du mortier prêt à l'emploi, livré en toupie et déversé dans le malaxeur de grande contenance (5 m³) de la centrale d'injection installée sur la place (figure 9). Un ensemble de pompes à pistons et de flexibles d'injection permettait d'injecter gravitairement le produit dans les cavités, via les forages. Pour garantir l'approvisionnement en mortier selon les cadences de comblement visées, le chantier a dû faire appel à plusieurs fournisseurs et unités de fabrication.

© PHOTO THÉQUE SOLETANCHE-BACHY FRANCE



Afin de ne pas exercer une poussée trop importante sur les murs en maçonnerie existants ou préalablement réalisés dans le cadre des travaux, l'injection n'a pas été effectuée en continu, mais au moins en trois fois.

La montée du mortier de comblement était régulièrement surveillée, soit visuellement par des événements laissés dans les murages (figure 10), soit par des forages voisins à l'aide de la caméra d'auscultation.

Au total, ce sont près de 900 m³ de mortier de comblement qui ont été injectés dans les cavités sous-minant l'école.

Après un délai permettant la prise et la décantation du mortier, des injections de clavage sous faible pression ont été réalisées, également avec du produit prêt-à-l'emploi (figure 11).

Pour l'ensemble des opérations de forage et d'injection, une surveillance constante a été mise en place pour les habitations riveraines des rues adjacentes, mais aussi en contrebas.

En effet, malgré les efforts mis en œuvre pour la réalisation de murages et de barrages visant à confiner le mortier, il n'était pas exclu que celui-ci emprunte d'éventuelles fractures présentes dans la masse de calcaire et cause des dégâts aux avoisinants.

RENDU ET CONTRÔLES

À la fin des opérations de comblement et de clavage, les protections des salles de classes ont été retirées afin de procéder à la remise en état de l'école. Pour les pièces fréquentées par les enfants, et conformément au souhait de la maîtrise d'ouvrage, Soletanche Bachy France a fait appel à une entreprise de nettoyage spécialisée.

Conformément aux préconisations de l'Inspection Générale des Carrières, une



© PHOTO THÈQUE SOLETANCHE-BACHY FRANCE

11- Injection de mortier prêt à l'emploi.

11- Injection of ready-to-use mortar.

campagne de sondages de contrôle a été réalisée lors des vacances de la Toussaint 2015 et a permis de valider la qualité des travaux d'injection réalisés. L'école a pu rouvrir comme prévu en septembre 2015 pour accueillir sans encombre ses 400 élèves de maternelle et de primaire pour la nouvelle année scolaire. □

LES CHIFFRES

154 forages pour un linéaire total de 2053 m forés
869 m³ de mortier de comblement prêt à l'emploi
34 m³ de mortier de clavage prêt à l'emploi

LES INTERVENANTS

MAÎTRE D'OUVRAGE : Ogec Saint-Joseph
ASSISTANT MAÎTRISE D'OUVRAGE : Mgb Cpc
MAÎTRE D'ŒUVRE : Fugro Geoconsulting
ENTREPRISE : Soletanche Bachy France

ABSTRACT

FILLING TROGLODYTIC CAVITIES UNDER SAINT-JOSEPH SCHOOL IN CONFLANS-SAINTE-HONORINE

NICOLE BENZ-COLLANGE, SOLETANCHE BACHY

Saint-Joseph school, located on the heights of Conflans-Sainte-Honorine, is undermined by two levels of troglodyte cavities, dug out of the rough limestone as early as the Middle Ages. While some of them are well preserved and still used today, others are in poor condition and must be filled to ensure the school's safety. So Soletanche Bachy France worked in a six-week time slot during the summer shutdown in 2015 to carry out, from inside the classrooms, a campaign for drilling and filling all the detected cavities with ready-to-use mortar. An essential project requirement was that the works be completed before the post-holiday resumption. Access management proved to be the main constraint of the project. □

RELLENO DE CAVIDADES TROGLODÍTICAS DEBAJO DE LA ESCUELA SAINT-JOSEPH, EN CONFLANS-SAINTE-HONORINE

NICOLE BENZ-COLLANGE, SOLETANCHE BACHY

Debajo de la escuela Saint-Joseph, situada en la zona alta de Conflans-Sainte-Honorine, discurren dos niveles de cavidades troglodíticas perforadas en la propia caliza gruesa durante la Edad Media. Aunque algunas están bien conservadas y todavía se actualizan hoy en día, otras están en mal estado y deben ser rellenadas para garantizar la seguridad de la Escuela. Así, Soletanche Bachy France intervino durante un período de 6 semanas durante el cierre estival de 2015 para realizar, desde el interior de las aulas, una campaña de perforación y relleno con mortero de obra del conjunto de cavidades halladas. El plazo era un factor clave de las obras a causa del inicio del nuevo curso escolar. La gestión de los accesos resultó ser la principal dificultad de la obra. □