

Restauration d'une chapelle à Uccle, Bruxelles

Autor(en): **Hilde, Jean-Louis / Jauniaux, André**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE reports = Rapports AIPC = IVBH Berichte**

Band (Jahr): **70 (1993)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-53353>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Restauration d'une chapelle à Uccle, Bruxelles

Instandsetzung einer Kapelle in Uccle, Brüssel

Rehabilitation of a Chapel in Uccle, Brussels

Jean-Louis HILDE

Ingénieur Civil
Bureau de Contrôle SECO
Bruxelles, Belgique



J.-L. Hilde, né en 1948, obtient son diplôme d'ingénieur civil des constructions en 1971 à l'Université de Liège et rejoint le bureau SECO où il s'occupe principalement du contrôle de la construction de ponts et de grands ouvrages hydrauliques, comme l'ascenseur de Strépy-Thieu.

André JAUNIAUX

Ingénieur Civil
SIETCO SA
Bruxelles, Belgique



A. Janiaux, né en 1949, obtient son diplôme d'ingénieur civil des constructions à l'Université Libre de Bruxelles, en 1972. Il s'occupe des problèmes de constructions souterraines impliquant principalement des procédés spéciaux d'exécution. Actuellement, il est consulté pour d'importants projets d'assainissement.

RÉSUMÉ

La chapelle Notre-Dame du Bon-Secours est un petit édifice du XII^{ème} siècle ayant subi de nombreux désordres liés à la mauvaise qualité de sa fondation superficielle. L'article détaille surtout la conception et la construction des nouvelles fondations profondes réalisées malgré l'exigüité des lieux et les faibles dimensions des pièces de la structure. Il décrit également les solutions adoptées pour le transfert des charges vers la nouvelle infrastructure.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Kapelle ist ein Bauwerk aus dem XII. Jahrhundert, welches durch die schlechte Qualität seiner Flachgründung zahlreiche Schäden erlitten hat. Dieser Artikel beschreibt die Planung und die Ausführung der neuen tieferen Fundamente, welche trotz des geringen zur Verfügung stehenden Raumes und der kleinen Abmessungen der Bauteile ausgeführt worden sind. Der Artikel beschreibt ebenfalls die gewählten Lösungen, um die Lasten auf die neuen Bauteile abzutragen.

SUMMARY

The chapel is a XII century small building affected by important defects due to the poor quality of the foundations. The paper details the conception and building operations of the new deep foundations in spite of the cramped conditions and the small dimensions of the structural elements. The chosen solutions to transfer the loads onto the new substructure are described.



1. L'EDIFICE

Le chapelle est un édifice de style roman bâti sur un plan rectangulaire de 17 m x 12 m.

Sa construction daterait du XII ième siècle mais le choeur a été reconstruit en 1412.

La première restauration remonte à 1693, la seconde date de 1932.

Le monument est classé depuis 1938.

Le corps principal du bâtiment se compose de trois nefs parallèles de 11,65 m de long séparées par deux rangées de quatre colonnes distantes de 3,50 m.

Les portées intérieures sont respectivement de 1,93 m, 4,20 m et 1,93 m.

La nef centrale est prolongée sur une longueur de 5,60m pour le choeur que jouxte la sacristie carrée de 4,50 m de côté.

La structure de la chapelle fondée directement sur le sol se compose des murs périphériques en maçonnerie de pierres blanches de 0,45 m d'épaisseur et de deux files de colonnes en pierre bleue de 0,45 m de diamètre.

Les colonnes supportent des arcs de forme elliptique également en pierre blanche surmontés par les maçonneries de briques de terre cuite sur lesquelles s'appuient les toitures.

Les plafonds sont constitués d'un revêtement de plâtre apposé sur un lattis accroché à la charpente en bois de la toiture.

La toiture de la nef centrale présente deux versants inclinés à 60°. Elle est prolongée par un clocheton octogonal au-dessus du choeur.

Les toitures des nefs latérales présentent un seul versant à 45°.

Toutes les toitures sont constituées de charpentes en bois recouvertes d'ardoises.

La figure 1 montre l'ensemble de l'édifice.

2. LES DESORDRES

La chapelle est située à front de la rue de Stalle à Uccle. Cette importante voie de pénétration qui relie la sortie de l'autoroute Paris-Bruxelles au centre de la ville, est empruntée chaque jour par des dizaines de milliers de voitures et de camions.

Cette circulation intense et divers travaux de voirie et d'égouttage exécutés à proximité immédiate du bâtiment ont largement contribué à l'aggravation des désordres qui affectent l'édifice depuis longtemps.

Avant la restauration de 1990-1991, des crevasses importantes affectaient les structures en pierre et en brique. Elles trouvent leur origine dans les tassements différentiels importants subis par les éléments structuraux fondés sur un sol de piètre qualité et gorgé d'eau.

Les restaurations précédentes n'ont donné aucun résultat durable car elles n'ont jamais remédié au défaut de fondation.

Un vaste projet de modification des voiries avoisinantes est à l'origine de la réhabilitation complète de la chapelle en commençant par la création d'une nouvelle fondation.

3. LE SOL

Une campagne d'essais géotechniques préliminaires a permis de cerner les causes des désordres et d'orienter le choix du mode de renforcement de l'infrastructure.

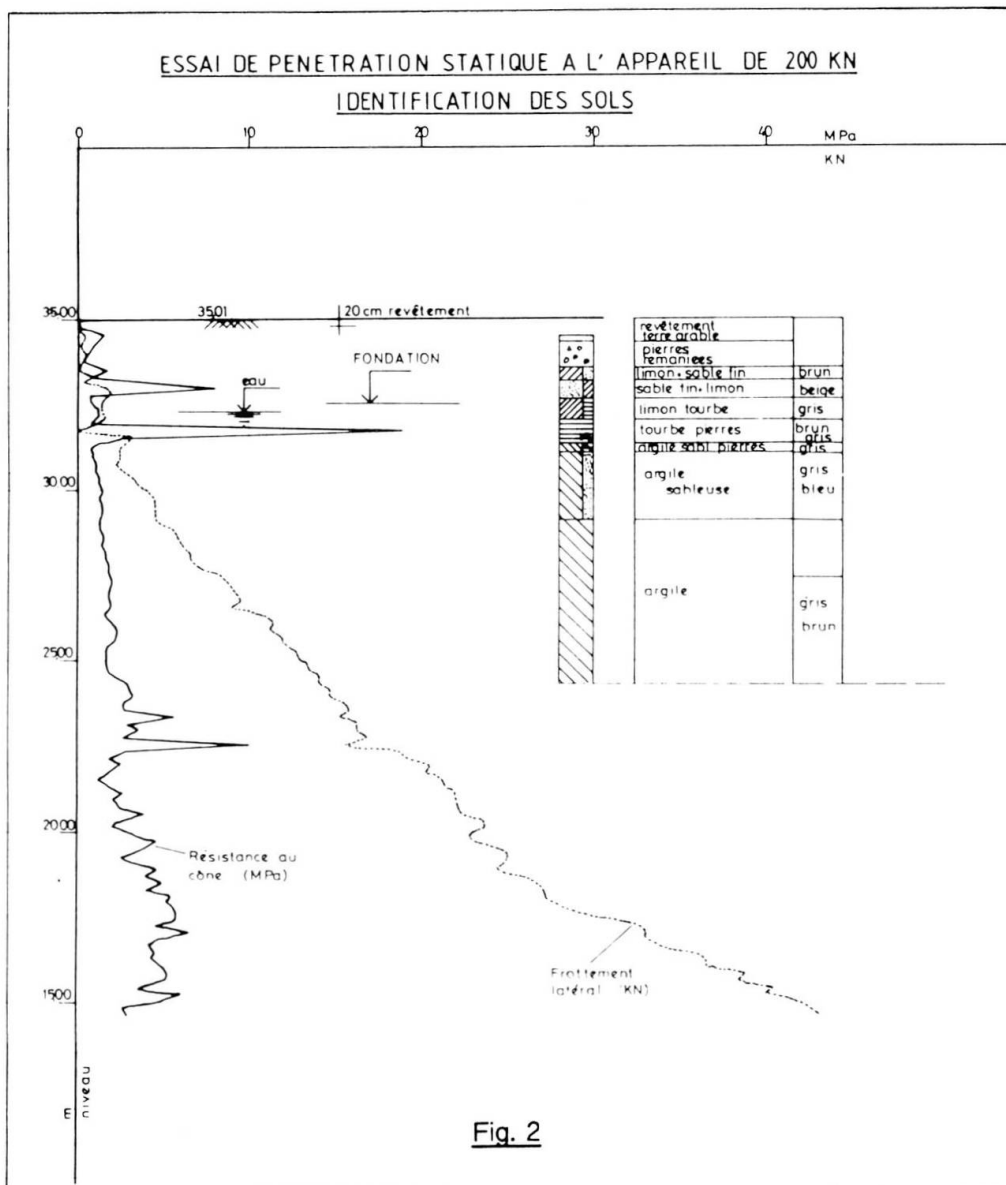
Deux essais de pénétration statique (CPT - 200 kN) ont mis en évidence un sol de très mauvaise qualité sur les 7 premiers mètres sous les massifs de fondation existants (résistance à la pointe $C_{kd} < 2$ MPa) et la présence sur les 5 m suivants d'une couche d'argile dont le C_{kd} dépasse un peu 3 MPa et dont le frottement s'accroît rapidement.



Fig. 1 - Vue de la Chapelle

LES INTERVENANTS

- Maître de l'ouvrage : Administration des Routes de Bruxelles Capitale
- Ingénieur-Conseil : SIETCO S.A.
- Entrepreneur Général : WEGEBO S.A.
- Sous-traitants : FRT S.A.
SMET BORING S.A.
LABOREX BVBA
- Contrôle technique : Bureau SECO S.C.





Ces résultats ont été confirmés par deux forages carottés avec prise d'échantillons remaniés et non remaniés sur lesquels ont été effectuées les analyses de laboratoire habituelles (granulométrie, limites d'Atterberg, poids volumique, teneur en eau, indice des vides, degré de saturation) ainsi que 34 essais oedométriques pour déterminer les courbes contraintes-déformations et le coefficient de perméabilité à différents niveaux du sous-sol.

L'examen visuel des échantillons a également révélé la présence de passes tourbeuses dans les 3 premiers mètres sous la base du bâtiment.

Le niveau de la nappe aquifère se situe à environ 2 m de profondeur soit immédiatement sous la base des murs.

La figure 2 reprend les résultats d'un essai de pénétration ainsi que la succession des premières couches de sol identifiées lors du forage voisin.

4. LA NOUVELLE FONDATION

Les résultats des essais géotechniques ont clairement montré l'inadéquation de la fondation directe et la nécessité de créer une nouvelle infrastructure pour le bâtiment en reportant les charges sur une couche de sol convenable au moyen de fondations profondes.

La réalisation de celles-ci ne devait cependant entraîner aucune aggravation des désordres existants, ce qui interdisait l'utilisation de machines lourdes et génératrices de vibrations.

En outre une partie des pieux devait être exécutée à l'intérieur du bâtiment dont les faibles dimensions des baies et l'exiguïté des espaces intérieurs interdisaient l'accès à des engins encombrants.

Plusieurs solutions pouvaient répondre à ces sujétions.

Les solutions de reprises en sous-oeuvre ont rapidement été abandonnées vu le niveau élevé de la nappe phréatique et les risques d'accentuer les désordres par un terrassement sous les fondations existantes.

En fait le choix s'est porté sur la réalisation de micropieux.

Habituellement les micropieux sont forés directement au travers des massifs de fondations à stabiliser avec une légère inclinaison sur la verticale et ce de façon alternée pour équilibrer les efforts horizontaux. C'est le contact pieux-structure qui permet la transmission des efforts.

Dans le cas de la chapelle, les dimensions des massifs de fondation n'étaient pas suffisantes pour permettre le passage convenable des efforts et plus particulièrement les composantes horizontales ne pouvaient être correctement équilibrées sans la construction de poutres de chaînage de part et d'autre des murs.

En outre le forage en biais vis-à-vis des lits de maçonnerie sur toute la hauteur du massif d'appui risquait d'accroître les désordres.

Ces considérations ont conduit au choix de la réalisation de micropieux verticaux avec créations de structures en béton armé pour permettre le transfert des charges.

Cette solution présentait en outre l'avantage de ne devoir travailler à la structure qu'après la réalisation complète des pieux c'est-à-dire après amélioration du sol à proximité des fondations existantes

5. LES MICROPIEUX

En fonction de la localisation et de l'intensité des charges à reprendre, l'ingénieur-conseil a prévu des pieux de 50 et 90 kN de capacité portante.

Les pieux présentaient un diamètre de 0,15 m et une barre d'armature centrale de type GEWI.

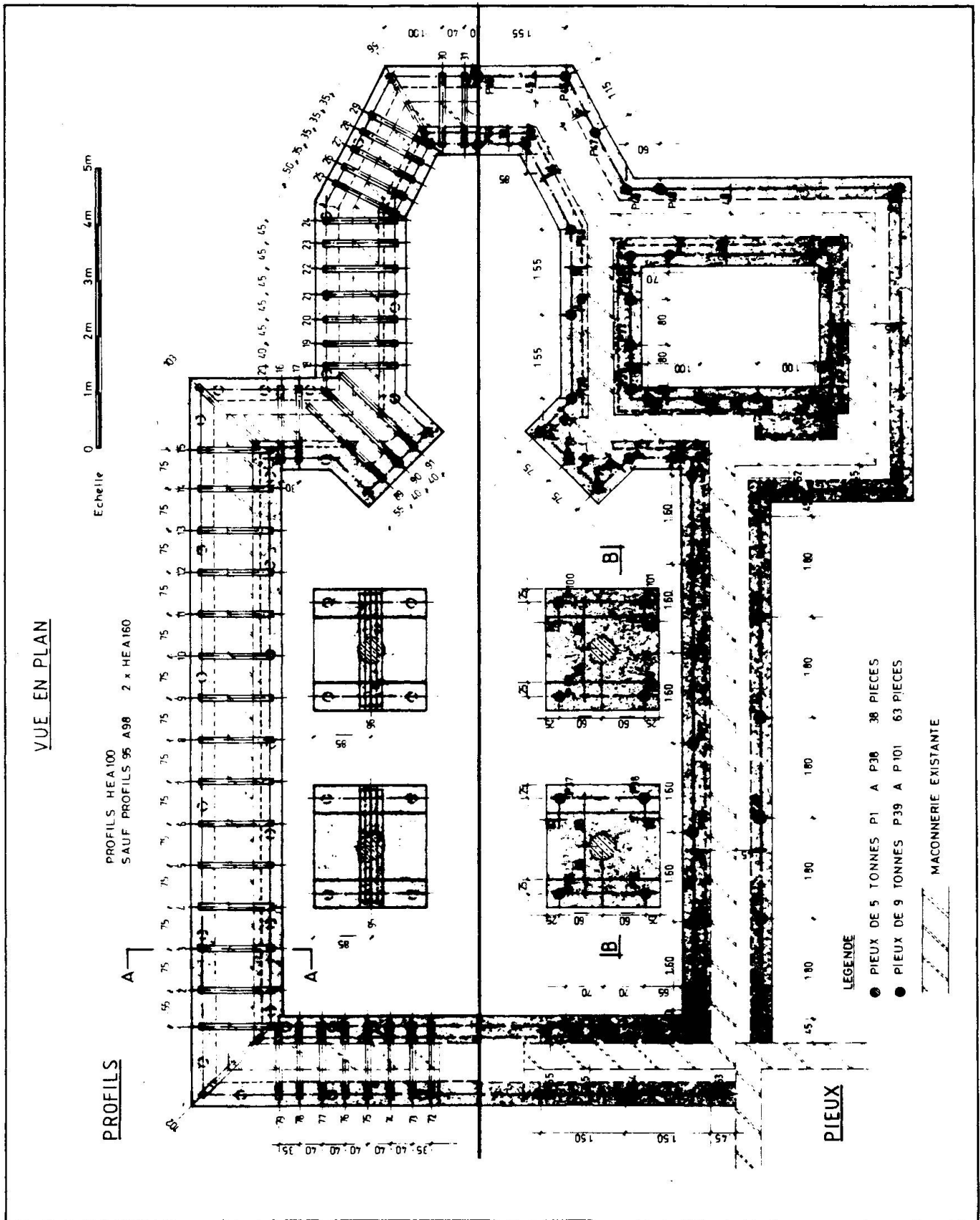


Fig. 3



Ils se distinguaient par la longueur et le diamètre de l'armature ; ainsi pour 50 kN une longueur de 13 m et une barre de 22 mm de diamètre et pour 90 kN une longueur de 18 m et une barre de 25 mm.

Le mode de réalisation prévu, basé sur les résultats des essais de sol, comportait plusieurs phases.

Le forage d'abord à sec sur une profondeur de 3,50 m pour placer un fourreau métallique destiné à protéger les couches contenant des passes tourbeuses était poursuivi par lançage.

Le bétonnage au moyen d'un microbeton mis en place par un tube plongeur suivait le placement de la barre d'armature composée de tronçons de 3 m de long assemblés par des manchons.

Afin de contrôler la capacité portante et l'enfoncement des pieux sous charge de service, un essai préalable de mise en charge a été effectué sur quatre pieux d'essais réalisés dans le terrain voisin à 5 m de la chapelle.

Les deux premiers pieux de 18 m (1) et de 13 m (2) ont été bétonnés gravitairement, les deux autres de 18 m (3) et 13 m (4) ont été bétonnés sous pression.

La charge d'essais des pieux de 18 m a été poussée jusqu'à 360 kN, celle des pieux de 13 m jusqu'à 325 kN.

La figure 4 montre les résultats de ces essais.

La comparaison des diagrammes effort-enfoncement mesurés a surpris en montrant que les pieux de 18 m se comportaient moins bien que les pieux de 13 m et que le bétonnage sous pression n'apportait aucune amélioration sensible des résultats.

Comme le pieu d'essai (2) présentait un enfoncement de 1,7 mm pour une charge de 90 kN et une sécurité vis-à-vis de la rupture supérieure à 3, le pieu de 13 m de long bétonné gravitairement a été retenu pour l'ensemble de la fondation.

6. LE TRANSFERT DES CHARGES

Après réalisation des pieux verticaux des deux côtés des murs périphériques et des murs intérieurs, des poutrelles métalliques HEA 100 ont été scellées au moyen de mortier sans retrait dans des trous forés parallèlement aux lits de maçonnerie au moyen d'outils à tête diamantée pour éviter les vibrations.

La figure 3 reprend les micropieux et les profils métalliques.

Des deux côtés des murs, des poutres en béton armé coiffant les têtes de pieux et enrobant les extrémités dépassantes des poutrelles ont permis le transfert des charges vers la nouvelle fondation (figure 5).

Le problème posé par les quatre colonnes centrales était plus délicat car leurs massifs de fondation étaient trop petits pour appliquer la même méthode.

Outre les pieux, il convenait de construire une nouvelle semelle et de transférer les charges des colonnes aux pieux sans provoquer de nouveaux désordres.

Le mode de réalisation retenu comportait plusieurs étapes.

Pour chaque colonne, le forage de quatre pieux a été suivi par l'exécution de deux poutres parallèles en béton armé coiffant chacune deux pieux.

Suivant les deux axes de séparation entre les nefs, des cintres métalliques destinés à reprendre les charges transmises aux colonnes par les arcs en pierre ont été montés en prenant appui sur les poutres en béton au droit des pieux.

La liaison entre les pièces métalliques et les arcs en pierre, a été réalisée par l'intermédiaire de vérins sous des plateaux horizontaux supportant les maçonneries de brique avec bourrage supérieur pour obtenir un contact continu.

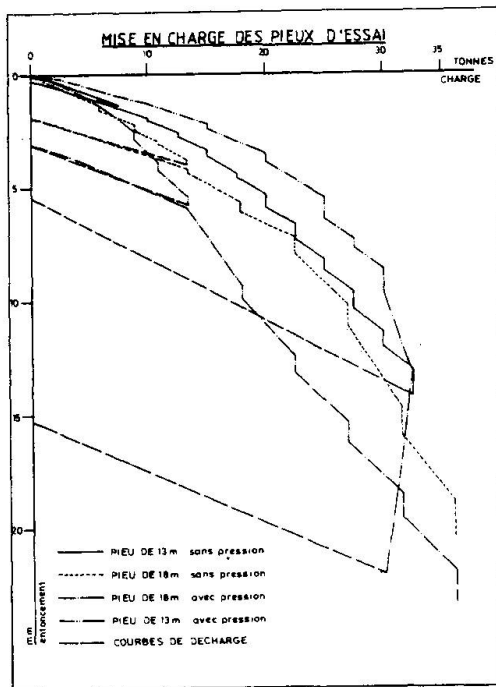


Fig. 4

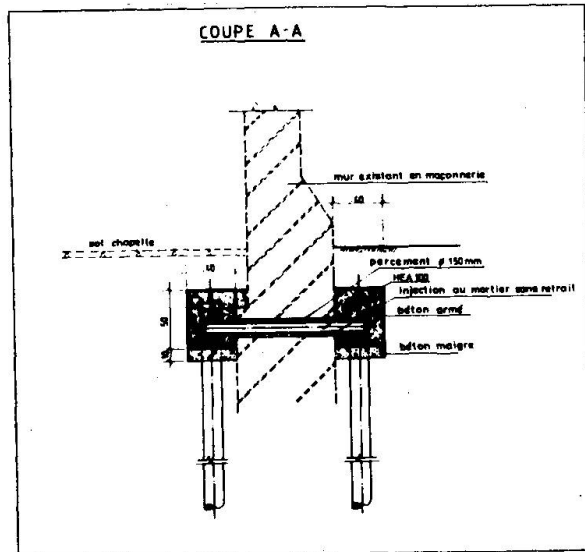


Fig. 5

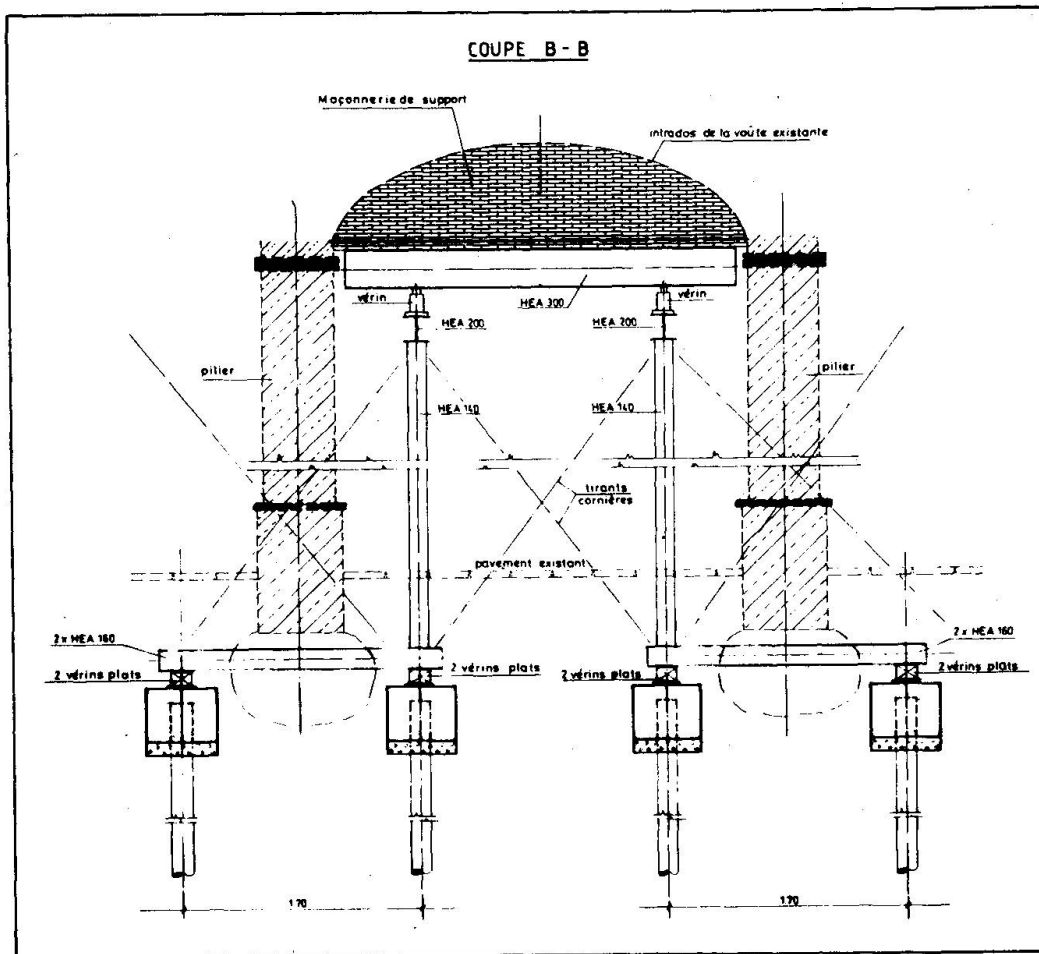


Fig. 6



La mise en pression des vérins correspondant à la charge théorique dans les colonnes a permis de décharger celles-ci et de contrebalancer les déformations élastiques de l'échafaudage et des pieux ainsi que les raccourcissements dus au fluage du sol sous ceux-ci.

Des carcans disposés autour des pieds des colonnes devaient empêcher toute dérive horizontale.

La figure 6 reprend l'ensemble des pièces de support provisoire.

La démolition délicate de la moitié du massif de fondation de chaque colonne a été directement suivie par la pose d'une poutrelle HEA 160 appuyée sur les poutres en béton par l'intermédiaire de deux vérins plats et bloquée contre la base de la colonne.

Une légère mise en pression des vérins a permis de reprendre les déformations élastiques du système d'appui et d'éviter le tassement ultérieur de la colonne lors de l'exécution des mêmes opérations pour l'autre moitié de sa fondation.

A ce moment toute la structure centrale de la chapelle reposait sur les cintres, les efforts introduits aux pieds des colonnes devaient seulement maintenir les pierres assemblées.

Le transfert des charges des cintres vers les colonnes a été effectué séparément pour chaque file de cintres par mise en charge simultanée au moyen d'une pompe manuelle des huit vérins disposés sous les poutrelles d'appuis des deux colonnes voisines.

Le vérinage effectué par palier avec vérification des mouvements des colonnes et des cintres au moyen des micromètres, a été poursuivi jusqu'au décollement entre les arcs et les maçonneries de remplissage.

L'échafaudage a été maintenu en place jusqu'à ce que les vérifications quotidiennes de la conservation de la pression dans les vérins aient montré que le fluage des nouvelles fondations était devenu négligeable.

A ce moment, les vérins ont été injectés au mortier, les cintres démontés et les poutrelles d'appui ainsi que les vérins ont été bétonnés dans une dalle de liaison entre les poutres en béton.

7. LA RESTAURATION

Après la création de la nouvelle fondation, les travaux de remise en état des structures ont commencé par un nettoyage complet des maçonneries en pierre et en brique. Toutes les crevasses ont été traitées d'abord en scellant des barres en acier inoxydable de part et d'autre des lèvres des fissures puis en injectant du mortier sans retrait pour boucher les ouvertures.

A l'extérieur, les joints des maçonneries en pierre ont été vidés et rejointoyés à neuf avant le siliconage des façades.

A l'intérieur toutes les maçonneries ont été restaurées avant la remise en état de la décoration.

8. LES CONCLUSIONS

La création de nouvelles fondations pour un petit édifice présente plusieurs problèmes particuliers liés aux faibles dimensions tant des pièces de structure que des aires disponibles pour l'exécution.

La conception et la réalisation des travaux doivent donc être menées avec toute la délicatesse voulue pour ne pas conduire à des dégâts irrémédiables.

Le recours à des moyens simples et facilement contrôlables est sans nul doute un gage de réussite.