Zeitschrift: Bulletin du ciment

Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)

Band: 58-59 (1990-1991)

Heft: 10

Artikel: Consolidation avec du béton léger d'anciens planchers à solives en bois

Autor: Meyer, Bruno

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146239

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: 12.07.2025

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

BULLETIN DU CIMENT

OCTOBRE 1990 58e ANNEE NUMERO 10

Consolidation avec du béton léger d'anciens planchers à solives en bois

Problèmes dans les anciens bâtiments. Directives pour le projet et l'exécution.

Jusqu'à il y a 40 ans environ, le plancher à solives en bois était très utilisé dans le bâtiment. On construisait des maisons avec des murs de 40–60 cm d'épaisseur, et les pièces mesuraient quelque 4 m sur 6. Les planchers se composaient de plusieurs poutres en bois, dont chacune prenait appui sur les murs. Un faux-plancher en planches ou panneaux était posé sur les solives, pour servir de support au revêtement du sol de finition. Sur la face inférieure des poutres, des plaques de plâtre étaient fixées, que l'on crépissait ou peignait sur la face visible de ce qui constituait le plafond des pièces. Pour améliorer l'isolation thermique et acoustique, on déversait en vrac toute sorte de matériaux de remplissage sur le plancher d'entrevous préalablement insérés entre les poutres. La fig. 1 donne une représentation schématique d'une structure de plancher. Mais dans les maisons existantes, la structure des planchers présente de nombreuses variantes.

Depuis que les maisons de ce genre ne sont plus forcément démolies, mais souvent rénovées, on peut mieux encore tirer avantage de leurs planchers à solives en bois. Le propriétaire tient à en profiter pour augmenter le confort de sa maison. La flèche souvent importante des poutres doit être réduite, le plancher ne doit plus vibrer lorsque l'on marche dessus, et ses craquements doivent disparaître. On peut aussi désirer une capacité de charge plus élevée ou une

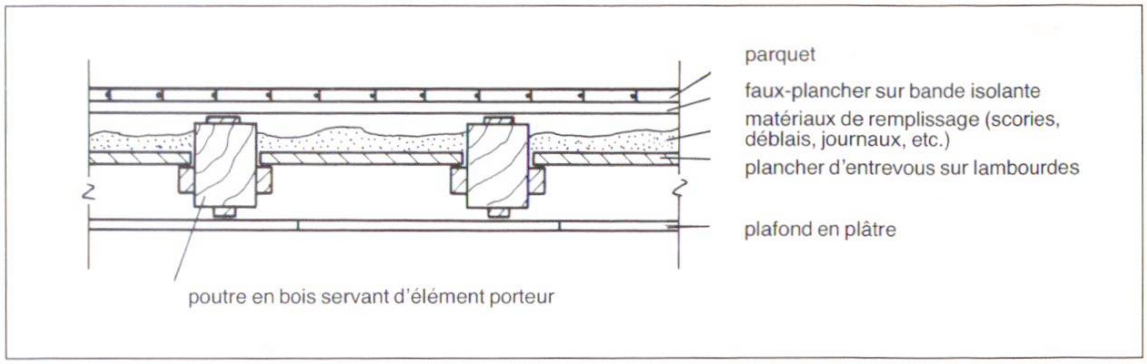


Fig. 1 Structure d'un plancher à solives en bois traditionnel. Pour les rénovations, l'état de choses doit être relevé in situ (hauteur et espacement des poutres, état du bois et des appuis)

autre utilisation de certains espaces (par exemple comme salle d'eau). Parallèlement, il faut tenir compte des prescriptions actuelles concernant l'isolation thermique et acoustique, la protection contre le feu et, parfois, la sauvegarde du patrimoine. Ces prescriptions relèvent aujourd'hui en partie de la loi, et en partie des règles de l'architecture. Pour résoudre le problème posé, on doit construire un nouveau plancher solide, répartissant les charges. Les conditions à observer pour la réalisation d'un nouveau plancher dépendent des éléments de construction qui ne vont pas être remplacés, ainsi que de la structure voulue pour le nouveau sol. Il faut ainsi prendre en considération les seuils, les escaliers, les balcons, les lambris, etc. Pour le plancher, on devra décider si l'on va conserver les poutres seulement, ou également le plancher d'entrevous et le faux-plancher. Parfois, il faut encore veiller à garder intacts de précieux plafonds.

Les planchers et particulièrement leur renforcement doivent être *conçus par un ingénieur.* Pour établir un projet, les calculs statiques ne suffisent pas; les performances requises en matière de physique du bâtiment doivent aussi entrer en ligne de compte. La décision de conserver ou de ne pas conserver ce qui existe dépend en outre des nouvelles solutions adoptées, ou inversement. C'est pourquoi l'ingénieur doit pouvoir coopérer dès que l'on entreprend d'établir l'état de choses existant. Il aura ainsi connaissance de la nouvelle affectation et définira dans les grandes lignes quels sont les travaux nécessaires. Les solutions offertes sont les suivantes:

- Modification du système porteur des poutres en bois
- Construction indépendante au-dessus des poutres en bois (insertion d'une dalle massive ou de poutres métalliques)
- Construction mixte composée des poutres en bois existantes et d'une dalle en béton ajoutée.

La construction mixte est une solution économique. Techniquement, elle se caractérise par des flèches minimes. Pour qu'elle soit réalisa-

ble, il faut qu'il y ait au-dessus des poutres en bois suffisamment d'espace pour le béton de construction. Ce niveau équivaut alors à celui du nu d'une dalle en béton habituelle. Normalement, on y pose ensuite une couche isolante, une chape flottante et un revêtement de finition, ce qui suppose une hauteur de 13 cm au moins entre les poutres en bois existantes et les seuils. Des hauteurs moindres sont toutefois possibles si l'on exécute la chape en mortier autolissant ou si l'isolation acoustique requise n'exige pas de chape. Comme béton de construction, on choisit du béton normal ou, de plus en plus, du béton léger. Avec le béton normal, on obtient une meilleure isolation acoustique et des flèches un peu plus réduites. Avec le béton léger, on diminue le poids propre, ce que la nouvelle structure du sol ou l'ensemble de la construction peut rendre nécessaire. Pour la chape, on utilise du mortier à base de ciment ou d'anhydrite. Si l'espace disponible est exigu, on pose des panneaux de particules ou des éléments en plâtre. Pour autant que ce soit admissible sur le plan acoustique, on peut poser un carrelage dans un lit de mortier directement sur le béton de construction. La construction mixte peut aussi se révéler avantageuse pour les rénovations partielles dans des bâtiments habités.

Directives pour le projet

Pour la structure du plancher, il n'y a pas de solution standard, car les conditions à observer sont trop diverses. Pour arriver à une solution techniquement et économiquement bonne, il faut peser les avantages et les désavantages. La fig. 2 présente deux exemples. La hauteur de construction nécessaire ressort de la hauteur des vis (env. 5 cm) et du recouvrement en béton (2,0 cm). Sur cette hauteur, on peut comme habituellement insérer des conduites d'installations, mais il faut le prévoir avec soin. Il ne faut en particulier pas sous-estimer les besoins modernes (fig. 7). Un treillis d'armature est en outre posé sur le nu de la dalle. Si l'on ne dispose pas de cette hauteur minimale de 7 cm, il ne peut pas y avoir d'adhérence, et il faut étudier une autre variante.

Il faut commencer par vérifier l'*état des poutres* en ce qui concerne les attaques par les insectes, les champignons et la pourriture. La chose est particulièrement importante pour les têtes de poutres, car leur ruine exerce une influence directe sur la sécurité de l'ensemble de la construction. Les portées entre appuis sont fonction des dimensions de l'espace données. Elles peuvent aller jusqu'à 9 m. Pour les poutres combinées, on peut choisir comme système sta-

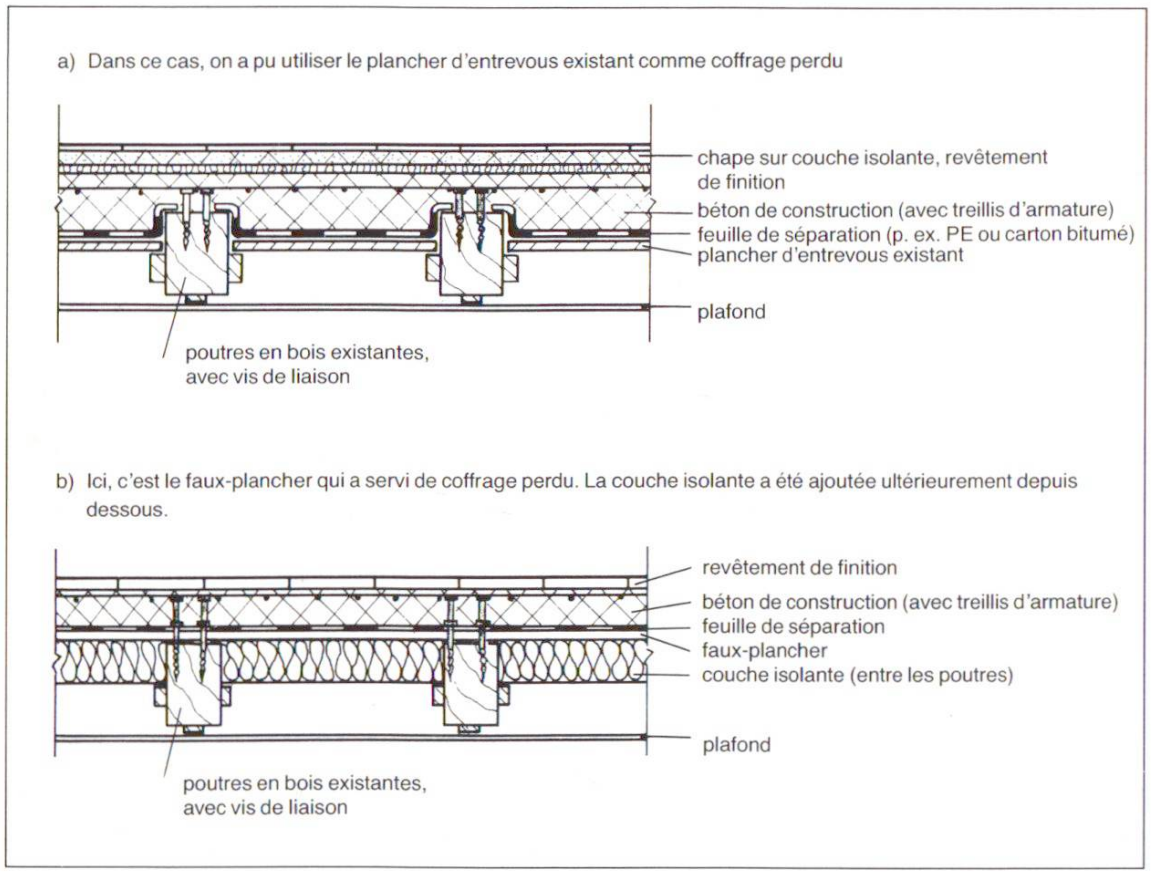


Fig. 2 Structure d'un plancher à solives en bois renforcé

tique la poutre simple. Les poutres fléchies ont pour effet d'augmenter la hauteur de construction en leur milieu, mais également d'augmenter la charge. Pour les réactions d'appui, il suffit généralement de transmettre les charges aux murs par les poutres en bois uniquement, également pour les planchers renforcés. En cas de grandes portées entre appuis, les poutres existantes sont parfois déjà conçues sous forme de poutres continues (fig. 6). On a déjà vu des systèmes continus où les poutres en bois étaient rattachées à des dalles massives en béton contiguës (afin de réduire les flèches).

Un plancher n'est renforcé que si la liaison des poutres en bois avec le béton résiste au cisaillement. On utilise comme *éléments de liaison* des vis à bois, des vis spéciales ou des clous (fig. 3–5). Les entailles et colles sont d'importance secondaire. Les vis ont l'avantage d'offrir une meilleure adhérence. Comme vis spéciales, on trouve des éléments de liaison conçus tout exprès pour le renforcement des poutres en bois. Les éléments de liaison peuvent figurer dans la soumission des travaux d'entrepreneur. Leur disposition suit le cheminement de la force de cisaillement, c'est-à-dire de l'effort tranchant dans la poutre. Leur nombre, élevé dans la zone des appuis, diminue vers la travée. Le plan de disposition des vis peut être fourni sur le chantier sous forme de modèle sur papier, ou confectionné par l'entrepreneur sous forme de gabarit sur la base de

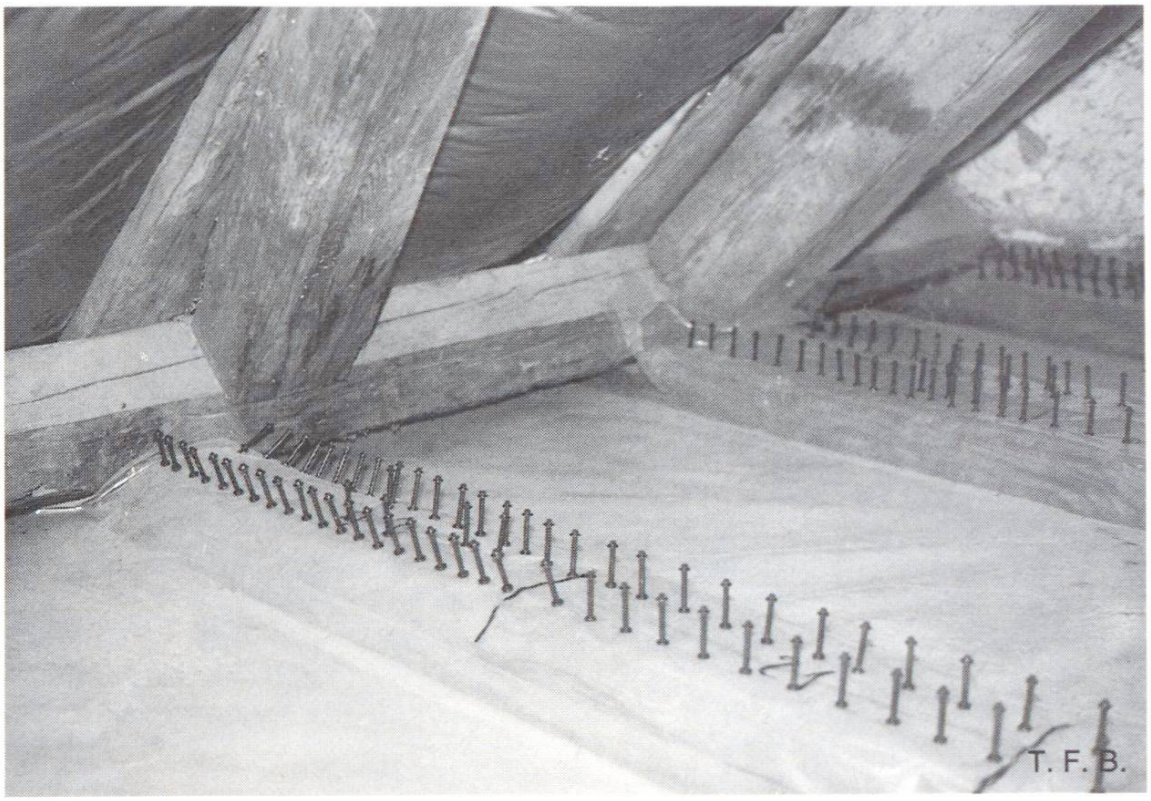
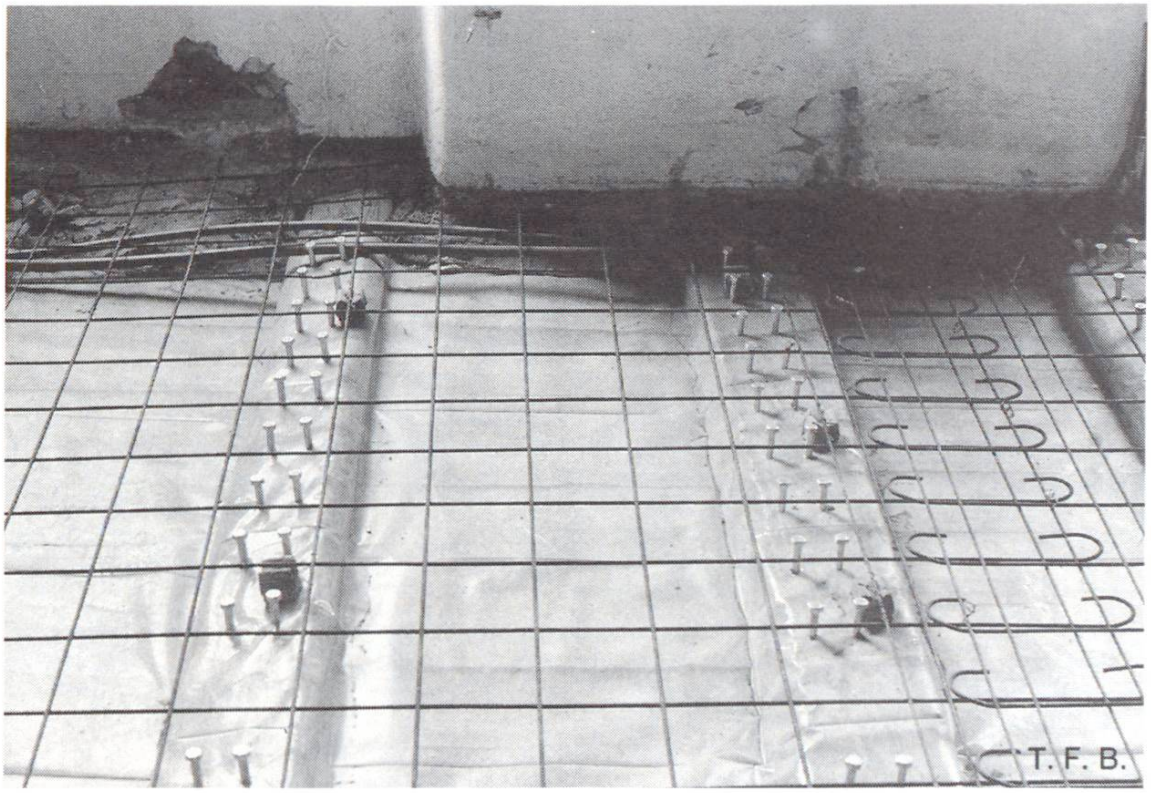


Fig. 3 Structure avec des vis spéciales (élément de liaison Stadler (VB-48-6,5×100 mm). Travaux à l'étage des combles. Dans ce bâtiment, on a pu travailler avec du béton normal. Le choix de ce genre de vis est dicté par la forme de la face supérieure des poutres et par le peu d'espace pour la mise en place

Fig. 4 Structure avec des vis à bois (Ø 12 mm). Plancher sur rez-de-chaussée. Dans ce bâtiment, il a fallu utiliser du béton léger



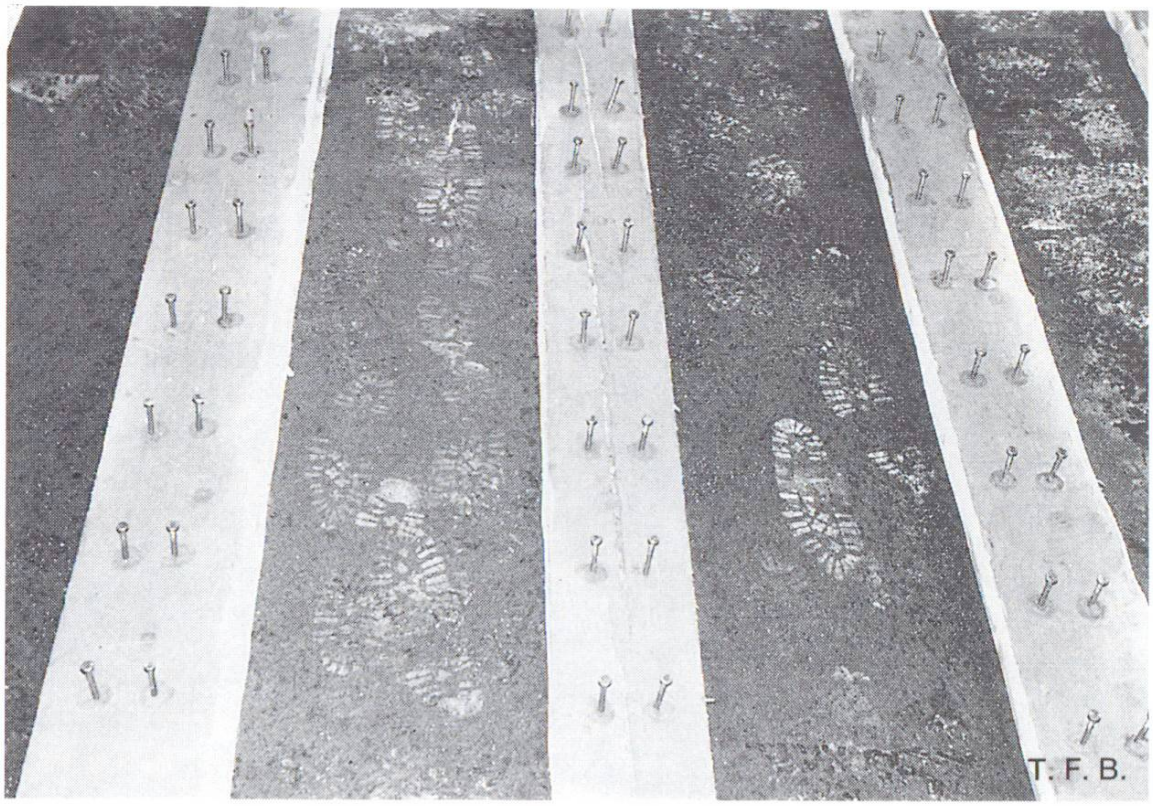


Fig. 5 Structure encore avec des clous. Exemple datant de 1967/68. Dans ce bâtiment, on a utilisé du béton léger

croquis. On s'efforcera de laisser en place le *flaux-plancher* existant et de l'utiliser comme coffrage (fig. 2b). Il n'est toutefois utilisable pour une construction mixte que s'il repose bien sur les poutres. Il doit être enlevé (fig. 2a et 3–5) si des bandes isolantes (fig. 1a) ou des cales ont été insérées.

La qualité du *béton léger* doit être celle du béton de construction. Pour le granulat, l'argile expansée a fait ses preuves. Ce granulat permet d'obtenir des valeurs minimales de résistance à la compression sur cube de 10 N/mm^2 et plus. La masse volumique apparente peut être ajustée en fonction des besoins lors du projet de mélange, dans des limites entre 1,3 et 2,0 kg/dm^3. Il faut tenir compte de la corrélation entre masse volumique apparente et résistance mécanique. Le module d'élasticité dépend de la résistance mécanique. De moitié inférieur environ à celui du béton normal, il est du même ordre de grandeur que celui du bois et doit être adopté un peu plus bas pour des charges de longue durée que pour des charges de courte durée. Le coefficient de dilatation thermique est un peu moins élevé que celui du béton normal. Des indications détaillées figurent dans la documentation concernant ces produits (voir p. ex. [1]).

Les valeurs critiques qui doivent être contrôlées lors du *dimensionnement* sont la flèche, l'effort tranchant dans la poutre en bois, les appuis dans les murs et la disposition des éléments de liaison. Les

contraintes normales ne posent généralement pas de problème, vu que l'on a augmenté la hauteur de construction. Les flèches peuvent être calculées selon le principe classique, en tenant compte pour la rigidité des différents modules d'élasticité. Les éléments de liaison peuvent être dimensionnés selon les normes valables pour les constructions en bois [2]. (Pour prendre en considération l'élasticité de la liaison, voir [3, 4].) Lors d'essais de rupture, la construction témoigne d'un comportement ductile; c'est-à-dire qu'un risque d'effondrement s'annonce par des flèches très marquées, ce qui est souhaitable du point de vue de la sécurité.

Le faux-plancher ou le plancher d'entrevous est le plus souvent encore utilisable comme coffrage. Pour l'exécution, il doit être recouvert d'une feuille de séparation (en PE ou carton bitumé par exemple). Cette feuille sert à empêcher que le bois absorbe de l'eau du béton frais ou perturbe le processus de prise, et que la pâte de ciment coule par les fentes. L'entretoisement des poutres et du plancher doit être contrôlé.

Dans les plans, le béton léger doit être désigné comme suit (par exemple): BL 20/10, CP 350 kg/m^3, masse volumique apparente 1,6 kg/dm^3, diamètre maximum des granulats 20 mm.

Grâce à leur dalle en béton, les constructions mixtes garantissent une meilleure *protection contre le feu* que les planchers à solives en bois usuels. Le risque d'incendie effectif est moindre, car l'élimination des matériaux de remplissage combustibles diminue la part de charge thermique immobile. Mais pour les planchers, c'est surtout la face inférieure qui est menacée, car en cas d'incendie la chaleur va en augmentant de bas en haut. Si les poutres sont laissées apparentes, on obtient une résistance au feu allant jusqu'à F 30 (selon leurs dimensions), pour autant que les autres éléments porteurs atteignent également cette valeur. Dans les bâtiments rénovés, les planchers à solives en bois dotés d'une face inférieure résistant au feu (revêtement des poutres ou insertion d'un sous-plafond) peuvent atteindre une résistance au feu allant jusqu'à F 90 (voir [5–7]).

Pour *l'isolation acoustique,* il faut que l'isolation contre les bruits de chocs et contre les sons aériens soit bien dimensionnée. C'est la construction «composée» qui le permet le mieux (fig. 2a). Elle se compose de béton de construction, d'une couche isolante et d'une chape. Si ce type de construction n'est pas possible, on devra chercher une autre solution ou accepter un compromis. Il est conseillé de faire faire les calculs nécessaires par un spécialiste en physique du bâtiment. Selon l'Ordonnance sur la protection contre le bruit [8], les exigences selon norme SIA 181 ont force obligatoire, mais des allégements peuvent être accordés par l'autorité compétente sur requête.

L'*isolation thermique* n'est généralement qu'un problème secondaire et peut au besoin être obtenue avec de simples isolations supplémentaires.

Ainsi que le démontrent d'anciens ouvrages, la *durabilité* des matériaux de base et de la construction mixte est un fait établi (fig. 5), à condition toutefois que les poutres en bois restent au sec et que les vides soient aérés. Les têtes de poutres surtout doivent être protégées contre la pénétration d'eau, et ne pas se trouver dans le domaine du point de rosée.

Les prix dépendent fortement des conditions du chantier (dimensions, accès, possibilité de transport, etc.). Pour la comparaison de variantes, on peut admettre qu'à des conditions pour le reste pareilles, le béton léger est environ 80 fr./m^3 plus cher que le béton normal.

Directives pour l'exécution

Les anciens revêtements de sol sont à enlever avant le début des travaux. Les poutres en bois doivent être entretoisées en fonction de la pression exercée sur le coffrage par suite des travaux de bétonnage. Si l'on enlève aussi le faux-plancher, les anciens matériaux de remplissage, dont certains sont facilement inflammables, doivent être soigneusement éliminés. On pose ensuite la feuille de séparation. Pour la variante selon fig. 2a, on la fixe contre les poutres en bois, et on la fend au-dessus des poutres. L'air enfermé entre le coffrage et la feuille peut ainsi s'échapper facilement lors du bétonnage. Pour assurer la stabilité, il faut en l'occurrence éviter les matelas d'air (bonne liaison entre les vis et la couche de béton de toute façon peu épaisse).

Les éléments de liaison sont prescrits par l'ingénieur. Avec des vis, le travail est un peu plus long, particulièrement avec de grands diamètres et avec du vieux bois. Mais les clous étant plantés au marteau à percussion, les travaux provoquent vibrations et bruit, ce qui lors de rénovations partielles dans des bâtiments habités entraîne des inconvénients. C'est pourquoi, globalement, les vis peuvent être préférables. Leur emplacement doit être marqué avec précision, particulièrement avec des faux-planchers laissés en place, afin qu'elles soient posées conformément aux cotes dans les poutres en bois également (fig. 2b). Les trous préalablement percés ne doivent pas être trop gros, sinon l'adhérence n'est pas possible. C'est au moment de la pose que la vis est soumise au plus gros effort. Les vis spéciales n'exigent pas de percement préalable, ce qui représente un gain de temps considérable (fig. 3).

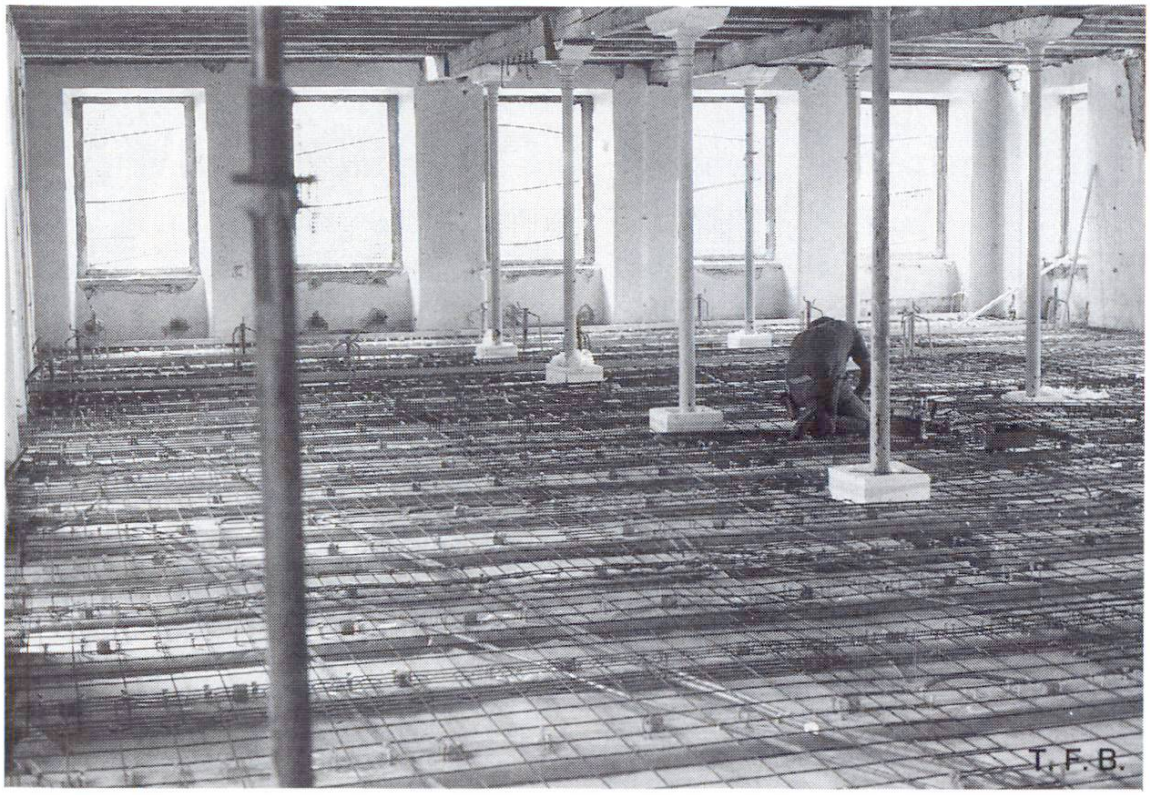


Fig. 6 Plancher sur sous-sol préparé pour le bétonnage. Poutres continues sur trois travées (de gauche à droite)

Fig. 7 Conduites pour installations

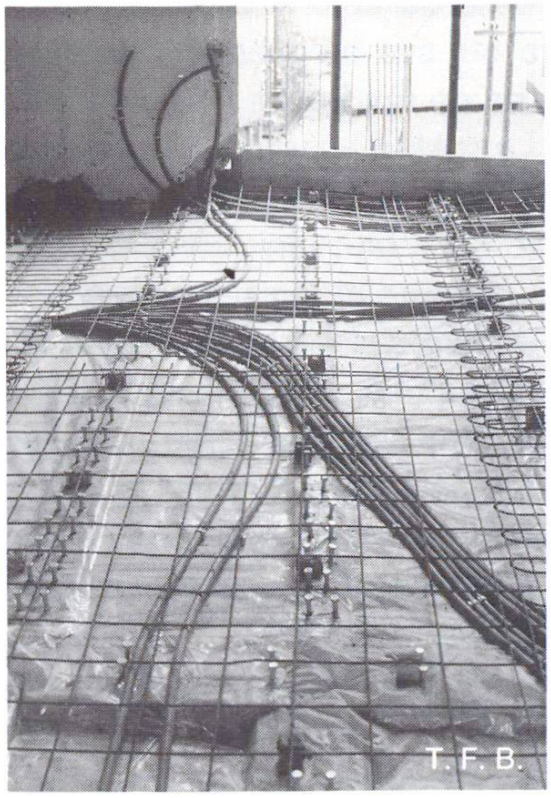


Fig. 8 Contrôle avec la règle à partir du rail définitivement ajusté. Ultime correction par serrage des vis dépassant

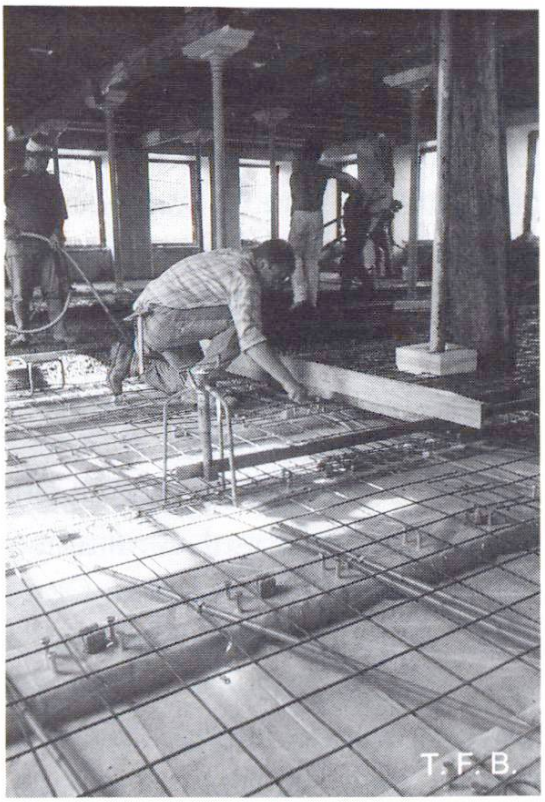


Fig. 9 Transport du béton par benne de grue depuis l'engin de manutention. Entrée par les fenêtres latérales, puis transport à la brouette et mise en place

Fig. 10 Précompactage avec vibreur Ø 30 mm, vibrage avec règle vibrante

Le béton léger est fourni par de nombreuses centrales à béton. Il faut utiliser des grains humidifiés (humidifier 1 heure à l'avance au plus tard, afin que les grains ne deviennent pas absorbants, et extraient alors de l'eau de la pâte de ciment). Le diamètre maximum des granulats étant plus petit, on augmente en conséquence le dosage en ciment. De plus, en raison de sa surface rugueuse, l'argile expansée exige un peu plus de pâte de ciment, ce qui fait que l'on choisit habituellement 350 kg de CP par m^3. L'argile expansée est compatible avec tous les adjuvants. (Veiller à la teneur en eau, car l'on travaille avec une consistance très plastique.) Le béton liquide ne convient pas en l'occurrence. Il faut comme toujours convenir à temps des quantités et délais.

Pour le transport du béton, on utilise des bennes et des élévateurs, éventuellement aussi des auges à porter ou des tombereaux. Souvent, il faudra préparer des goulottes et suffisamment de brouettes (fig. 9). Pour le transport mécanique, on peut au besoin employer la pompe mélangeuse couramment utilisée pour les chapes. Mais il faut alors procéder avec beaucoup de prudence, surtout si l'équipe du chantier n'a pas l'habitude de travailler avec cette machine. Le diamètre maximum des granulats ne doit dans ce cas pas être supérieur à 10 mm, et l'on doit en outre compter avec une diminution de qualité en raison du danger de ségrégation. Pour des étapes de bétonnage importantes, le transport à sec au moyen de pompes pneumatiques spéciales peut être avantageux. Le béton doit être réparti régulièrement sur le plancher, c'est-à-dire que l'on ne doit pas le déverser en dépôt, car cela entraînerait un excès de charge. Dans le cas qui nous occupe, le béton léger est conçu en tant que béton de construction et doit donc être compacté comme tel. Un compactage comme pour une chape ne suffit pas. Comme engins de compactage, on utilise des poutres ou règles vibrantes, combinées avec de fines aiguilles vibrantes pour le précompactage (fig. 10). Lors du compactage, il faut veiller à toujours pousser un peu de béton devant soi. Il sert de surcharge sans laquelle le béton n'est pas intégralement compacté. La planéité doit correspondre à celle des constructions en béton brut. S'il n'est pas prévu de chape, les exigences sont en la matière plus élevées, car c'est alors le fond en béton qui sert de support au revêtement de finition, et sa planéité doit être celle d'une chape flottante. On peut résoudre ce problème en appliquant une couche de mortier (frais sur frais). Le traitement de cure se fait selon les règles usuelles de la technologie du béton.

L'humidité est souhaitable pour le processus de durcissement du béton, mais elle a pour conséquence que le béton – qu'il s'agisse de béton léger ou de béton normal – dégage encore de l'humidité après plusieurs semaines. C'est pourquoi l'on devrait ordonner les travaux

de façon à ce que le revêtement en béton ne soit appliqué qu'après 6–8 semaines. Il est en outre recommandé de poser sur le béton de construction une feuille de séparation servant de barrière de vapeur. On peut aussi combiner cette feuille avec la couche isolante.

Le renforcement de planchers à solives en bois exige du savoir-faire en matière d'étude de projets et de technique de la construction. Le béton léger présente l'avantage d'être un béton de construction dont le poids propre est adaptable aux conditions spécifiques à observer. Les ouvrages exécutés prouvent que des solutions durables sont possibles.

Bruno Meyer

Bibliographie

[1] Documentation «Béton Leca». Olten: Hunziker Matériaux

[2] Norme SIA 164 (1981): Constructions en bois. Zurich: Société suisse des ingénieurs et des architectes

[3] *Küng, R.* (1988): «Leichtbeton im Verbund mit Holz – eine Sanierungsmethode zur Verstärkung alter Holzdecken», Zement und Beton, numéro 1, p. 22–24

[4] *Godycki, T.* entre autres (1984): «Verbunddecke aus Holzrippen und Betonplatte», Bauingenieur, p. 477–483

[5] Feuille SPI BA 5 (1988): Directive pour la conception et la réalisation de plafonds et planchers résistant au feu. Zurich: Service de Prévention d'Incendie pour l'industrie et l'artisanat

[6] Directives pour les prescriptions sur la police du feu (1988): Matériaux et parties de construction, systèmes porteurs; parties A. Classification et exigences, Berne: Association des Etablissements cantonaux d'assurance contre l'incendie

[7] Lignum, Union suisse en faveur du bois (1984): Protection contre l'incendie dans les constructions en bois. Zurich: Documentation SIA 84

[8] Conseil fédéral suisse: Ordonnance sur la protection contre le bruit du 15 décembre 1986

[9] Holz-Beton Verbund. Heerbrugg: SFS Provis AG (1990)

Remerciements: Nous remercions les bureaux d'ingénieurs mentionnés ci-après d'avoir porté à notre connaissance les expériences qu'ils ont faites lors de renforcements d'anciens planchers à solives en bois: Schubiger AG, Lucerne; Wieland Engineering AG, Maienfeld; Wolf, Kropf und Zschaber, Zurich.

Photos: Fig. 3, 4, 6–10: TFB Wildegg; Fig. 5: Schubiger AG

Traduction française: Liliane Béguin

TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
Case postale Téléphone 064 53 17 71
Lindenstrasse 10 5103 Wildegg Téléfax 064 53 16 27