Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 102 (1984)

Heft: 1/2

Artikel: Reprise en sous-œuvre par radier foncé

Autor: Ott, Jean-Conrad

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75395

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: 03.11.2025

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

Reprise en sous-œuvre par radier foncé

Par Jean-Conrad Ott, Genève

Il arrive assez souvent que l'on ait à envisager la réparation d'anciennes constructions qui présentent des désordres avec des déformations et des fissurations évolutives graves auxquelles on voudrait remédier de façon définitive. Nous allons décrire les raisons qui nous ont amené, il y a quelques années, à proposer une reprise en sous-œuvre par radier foncé d'une ancienne demeure et indiquer les moyens employés qui, pensons-nous, sortent encore des techniques courantes tout en respectant les exigences de stricte économie. Nous dirons enfin dans quelles conditions une telle méthode est plus particulièrement indiquée.

Diagnostic des causes de fissuration

La demeure que nous choisirons à titre d'exemple est une belle construction du début du siècle en pierre de Meillerie (fig. 1) avec d'épais murs en moellons. Elle est subdivisée en 2 corps de bâtiment disposés en équerre (fig. 2).

Depuis de nombreuses années (1947) le corps sud du bâtiment présentait des

désordres qui allaient en s'aggravant:

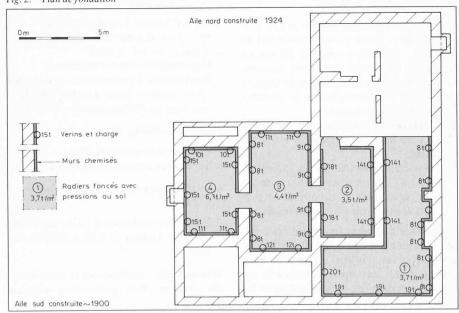
- fissuration des façades (fig. 3);
- fissuration des dallages sous les vérandas couvertes;
- écrasement des cloisons de refend;
- diminution de l'espace libre dans les caves, mise en évidence par le flambage des cloisons de séparation en lattes de bois (fig. 4).

Par contre le corps nord repris en sousœuvre déjà en 1952 ne présentait pas de désordres importants.



Fig. 1. Villa Champ-Brassus à Céligny

Fig. 2. Plan de fondation



Le diagnostic s'avérait assez difficile. Fallait-il mettre en cause:

- la qualité des murs?
- des effets thermiques?
- la structure des murs, des planchers?
- l'assise des fondations?
- les eaux souterraines du lac?

Une reconnaissance préliminaire s'imposait pour mieux connaître:

- la structure et la forme des fondations du corps sud;
- les caractéristiques du sol d'assise;
- le niveau piézométrique et ses variations.

On procéda alors à:

- des fouilles à l'intérieur des caves;
- de petits forages battus au mouton et



Fig. 3. Fissurations en façade du corps sud

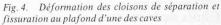




Tableau 1. Pressions effectives et pressions admissibles au sol

Largeur des murs de fondation [m]	1	0,7	0,7	0,7	0,7
Pression effective au sol [kg/cm²]	1,3	1,8	2,1	1,5	1,3
Pression de poinçonnement sur la base des essais géotechniques [kg/cm²]	1,4	1,4	1,4	2,8	1,4
Pression admissible sous murs selon Therzaghi avec sécurité 3 [kg/cm²]	3,9	0,52	0,5	1,0	0,48
Murs fissurés Refoulement observé	non	oui oui	oui oui	non	non

des prélèvements d'échantillons en dessous du plan d'eau;

- des fouilles pour dénuder le pied des murs qui apparurent dépourvus de semelles et reposant directement sur un limon argileux mou de notable épaisseur:
- au calcul des charges et des pressions effectives au sol sous les divers murs de fondations;
- à des essais au pénétromètre et au scissomètre «in situ» et sur carotte;
- un essai de compressibilité dans l'œdomètre.

On constata alors que les variations saisonnières dans les piézomètres étaient négligeables, mais que des filons aquifères se situaient à quelques décimètres en dessous des assises.

La comparaison entre les pressions admissibles au sol, calculées selon *Therzaghi*, et les pressions effectives calculées ressort du tableau 1.

Les causes des désordres dès lors apparurent clairement. Il s'agissait indiscutablement d'un poinçonnement du sol de fondation sous des charges trop fortes et inégales avec refoulement plastique du sol vers l'intérieur de certaines caves.

Choix de la méthode de reprise en sous-œuvre

Il convenait avant tout de diminuer la pression des fondations au sol de l'aile sud seule en cause et de ne pas toucher l'aile nord non fissurée, ni les fondations des parties allégées par les galeries extérieures non excavées.

Divers procédés furent envisagés:

- a) constitution de semelles élargies;
- b) report des charges en profondeur sur des pieux flottants;
- c) consolidation par injection.

Ces procédés présentaient, chacun à titre divers, de graves inconvénients:

 La création de semelles nécessitait de dégager le pourtour des murs par petites tranches, ce qui bouleversait le jardin ou surchargeait temporairement, de façon inadmissible les murs adjacents déjà instables. La base des semelles aurait presque correspondu au niveau des eaux souterraines. Leur portance s'en serait encore trouvée réduite. Des essais de cisaillement comparatifs sur sol sec ou humidifié en avaient apporté la confirmation.

 La création de pieux flottants foncés de part et d'autres des murs aurait nécessité la construction de poutres en chapeau transversales aux murs et des renforcements de ces derniers. De plus, les données des premiers forages laissaient présumer une grande épaisseur de terrain mou qu'il aurait fallu sonder en profondeur par de nouveaux forages avant de pouvoir prendre une décision.

A moins de bander les nouvelles fondations au moyen de coins ou de vérins, on s'exposait à aggraver encore les fissurations durant les travaux. Enfin ces travaux auraient dû être effectués en partie en dessous du plan d'eau dans une surprofondeur assez importante des caves et, par conséquant, avec un avancement ralenti.

 La qualité des sols argileux trop peu perméables ne se prêtait pas à l'injection.

Nous avons alors proposé de procéder selon la *méthode suivante*:

- Construction d'un radier armé, exécuté hors d'eau au niveau du sol de cave, c'est-à-dire environ 80 cm en dessus de l'assise des murs anciens, mais exécutés en 4 panneaux séparés (fig. 2) correspondant à la subdivision interne existante.
- Chemisage intérieur des murs de cave en béton armé lié aux murs anciens.
- 3) Mise en précontrainte du radier général au moyen d'une batterie de vérins travaillant tous couplés et prenant appui sur les murs chemisés.

Le système du radier foncé illustré schématiquement (fig. 5) travaille en quelque sorte comme un piston dans son cylindre. Les murs forment le cylindre, le radier figurant le piston, et les vérins étant le propulseur.

Détermination de la nouvelle répartition des charges au sol

Les critères suivants entrent en considération: la pression sous les murs ne doit pas dépasser la pression admissible au sol (selon tableau 1).

Une pression imposée sous radier, trop forte risque de soulever le bâtiment, conduit à un surdimensionnement du radier; trop faible, ne consolide pas suffisamment un terrain non chargé antérieurement. Le risque de tassements ultérieurs n'est pas éliminé dans des terrains argileux de faible perméabilité.

En définitive, nous avons admis de transférer 50% de la charge des murs sur le radier, ce qui conduisait à appliquer des pressions comprises entre 6,3 et 3,5 t/m² (voir figure 5). Elles ne peuvent pas être égales parce que l'on doit reprendre systématiquement les charges des murs de refend.

Exécution du radier foncé par vérins

Qualification de l'entreprise

L'adoption d'un tel système était étroitement liée à la possibilité de trouver une entreprise spécialisée disposée à prendre les risques d'une telle opération, possédant un personnel bien rôdé et l'équipement adéquat. Il en existait une à Nyon qui avait déjà exécuté le ripage de maisons entières habitées ainsi que le poussage de passages sous voie. Elle fut appelée à soumissionner. L'ensemble des travaux de renforcement des fondations lui fut adjugé.

Ordre de l'exécution

Travaux préparatoires

- Démolition de l'ancien dallage.
- Réfection des canalisations EP-EU.
- Réglage du sol de cave.
- Repiquage des murs intérieurs.
- Perforation d'empochement dans les murs anciens pour assurer une liaison avec les chemisages (voir fig. 5).

Dalles armées (fig. 2)

- Epaisseur au centre 0,30 m.
- Surépaisseur sur les bords: 0,40 m.

Chemisage des murs en béton armé (fig. 2 et 5)

Epaisseur uniforme 0,15 m avec chevilles de liaison Ø 0,22 à 0,30 m, armées.

Montage des canalisations et couplage des vérins au poste central de commande (fig. 7 et 8)

Les vérins ont été répartis par groupe de 3 requérant la même poussée. Ensuite chaque groupe a été relié à une des 13 sorties de la pompe centrale (fig. 8). La poussée sur 1 groupe était réglable depuis le tableau central.

Mise en charge du système (fig. 10)

Les poussées ont été appliquées par paliers successifs simultanément sur tous les vérins selon la cadence suivante:

40% puis 70% des poussées nominales indiquées fig. 5. Ensuite 100% dans la partie centrale du bâtiment.

14 avril 1975

Constaté pertes de poussée par suite enfoncement progressif du radier. Poussées rétablies à 70% et 100% dans la partie centrale.

Encore des pertes de poussée. Poussées rétablies à 120% et 130% dans la partie centrale.

21 avril 1975

Les pertes de poussée en 5 jours ne sont plus que les 10% de la pousée fixée. Il est décidé de claver le joint entre murs et radier.

Contrôle des déformations (au 1/100 mm)

- 10 comparateurs ont été placés sur le joint au pied des murs de cave pour observer comment il s'ouvre (voir fig. 6).

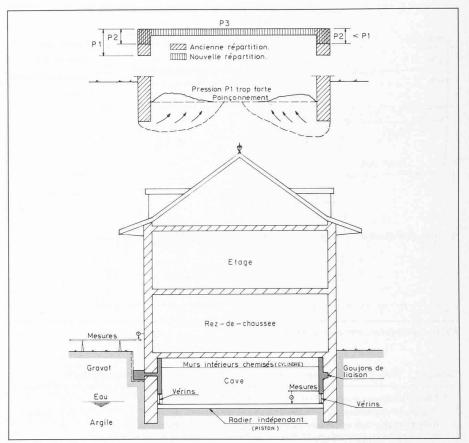
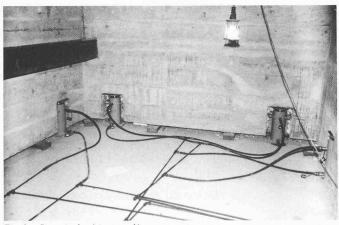


Fig. 5. Schéma illustrant le procédé de reprise en sous-œuvre par radier général foncé



Batterie de vérins couplés

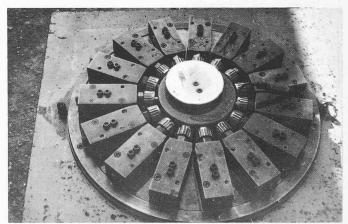
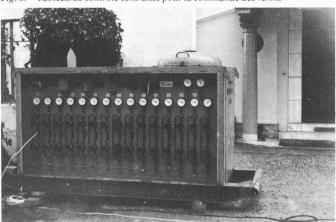


Fig. 7. Pompes multiples à volume constant, alimentant les vérins





Système de mesure des soulèvements de l'immeuble

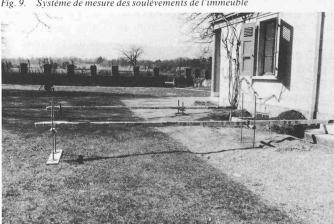
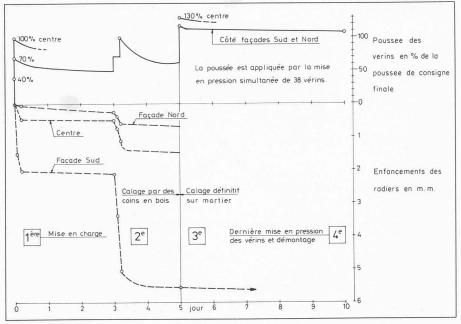


Tableau 2.

nées techniques

Villa «Champ-Brassus», Céligny. Don-



Poussées de fonçage et tassements des radiers

Tableau 3. Villa «Champ-Brassus», Céligny. Coût de la reprise en sous-œuvre (Prix 1974-1975)

1. Etude préliminaire pour établir les causes des désordres (1974)	-	2 000
 Fouilles de reconnaissance et visite des égoûts (Entreprise Carletti) 	Fr.	3 000
 Relevé des déformations, analyse d'eau, essais géotechniques. Battage de pénétromètres et piézomètres. Relevés de niveau d'eau. Examen des fouilles de 		
reconnaissance. Rapport géotechnique	Fr.	15 000
2. Reprise en sous-œuvre (1975)		
- Radiers - Murs - Fonçage (Entreprise Reymond SA)	Fr.	91 140
 Honoraires tarif A - Ingénieur civil, dont 73% pour surveillance générale et plans de béton armé; dont 27% pour assistance ingénieur-conseil, soit conception du projet et 		
surveillance de la mise en tension	Fr.	24 500
- Honoraires tarif B - Ingénieur-conseil. Mise en place de l'appareillage, contrôles des		
déformations durant la mise en tension. Procès-verbaux des contrôles	Fr.	8 900
Coût total y compris honoraires, non compris installations électriques nouvelles	Fr. 1	42 540
3. Aménagements extérieurs	744	néant –

Maître d'œuvre: Hoirie Hentsch - Genève

> Bureaux d'ingénieurs: En association, J.-C. Ott, ing. civil et géotechnique; R. De Chambrier, ing. civil, Genève. Entrepreneur. Reymond SA, Nyon.

- A l'extérieur six points de mesure sur les façades avec référence à distance selon le dispositif visible (fig. 9).

Lors de l'opération de fonçage des radiers aucun soulèvement de la construction n'a été constaté, ce qui est important, et a démontré la continuité entre les 2 ailes de la villa.

Les carrelages sur les parties contiguës ne se sont pas fissurés. Les radiers sont fort peu descendus entre 0,6 mm au nord et 5,5 mm au sud. Les prévisions calculées d'après les essais indiquaient approximativement le double. Les locataires ne se sont doutés de rien et ont continué à habiter la villa durant les travaux et le fonçage des radiers.

Avantages du système choisi

L'adoption de ce procédé requiert, il est vrai, des reconnaissances et études géotechniques préliminaires très complètes dont le prix ne doit pas être sous-estimé; il requiert également des entreprises spécialisées capables de s'adapter à des situations très particulières.

Par contre les avantages de ce système sont nombreux:

- Sauvegarde totale des abords.
- Exécution sans importuner les habi-
- Réparation durable des désordres.
- Création de locaux de cave nets.

Ce procédé de reprise en sous-œuvre est plus particulièrement indiqué lorsque la nappe souterraine est très proche des fonds de cave ou lorsque des assises peu compressibles n'existent qu'à grande profondeur.

Coût de l'opération

Le coût global de l'opération, tous frais et honoraires inclus, s'est élevé à l'époque à Fr. 142 540.- soit Fr. 815.par mètre carré repris en sous-œuvre.

Ce coût est comparable à celui du m² d'un étage d'un bâtiment analogue neuf.

Le lecteur désireux d'en connaître le détail se reportera au tableau 3. Il verra que les frais d'étude et les reconnaissances préliminaires indispensables pour choisir le procédé de reprise en sous-œuvre le plus économique et établir un devis exact représentaient une part appréciable du coût de l'opération.

La même remarque s'applique aux contrôles et mesures de déformations et de tassements en cours de mise en charge du système. Ces contrôles sont à notre avis indispensables pour être à même de garantir au propriétaire une stabilisation durable du bâtiment sans provoquer de mouvements de la construction à sauvegarder.

Adresse de l'auteur: J.-C. Ott, S.A. Ingénieur civil et laboratoire de géotechnique. SIA/ASIC/SSMS, 8, ch. des Deux-Communes, 1226 Thonex-Genève.