Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 95 (1969)
Heft: 26

Artikel: À propos des joints dans la préfabrication
Autor: Bergher, Eugène
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-70260

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: 19.07.2025

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

95e année Lausanne, 27 décembre 1969 N° 26

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE OFFICIEL
de la Société suisse des ingénieurs et des architectes
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)
de la Section genevoise de la SIA
de l'Association des anciens élèves de l'EPFL (Ecole polytechnique fédérale de Lausanne)
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPFZ (Ecole polytechnique fédérale de Zurich)

COMITÉ DE PATRONAGE
Président: E. Martin, arch. à Genève
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève
Membres:
Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.
Genève: G. Bovet, ing.; M. Mozer, arch.; J.-C. Ott, ing.
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; M. Chevalier, ing.
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.; M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

CONSEIL D'ADMINISTRATION
de la Société anonyme du « Bulletin technique »
Président: D. Bonnard, ing.
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; M. Cosandey, ing.; A. Métraux, ing.; A. Rivoire, arch.; J.-P. Stucky, ing.
Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

RÉDACTION
F. Vermeille, rédacteur en chef; E. Schnitzler, ingénieur, et M. Bevilacqua, architecte, rédacteurs
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »
Tirés à part, renseignements
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

ABONNEMENTS

1 an	Suisse	Fr. 46.—	Etranger	Fr. 50.—
Sociétaires	»	» 38.—	»	» 46.—
Prix du numéro . . .	»	» 2.30	»	» 2.50

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande » N° 10 - 5775, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

ANNONCES
Tarif des annonces:

1/1 page	Fr. 495.—
1/2 »	» 260.—
1/4 »	» 132.—
1/8 »	» 68.—

Adresse: Annonces Suisses S.A.
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26, 1000 Lausanne et succursales

SOMMAIRE

A propos des joints dans la préfabrication, par Eugène Bergher, ingénieur SIA à la SA IGECO à Etoy.
Un nouveau puits de captage profond à Troinex près de Genève, par G. Amberger, Dr ès sc., géologue cantonal
Les procédures des appels d'offres en Suisse, par Walter Knobel, ingénieur dipl. EPFL, adjoint I au Service fédéral des routes et des digues, Berne.
Information S.I.A. — Bibliographie. — Carnet des concours. — Documentation générale — Documentation du bâtiment. — Informations diverses.

À PROPOS DES JOINTS DANS LA PRÉFABRICATION

par EUGÈNE BERGHER, ingénieur SIA à la SA IGECO à Etoy

Dans une solution *en préfabriqué*, le joint délimite deux ou plusieurs éléments, dans leur assemblage.

1. Esthétique, fonction des joints, études

Les éléments préfabriqués constituant la structure du bâtiment définissent et précisent la fonction du joint. Ayant un rôle précis, les joints à l'extérieur ou à l'intérieur des constructions ne sauraient être un obstacle dans une solution architecturale, à condition :

— qu'ils résultent d'un découpage logique de la structure,
— qu'ils soient bien marqués,
— qu'ils soient proprement exécutés,
— qu'ils n'apportent pas de conflits gênant l'esthétique.

En effet, il ne suffit pas d'empiler des éléments en les assemblant d'une manière isostatique, sans penser en même temps à l'esthétique et à la stabilité de la construction dans son ensemble.

Les liaisons, les joints doivent être étudiés en tenant compte de l'expérience acquise par le contrôle du comportement des bâtiments dans le temps, ainsi que des essais effectués en usine, chantier ou laboratoire. Une collaboration permanente entre l'architecte, l'ingénieur et l'exécutant est impérative.

Ainsi l'importance du problème des liaisons est démontrée par le fait que l'on constate — dans certains pays où la préfabrication s'est particulièrement développée — la formation de groupes de travail pour la mise au point de liaisons standards (voir les instituts du béton précontraint de Chicago et du Canada). De même, divers préfabricants ont poursuivi leurs recherches de détail sur la conception des joints.

Les profils sont étudiés minutieusement, afin de satisfaire au principe des liaisons et aux procédés de fabrication, de stockage, de transport et de montage.

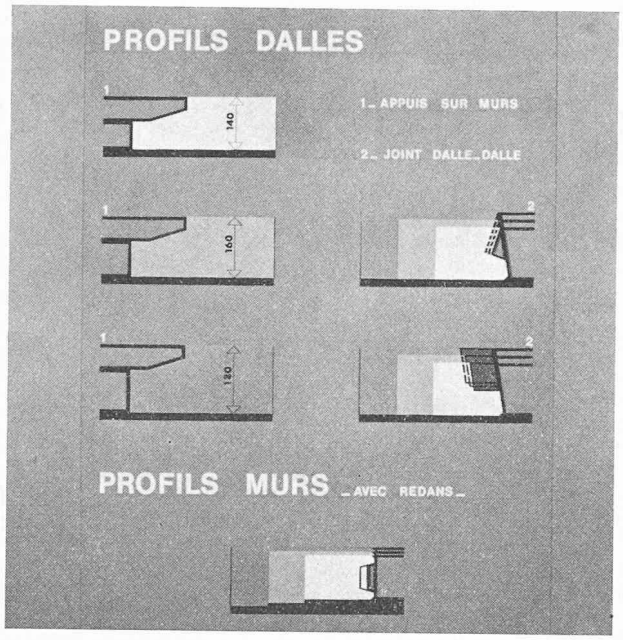


Fig. 1. — Standardisation des profils.

Les différences d'épaisseur peuvent se réaliser par des fourrures amovibles, dites de « compensation ».

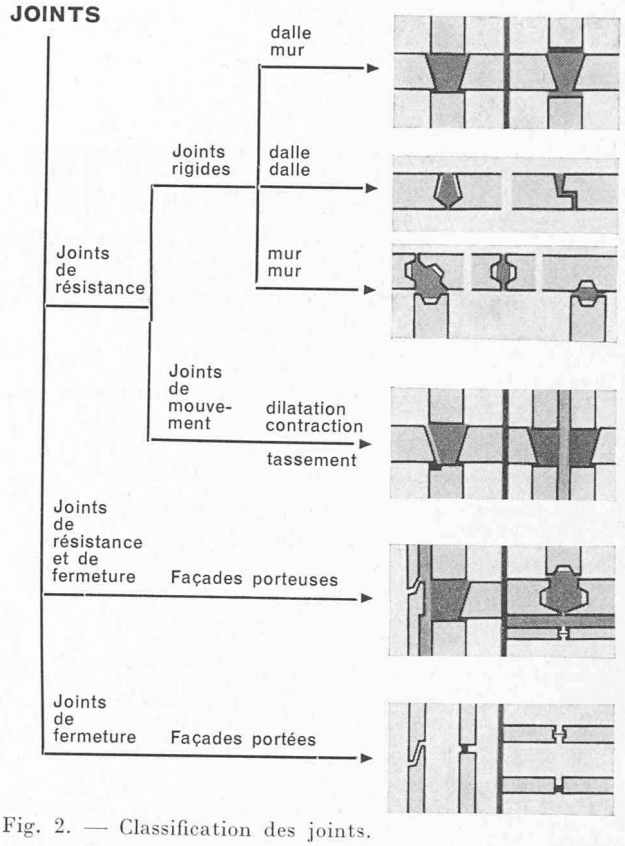


Fig. 2. — Classification des joints.

2. Essai d'une classification des joints

Cet essai de classification traduit un point de vue personnel de l'auteur. En conséquence elle ne se veut ni impérative, ni permanente. Le tableau n'est qu'un moyen visuel qui puisse conduire aisément le lecteur d'un type d'assemblage à un autre.

Nous distinguons deux catégories importantes de joints :

I. *Les joints de résistance*, qui doivent assurer la transmission des surcharges et garantir la stabilité du bâtiment.

II. *Les joints de fermeture*, qui doivent rendre étanche l'espace entre les panneaux de façades. En plus ces joints doivent être souples, pour résister principalement à des sollicitations dues aux variations de température.

Il en résulte une troisième catégorie, dérivée des joints de résistance et fermeture, caractéristique pour les façades porteuses en sandwich.

I. Joints de résistance — Exemples

Les joints de résistance, dits rigides, ou de mouvement, par leur conception, par la manière dont ils sont traités, expriment le degré d'évolution d'un procédé.

I.1 *Assemblage « dalle-mur »*

Le joint qui se trouve à la jonction des murs et des planchers est l'un des plus importants. Le système statique adopté, pour résoudre l'assemblage « dalle-mur » distingue déjà très souvent un procédé de préfabrication par rapport à un autre. Les hypothèses et les calculs statiques doivent être complétés par des essais la plupart du temps de laboratoire, effectués sur des assemblages témoins.

Dans le cadre du programme de recherches et d'essais, établi en commun entre les trois usines IGECO d'Etoy, de Lyssach et de Volketswil, on s'est proposé entre autres de suivre le comportement de l'assemblage « dalle-mur » sous l'influence des charges statiques verticales. Plus spécialement on voulait déterminer les déformations du joint ainsi que la charge provoquant la rupture du joint. La responsabilité de ces essais a été confiée à l'usine IGECO de Volketswil ZH et au Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (EMPA).

Nous avons réalisé une série de trois joints avec dalles des deux côtés A 1 - A 2 - A 3 et une série de trois joints avec dalles d'un seul côté B 2 - B 3 - B 4. Le béton utilisé pour la fabrication des éprouvettes ainsi que pour leur jointement devait garantir une résistance à la compression de 350 kg/cm² sur cube de 20 cm et à 28 jours. Pour le transport des éléments assemblés, de l'usine et jusqu'au laboratoire, des mesures spéciales d'étaiement et de calage ont été prises afin d'éviter les efforts parasitaires possibles durant la manutention.

Avant de faire intervenir la charge verticale, nous avons réalisé un effet de rotation sur l'appui des tronçons de dalles en abaissant leur extrémité opposée. Cet effet de rotation devait être équivalent à celui produit, en réalité par le fléchissement des dalles par leur poids propre. Inévitablement, lors de cette rotation sur appui nous avons constaté les premières fissures.

Le programme d'essai prévoyait l'augmentation des charges d'une manière échelonnée allant de 20 à 40 tonnes maximum. De même il recommandait deux étapes distinctes de chargement, une première allant jusqu'à 100 tonnes, suivie d'une décharge totale, et une deuxième dite de rupture, dans laquelle la progression des charges se faisait effectivement jusqu'au moment de la rupture de l'assemblage.

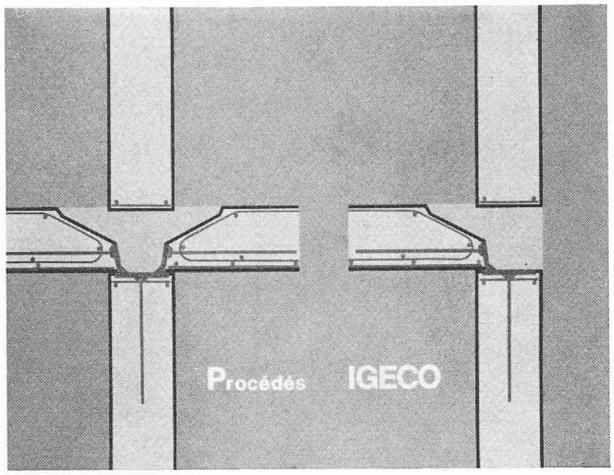


Fig. 3. — Joint de résistance dit « rigide », type « dallemur ».

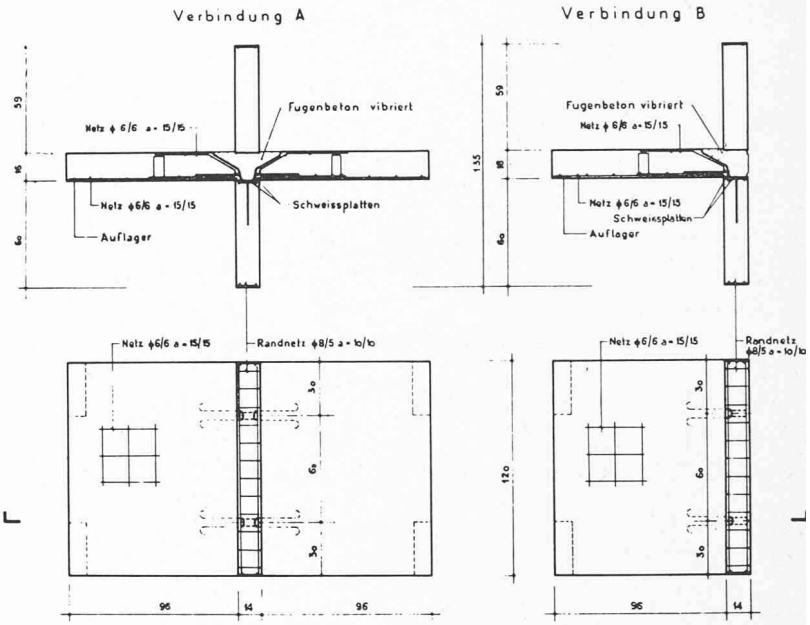


Fig. 4. — Eprouvettes ; assemblages des tronçons « en croix ».

Liaison type A — joint avec dalles des deux côtés.
Liaison type B — joint avec dalle d'un seul côté (dilatation, tassement, cage d'escalier, etc.).

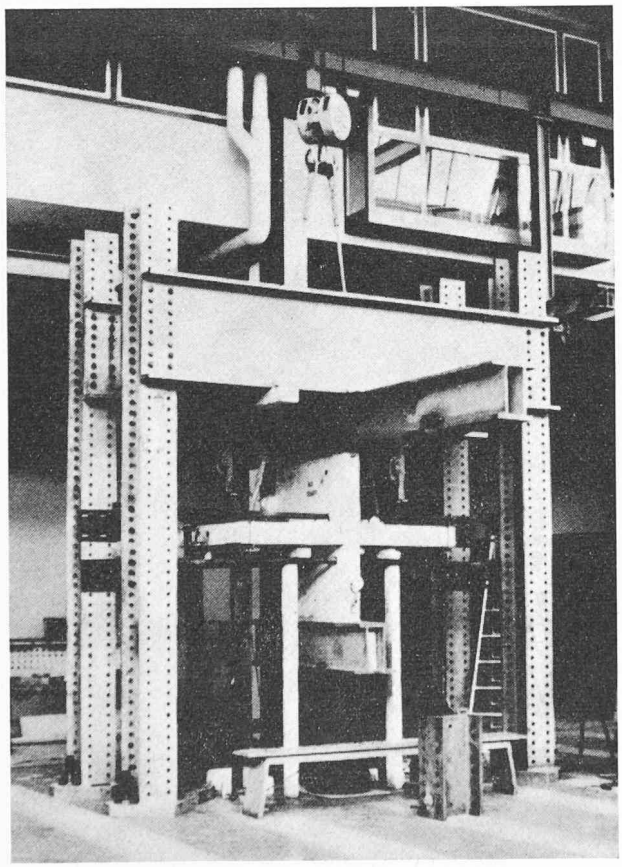


Fig. 5. — EMPA ; disposition pour l'essai d'un assemblage « en croix ».

Nous distinguons l'étayage horizontal pour les tronçons des murs afin d'empêcher un flambage prématuré.

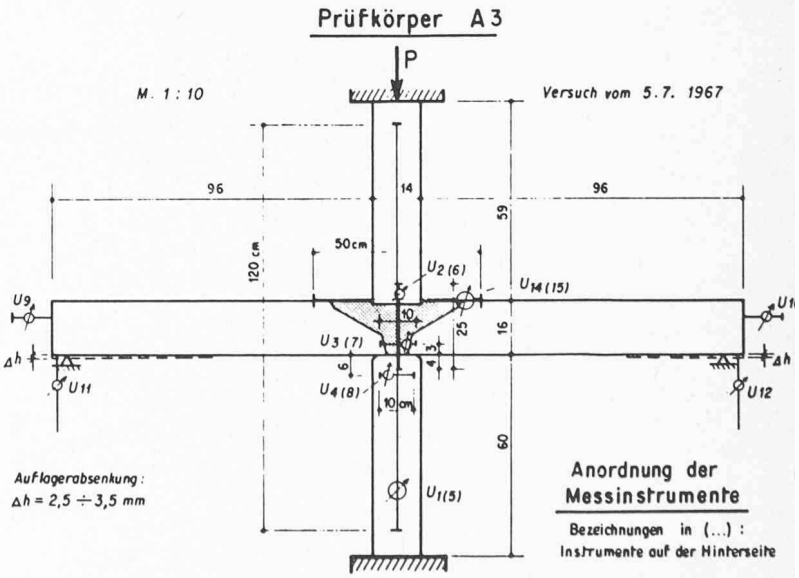


Fig. 6. — Eprouvette A 3 ; disposition des appareils de mesure.

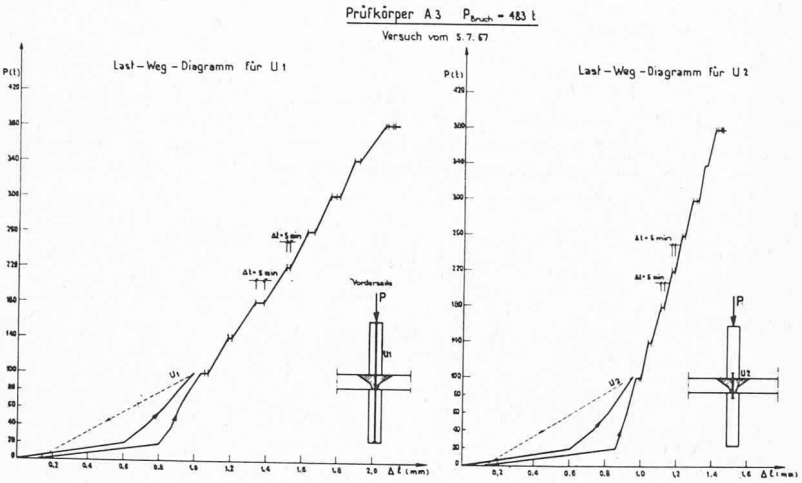


Fig. 7. — Eprouvette A 3 ; diagrammes des déformations verticales sur la face avant de l'assemblage.

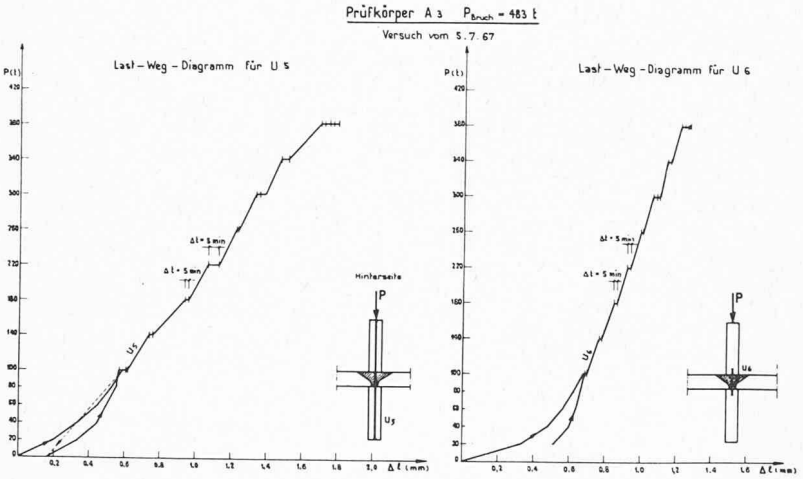


Fig. 8. — Eprouvette A 3 ; diagrammes des déformations verticales sur la face arrière de l'assemblage.

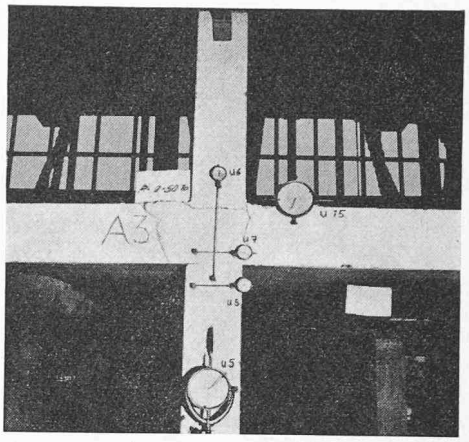


Fig. 9. — Eprouvette A 3 ; charge verticale : 100 t.

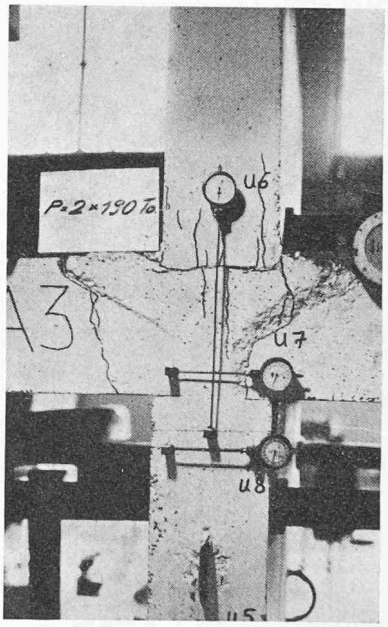


Fig. 10. — Eprouvette A 3 ; charge verticale : 380 t.

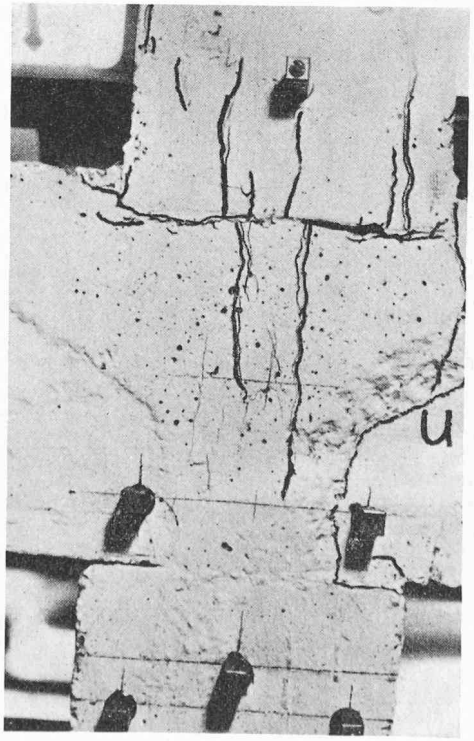


Fig. 12. — Eprouvette A 3 ; charge verticale : 483 t, charge de rupture. (Vue de détail.)

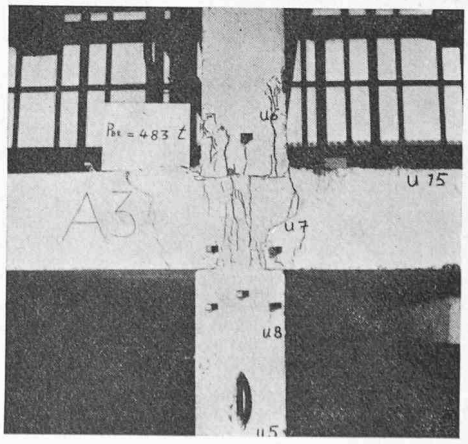


Fig. 11. — Eprouvette A 3 ; charge verticale : 483 t, charge de rupture.

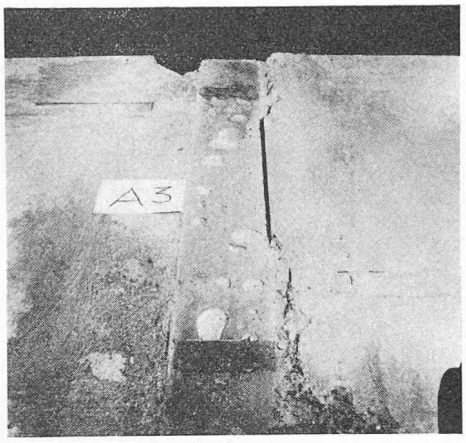


Fig. 13. — Eprouvette A 3 ; après l'essai. Le tronçon du mur supérieur est enlevé. Bulles d'air, sur la surface supérieure du joint.

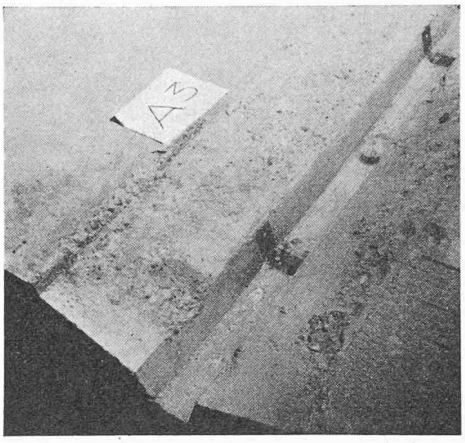


Fig. 14. — Eprouvette A 3 ; aspect des liaisons soudées après l'essai.

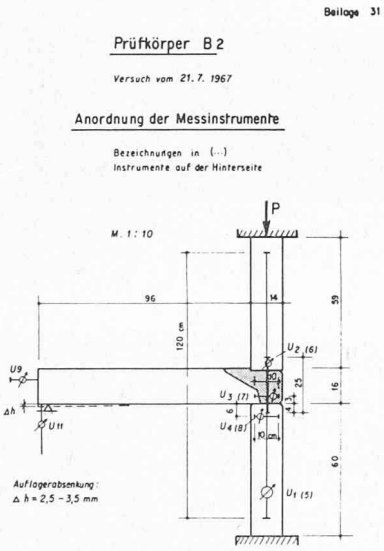


Fig. 15. — Eprouvette B 2 ; disposition des appareils de mesure.

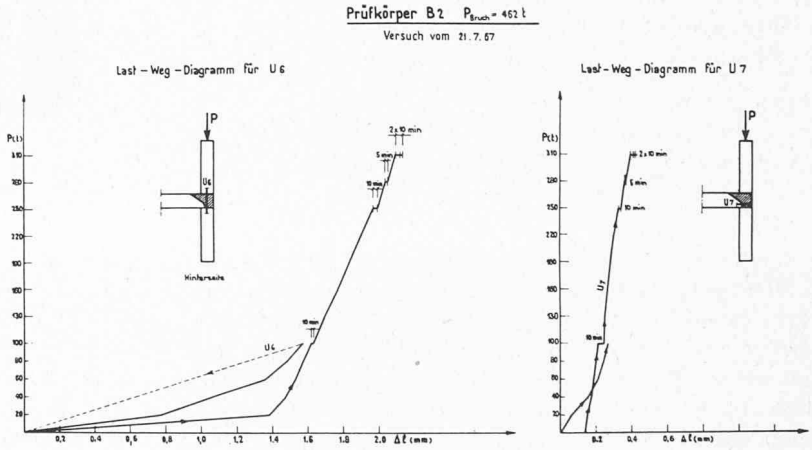


Fig. 16. — Eprouvette B 2 ; diagrammes des déformations verticales *U6* et horizontales *U7* sur la face arrière de l'assemblage.

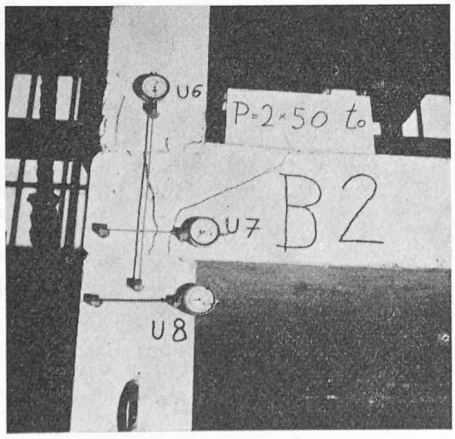


Fig. 17. — Eprouvette B 2 ; charge verticale : 100 t.

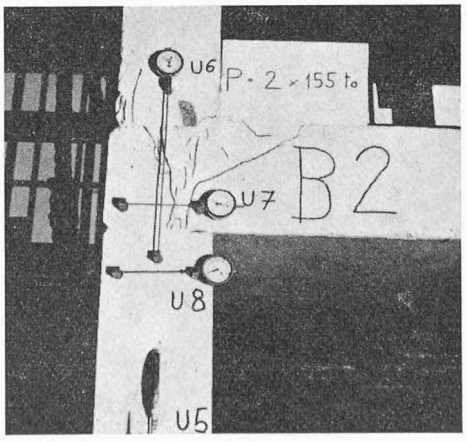


Fig. 18. — Eprouvette B 2 ; charge verticale : 310 t.

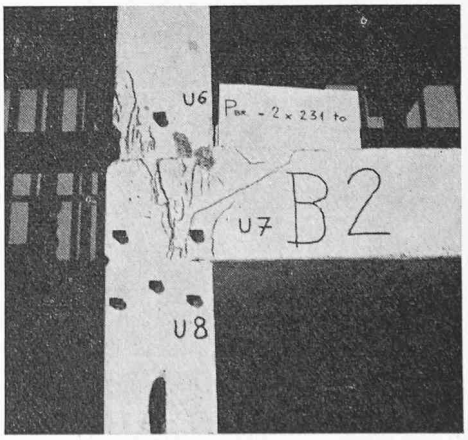


Fig. 19. — Eprouvette B 2 ; charge verticale : 462 t, charge de rupture.

Conclusions

1. La déformation verticale du joint présente en diagramme une légère inclinaison pour des charges initiales de 20 et 40 tonnes, après quoi elle présente brusquement une rupture de pente en devenant très inclinée jusqu'au moment de la rupture. Les déformations importantes enregistrées en début du chargement peuvent s'expliquer, premièrement, par une différence de retrait et fluage du béton des tronçons d'éléments et le béton de jointement coulé plus tard, et, deuxièmement, par les bulles d'air prisonnières dans le béton de jointoyage.

2. La charge de rupture effective est égale ou bien dépasse sensiblement, et pour toutes les éprouvettes essayées, la charge de rupture envisagée, en fonction de la résistance du béton et en tenant compte de la section effective du joint capable de transmettre les efforts verticaux.

Eprouvettes A 1 — Charge de rupture $P_{Br} = 420$ t.*
Eprouvettes A 2 — Charge de rupture $P_{Br} = 420$ t.
Eprouvettes A 3 — Charge de rupture $P_{Br} = 483$ t.

Eprouvettes B 2 — Charge de rupture $P_{Br} = 462$ t.
Eprouvettes B 3 — Charge de rupture $P_{Br} = 391$ t.*
Eprouvettes B 4 — Charge de rupture $P_{Br} = 359$ t.

Les ruptures se sont produites à l'endroit :
— du béton de joint,
— du béton de l'élément juste au-dessus du joint,
— d'une liaison soudée.

* Ruptures subites.

Il est intéressant de signaler que dans le cas des joints avec dalles des deux côtés, la charge de rupture effective arrive à une valeur moyenne presque deux fois plus grande que la charge de rupture envisagée par les calculs. Ce phénomène s'explique par la contribution des deux dalles adjacentes au joint, soudées sur appui. Elles réalisent en plus un frettage et un blocage transversal du joint. Les joints ayant une dalle d'un seul côté ne bénéficient plus de cet apport supplémentaire.

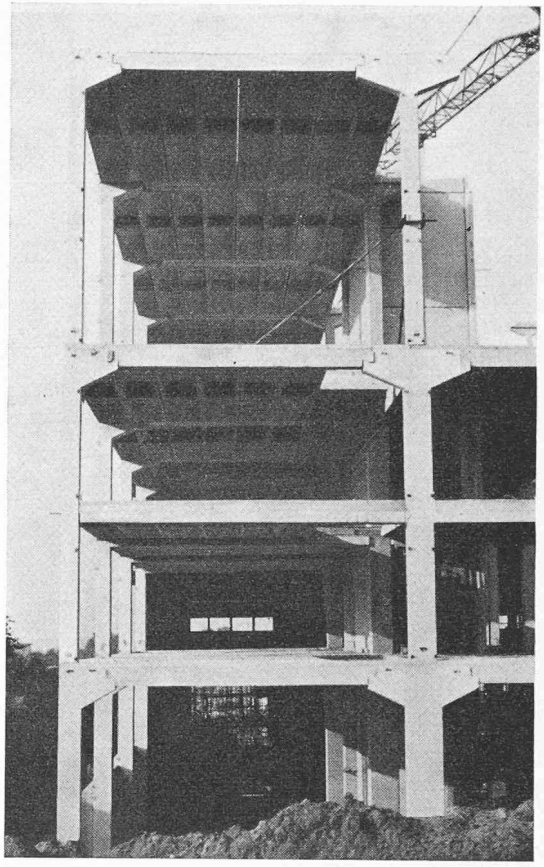


Fig. 21. — Elévation sur les trois niveaux du bâtiment. Les assemblages ont été prévus au niveau des étages courants.

I.2 *Assemblage à la verticale entre piliers préfabriqués*

— Liaison assurant une continuité par des aciers en attente sortant à la base du pilier et s'ancrant dans des gaines cannelées, logées dans l'élément inférieur.

— Procédé utilisé pour la première fois dans la réalisation de l'Entrepôt et Centre de distribution des Grands Magasins « La Placette », à Bussigny.

— Etude et mise au point par le bureau d'ingénieurs Roubakine et Monod, à Lausanne, et le service technique d'IGECO S.A., à Etoy.

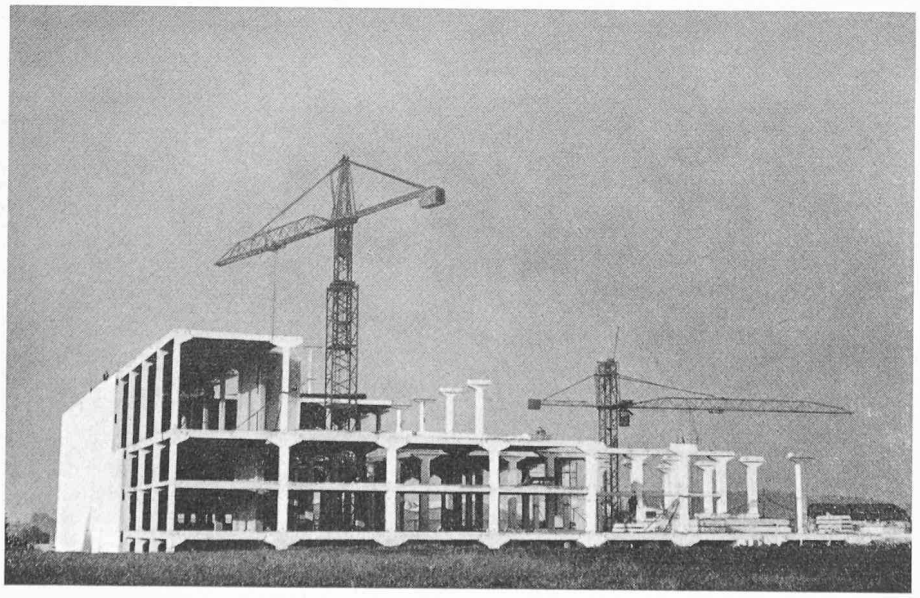


Fig. 20. — Entrepôt de « La Placette » à Bussigny. Vue sur l'ensemble des éléments durant le montage.

(Architectes : MM. E. Musy et P. Vallotton; collab. : S. Roubakine. — Ingénieurs : MM. G. Roubakine et Cl. Monod.)

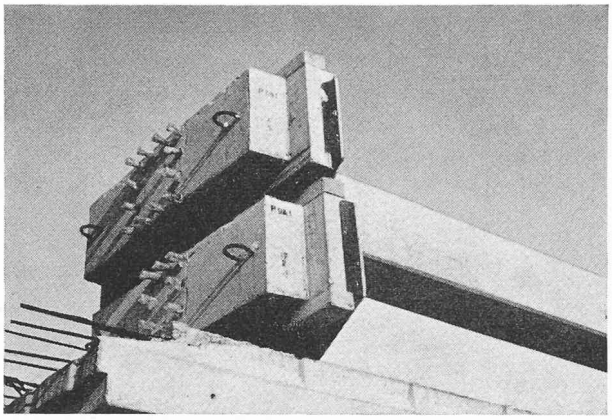


Fig. 22. — Piliers présentant les gaines d'ancrages logées en partie supérieure.

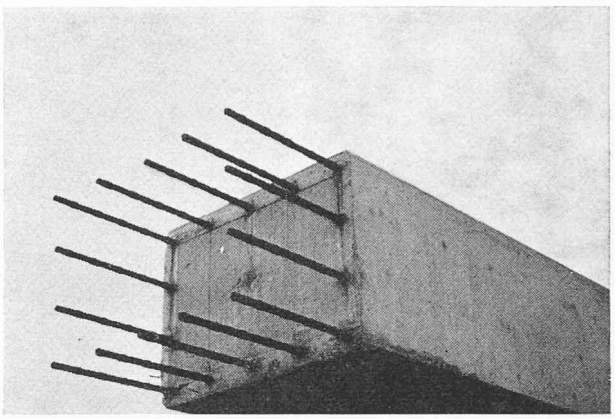
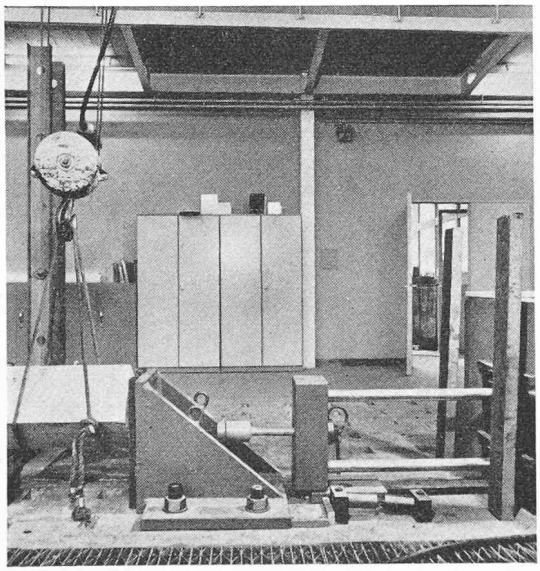


Fig. 23. — Partie inférieure du pilier ; vue des fers en attente.

Les essais ont été effectués au Laboratoire d'essai des matériaux (division Métaux) de l'EPUL et ont porté sur des ancrages centraux, latéraux ou d'angle effectués dans des prismes de béton et béton armé. Le scellement des barres d'acier a été réalisé à l'aide d'un mortier à base de ciment Portland à haute résistance avec et sans adjuvant expansif.



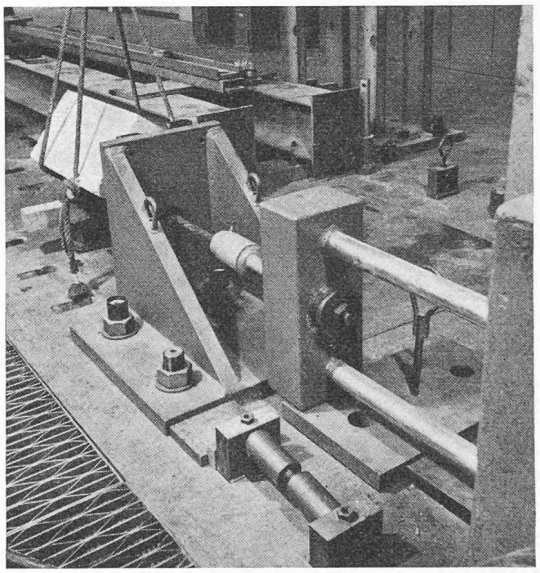
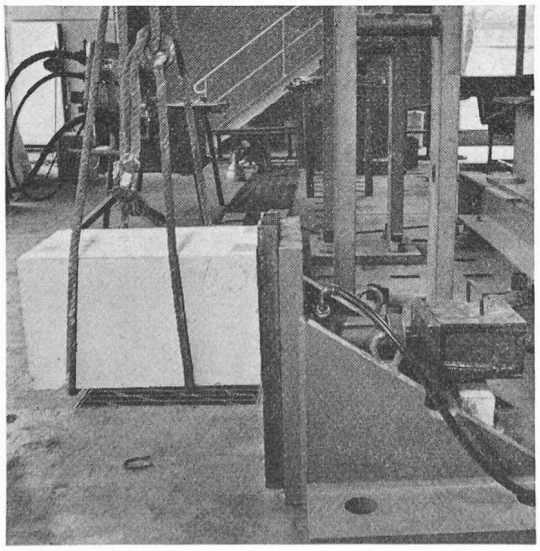


Fig. 24 a et b. — Dispositions pour l'arrachement des barres en acier Tor ayant un diamètre supérieur à 20 mm.



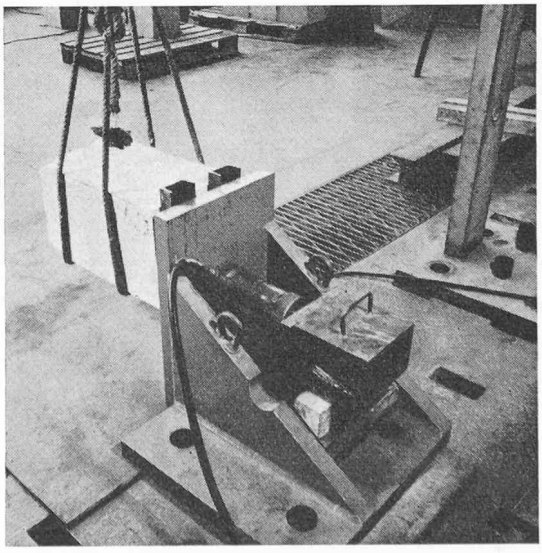


Fig. 25 a et b. — Dispositions pour l'arrachement des barres en acier Tor ayant un diamètre inférieur à 20 mm.

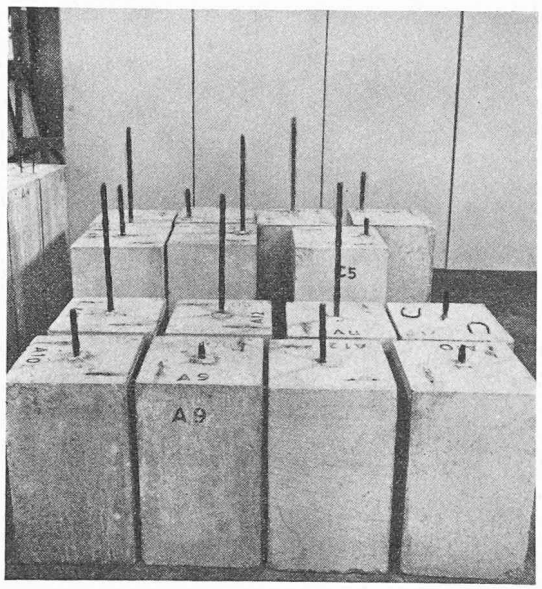


Fig. 26. — Vue d'ensemble d'une partie des éprouvettes après les essais. Les ruptures se sont produites en dehors de la zone d'ancrage.

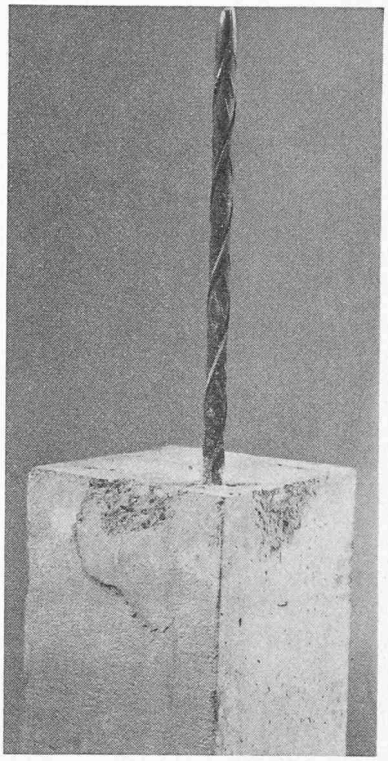


Fig. 28. — Ancrage d'angle ; rupture de la barre en dehors de la zone d'ancrage. Début de fissuration du béton : frettage serré obligatoire sur toute la zone d'ancrage.

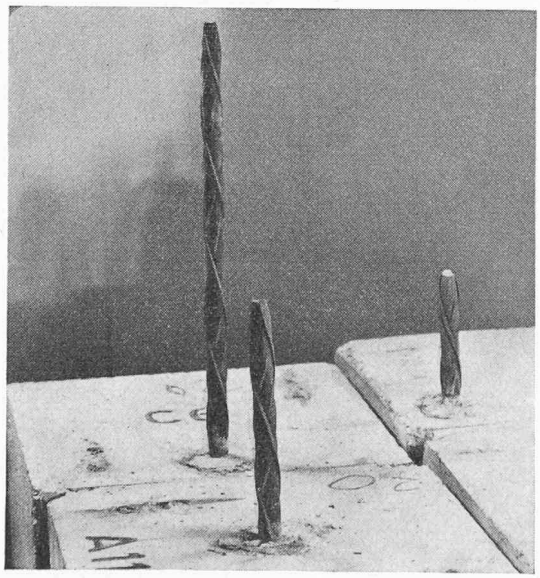


Fig. 27. — Vue de détail de trois éprouvettes après les essais. Ancrages : central, latéral, d'angle.

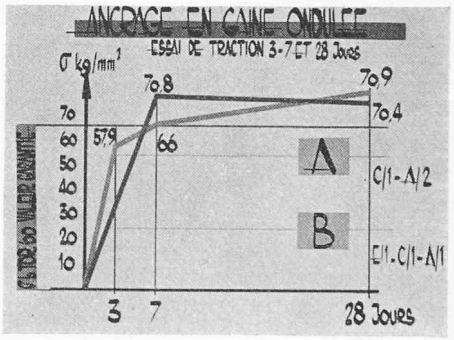


Fig. 29. — Essais de traction sur plusieurs ancrages centraux des barres Tor en gaines cannelées.

Longueur d'ancrage : $L = 20\ \varnothing$.

A : mortier d'enrobage, 10 mm ; mélange une part ciment Portland à haute résistance pour deux parts agrégats.

B : mortier d'enrobage, 10 mm ; avec adjuvant expansif du type Embeco.

Conclusions

Basées sur les essais de laboratoire et l'expérience acquise jusqu'à ce jour sur différentes réalisations :

1. Procédé efficace pour assurer les liaisons de continuité sur la verticale entre les éléments préfabriqués.
2. Réalisation simple en usine lors de la fabrication des piliers, qui devient très commode pour le montage.
3. Assemblage économique. En rapport avec un joint réalisé par soudure de plaques métalliques, l'économie est d'environ 30 %.
4. La longueur d'ancrage des barres, ainsi que leur enrobage de mortier à l'intérieur des gaines cannelées, sont à définir suivant les conditions particulières de chaque ouvrage.
5. Un frettage serré, avec des étriers, est à prévoir sur toute la zone d'ancrage.

II. Joints de fermeture des façades

Une solution correcte des joints de façade constitue la garantie de base pour une construction préfabriquée. Les joints de façade doivent être fermés à la pénétration de l'eau, du vent et du froid. En même temps les déformations des éléments de façade, dues aux changements de température, au retrait et à la dilatation, au fluage et aux différentes charges, doivent pouvoir se produire sans retenue.

Mais la nature est encore bien plus capricieuse ; elle se manifeste également par des contraintes d'origine physico-chimique, qui agissent plus particulièrement sur le matériau de calfeutrement des joints :

— action alternée de la chaleur et du froid ;
— rayonnement ultraviolet ;
— action de l'oxygène, de l'ozone ;
— action des peintures, vapeurs industrielles, etc. ;
— action des insectes, des microbes.

Pour faire face à l'ensemble des servitudes qui se posent aux joints des façades, les constructeurs, les spécialistes sont arrivés à ce jour à deux types de méthodes, pour obtenir la bienfacture, l'étanchéité des joints : la première consiste à calfeutrer le joint d'un matériau étanche, la seconde préconise, pour les bords adjacents, un profil capable d'assurer à lui seul l'étanchéité voulue.

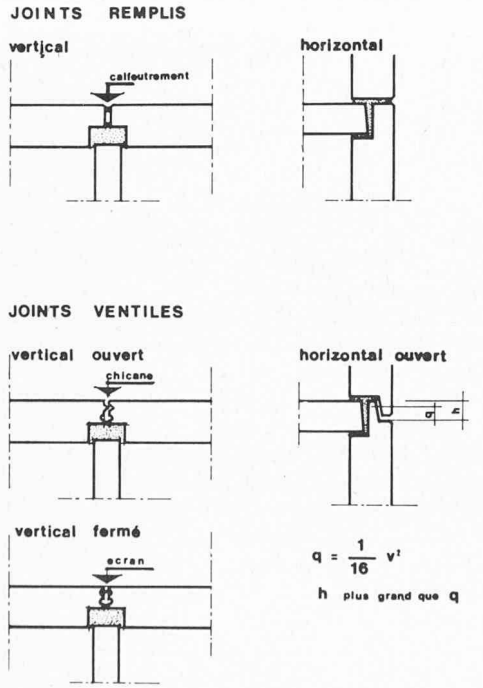


Fig. 30. — Joints entre éléments de façade : « joints remplis » ; « joints ventilés ».

Les joints remplis sont calfeutrés avec des produits divers. Nous trouvons maintenant sur le marché une gamme élargie de produits. Selon leur composition et leurs propriétés, ces produits peuvent être classés en trois catégories.

— matières plastiques ;
— matières élastiques ;
— cordons préformés.

— Les matières plastiques pour joints sont formées par un liant et de charges inertes. Le liant peut être un produit synthétique ou encore composé d'oléorésines. Celles-ci durcissent en surface au contact de l'oxygène, formant une couche étanche vers l'extérieur qui retarde le durcissement vers l'intérieur. Malheureusement, avec le temps les propriétés plastiques diminuent, à cause d'un durcissement progressif dans la masse. C'est pourquoi il est généralement reconnu que les matières de remplissage, plastiques, ne sont à recommander que si l'amplitude du mouvement des joints est faible. Les charges neutres, pulvérulentes, ont pour but d'assurer une certaine stabilité mécanique au remplissage.

— Si l'amplitude est plus grande, on donnera préférence aux produits du type élastomères, mettant en jeu des qualités élastiques et adhésives. C'est le cas des thiokols à deux composants, des silicones à un seul composant, dans la gamme des mastics. Pour les matières à deux composants, le durcissement est provoqué par un accélérateur qui est mélangé à la masse avant son utilisation. Le « pot life » détermine le temps limite pour la mise en place du mélange. Dans les substances à un seul composant, le durcissement se produit par l'action de l'air. Il ne nécessite pas de solvant, donc le retrait n'existe pratiquement pas. On traite souvent les surfaces liantes avec une couche initiale d'apprêt, pour améliorer l'adhérence.

— Les cordons préformés peuvent assurer l'étanchéité une fois enserrés dans le joint. Par leur élasticité, ils peuvent se déformer de manière à exercer une pression constante contre les bords du joint. Pour obtenir un résultat convenable, il faut absolument que la surface béton en contact avec le cordon soit parfaitement propre, exempte de bulles d'air ou fissures. De même la tolérance de la largeur du joint est petite, restant dans les limites imposées par les propriétés des divers cordons ou bandes élastiques mis en œuvre.

La seconde méthode préconise les joints ventilés, basés sur le principe que l'action extérieure de chasser l'eau à travers le joint est empêchée par la forme géométrique du joint. Ainsi il est admis qu'une certaine quantité d'eau peut entrer dans l'espace compris entre les tranches des panneaux en regard, mais la forme du joint vertical et horizontal assure l'évacuation preste de cette eau vers l'extérieur. Pour empêcher la pénétration de l'eau, il faut créer un équilibre de pression entre l'extérieur et l'espace vide, entre panneaux. Ainsi l'eau de pluie manquera d'impulsion nécessaire pour parvenir à l'intérieur.

Le joint vertical est prévu avec une profondeur suffisante et une chambre de décompression en communication avec l'atmosphère extérieure. Ainsi la chambre de décompression empêche l'apparition du phénomène de pompage et en même temps assure un drainage vers l'extérieur de l'eau éventuelle qui a réussi à pénétrer dans le joint. Dans la catégorie des joints ventilés et suivant sa conception face aux averses, le joint vertical peut être ouvert ou fermé. Le joint vertical ouvert est asymétrique avec une saillie en béton, ayant rôle de chicane vis-à-vis de l'averse. A cause des difficultés de

fabrication et montage, voire danger d'ébréchement de la saillie, cette solution est rarement utilisée. Le joint vertical fermé présente un écran protecteur contre les averses. Cet écran ne doit pas être parfaitement étanche, afin de permettre l'égalisation de pression sur le côté arrière. Le plus souvent on voit l'emploi des bandes néoprène de largeurs différentes, adaptées à celles des joints. Ces bandes présentent des propriétés remarquables à l'action de l'air et de la lumière.

Le joint horizontal reste ouvert, et constitue la chambre à égalisation de pression. Une saillie du panneau supérieur protège contre les averses. La hauteur de cette saillie doit être supérieure à la pression horizontale du vent « q ». Suivant l'accélération gravitationnelle et le poids spécifique de l'air, nous obtenons une hauteur de saillie nécessaire d'environ 80 mm pour des immeubles de 8-20 m et une hauteur de saillie de 110 mm pour des immeubles de plus de 20 m.

Une attention particulière doit être vouée au croisement entre joint vertical et horizontal. L'eau de pluie poussée le long du joint horizontal risque de pénétrer dans le joint vertical dans des quantités exagérées. Pour empêcher cette pénétration et assurer le drainage du joint vertical, il est possible de presser vers l'arrière l'écran en néoprène à l'endroit du croisement et de loger une feuille en matière plastique.

Les joints ventilés sont très répandus en Europe. Basés sur des principes physiques simples, ils offrent une sécurité d'étanchéité presque indépendante des éventuelles tolérances de montage et des conditions atmosphériques lors de l'exécution.

Adresse de l'auteur :
Eugène Bergher, c/o S.A. IGECO, 1163 Etoy.

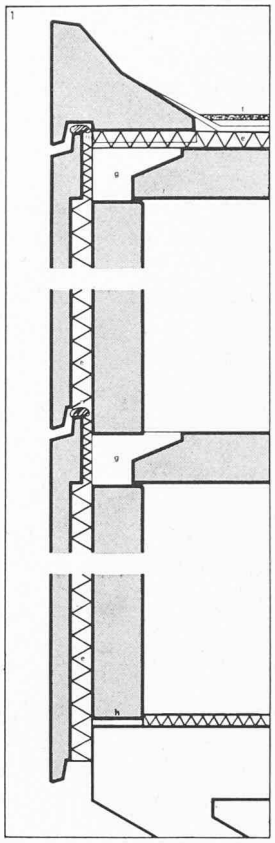


Fig. 31. — Coupe verticale sur façades porteuses. Joints horizontaux ouverts.

e — polystyrène.
n — torsade de laine de verre.

BIBLIOGRAPHIE

Bohdan Lewicki : *Bâtiments d'habitation préfabriqués en éléments de grandes dimensions.*

R. von Halasz, G. Tantow : *Bauingenieur-Praxis.* Heft 55. Grosstafelbauten Konstruktion und Berechnung.

R. von Halasz, G. Tantow : *Schubfestigkeit der Vertikalfugen und Verteilung der Horizontalkräfte im Grosstafelbau.*

Philip and Haliard Birkeland : *Connections in Precast Concrete Construction.* Journal of the American Concrete Institute, No. 3, March 1966.

D. Bishop : *Large Panel Construction.* Architect and Building News, 1964, Vol. 255, No. 6.

D. Bishop : *Weatherproof joints between precast concrete panels.* The Builder, 5.1.1962.

P. E. Malmström : *Les problèmes des joints dans les façades.* Ve Congrès international de l'industrie du béton manufacturé, Londres, mai 1966.

P. Beerhouse : *Joints dans les constructions en béton préfabriqué.* Ve Congrès international de l'industrie du béton manufacturé, Londres, mai 1966.

C. Huyghe : *Les liaisons entre éléments préfabriqués en béton précontraint dans la construction de bâtiments à étages.* Ve Congrès international de l'industrie du béton manufacturé, Londres, mai 1966.

A. Meunier : *Les joints de construction dans les bâtiments industrialisés. Matériaux et méthodes de jointoiement.* Annales, juillet-août 1965.

R. C. : *Ossatures préfabriquées en béton armé.* Bâtir 125, novembre 1963.

Fondations. Bâtiments et Travaux publics : *Agrément des matériaux nouveaux et des procédés non traditionnels de construction.* Décision nº 1789 : ossature.

LEMEPUL (division Métaux), Laboratoire d'essais des matériaux : Procès-verbaux : Nº M 3279/A, B/65, 3-17 mai 1965 ; Nº M 4588/67-3, 13 décembre 1967.

E. I. du Pont de Nemours : *Design of neoprene. Bridge Bearing Pads.* Elastomer Chemicals Department.

EMPA, Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt. ZH : Auftrag Nr. 48 126.

IGECO S.A. : Catalogue technique.