

Logements préfabriqués par grands panneaux à Singapour

Autor(en): **Lacombe, Gilbert / Le Gall, Pierre**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **55 (1987)**

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-42714>

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.

Logements préfabriqués par grands panneaux à Singapour

Wohnungen aus vorfabrizierten Grosselementen in Singapur

Prefabricated Flats Using Large Panels in Singapore

Gilbert LACOMBE

Ing. des Arts et Manufactures
Paris, France



G. Lacombe a assuré pendant 26 ans la Direction Technique de Coignet Entreprise. Son activité a été surtout axée sur la préfabrication de bâtiments et d'ouvrages d'art tels que les ponts à voussoirs préfabriqués, ainsi que sur les voiles minces (CNIT à Paris, Réfrigérants Hyperboliques). Il est actuellement Ingénieur Conseil.

Pierre LE GALL

Ing. des Arts et Manufactures
GTM International
Nanterre, France



P. Le Gall est depuis plus de 25 ans dans le groupe GTM. Il a surtout eu une activité internationale tant dans le domaine du bâtiment que dans celui des travaux publics. La préfabrication a tenu une place importante dans ses activités (Banque Européenne d'Investissements au Luxembourg, logements, ponts,...)

RÉSUMÉ

Pour construire 15 000 logements à Singapour dans des conditions de qualité, d'économie et de rapidité exceptionnelles, (14 logements par jour), malgré le manque de main d'œuvre qualifiée, les auteurs ont employé la préfabrication intégrale en usine de grands panneaux en béton. Ils exposent les dispositions prises pour rétablir le monolithisme de la structure afin de pallier le risque d'effondrement progressif ainsi que les précautions retenues pour assurer la durabilité de l'ouvrage malgré le climat très humide de Singapour.

ZUSAMMENFASSUNG

Für die Erstellung von 15 000 preislich günstiger und qualitativ hochstehender Wohnungen in einer ausserordentlich kurzen Frist (14 Wohnungen pro Tag) haben die Autoren – trotz fehlender qualifizierter Arbeitskräfte – die Fertigteilbauweise mit Grosselementen angewendet. Sie zeigen die getroffenen Massnahmen auf, um eine monolithische Gebäudestruktur zu erhalten, welche das Risiko des progressiven Einsturzes verkleinert und trotz des sehr feuchten Klimas in Singapur eine gute Dauerhaftigkeit gewährleistet.

SUMMARY

In order to build 15 000 dwellings in Singapore under exceptional conditions of quality, economy and speed of construction (14 flats a day), in spite of the lack of qualified manpower, the authors have used the integral prefabrication of large concrete panels in the factory workshop. They show the measures taken to re-establish the monolithic nature of the structure in order to reduce the risk of progressive collapse, as well as the precautions adopted to guarantee the durability of the work despite Singapore's very humid climate.



1. PRESENTATION DU PROJET

Lauréat en 1981 d'un concours international, le groupement d'entreprises GTM International et COIGNET Entreprise a reçu du "Housing and Development Board of Singapore" la commande de 15 000 logements sociaux à exécuter dans un délai global de 6 ans. Le système adopté a été la préfabrication selon le procédé COIGNET.

Ce projet présente en effet les conditions essentielles justifiant la préfabrication intégrale des bâtiments par grands panneaux :

- Série de 130 bâtiments de 12 niveaux identiques, (figure 1)
- Continuité de production assurée pendant 5 années,
- Manque de main d'oeuvre qualifiée à Singapour,
- Faible distance entre les différents sites à aménager,
- Formes complexes difficiles à exécuter avec des coffrages-outils.

La première année a été consacrée à la construction d'une usine capable de fabriquer 14 logements par jour, soit environ 350 panneaux représentant 470 m³ de béton. La répétitivité de cette fabrication dans une centaine de moules horizontaux ou verticaux, très mécanisés, a permis d'abaisser fortement les coûts et d'assurer une qualité excellente et constante.



Fig. 1 : Bâtiments Types

2. UTILISATION DU PROCEDE COIGNET

L'adaptation de ce procédé basé sur l'emploi de murs, façades et planchers préfabriqués de grandes dimensions, a suscité quelques difficultés avec un maître d'ouvrage habitué aux techniques traditionnelles et ses ingénieurs-consultants Anglais et Américains encore traumatisés par l'effondrement en château de cartes de l'immeuble préfabriqué de RONAN-POINT à Londres en 1968 [1] .

Il a donc fallu apporter des aménagements aux dispositions classiques du procédé (figure 2), couramment utilisées en Europe (220 000 logements construits) afin d'augmenter la résistance aux actions exceptionnelles telles qu'explosion accidentelle (gaz) ou criminelle (terrorisme) ou encore choc des véhicules.

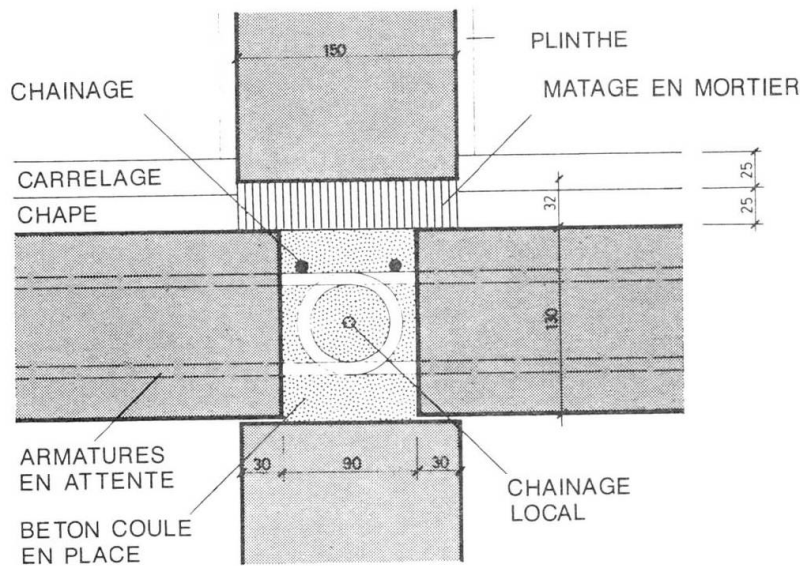


Fig. 2 : Joint COIGNET
Assemblage de Planchers sur
Murs Intérieurs

JOINT AU SOMMET D'UN MUR INTERIEUR

Tout d'abord, on s'est évertué à rendre porteurs la quasi-totalité des murs verticaux, procurant ainsi un appui sur quatre côtés aux éléments de plancher et autorisant de ce fait la disparition sans problème majeur de un ou de même deux des quatre murs d'une pièce.

Ensuite, le rétablissement du monolithisme de la construction a été particulièrement recherché. Les dispositions classiques ont d'abord été adoptées :

- Chaînages en acier HA disposés selon les trois directions de l'espace dans les joints coulés en place entre les éléments.
- Crantage des tranches des panneaux et armatures en attente facilitant le passage des cisaillements à travers les joints.

Ces dispositions sont strictement conformes aux Recommandations Internationales établies en 1969 par le CEB, le CIB et l'UEATC [2].

3. DISPOSITIONS PARTICULIERES - ESSAIS DE CONTROLE

En outre, pour répondre à la demande des consultants de garantir la stabilité dans le cas extrême où trois des quatres murs limitant une pièce disparaîtraient, on a solidarisé d'une manière plus poussée que d'habitude les différents panneaux. Les dispositions ont été testées sur des modèles grandeur nature [3].

Leur but est d'une part, d'éviter la chute du plancher haut d'un étage si trois des murs le supportant disparaissent et, d'autre part, de permettre, dans ce cas, la création de chemins de remplacement assurant la descente des charges jusqu'aux fondations.

3.1 Solidarisation verticale des murs (figure 3)

Les panneaux de murs intérieurs, disposés sur une même verticale, sont solidarisés à l'aide, pour chacun d'eux, de deux armatures $\varnothing 16$ HA, filantes sur toute la hauteur du bâtiment.



A cet effet, des armatures d'une longueur égale à la hauteur d'étage, prises au coulage des panneaux, sont rendues solidaires, après montage, par un manchon en acier moulé dans lequel elles sont ancrées par injection d'un mortier sans retrait. En outre, une platine métallique soudée au niveau de la sous face du plancher est destinée à suspendre celui-ci, en cas de suppression du mur le supportant.

De nombreux essais ont montré que la charge ultime pour un panneau ainsi suspendu est voisine de 280 KN, la rupture se produisant dans les $\varnothing 16$ HA en dessous de la plaque métallique, la soudure formant amorce de rupture.

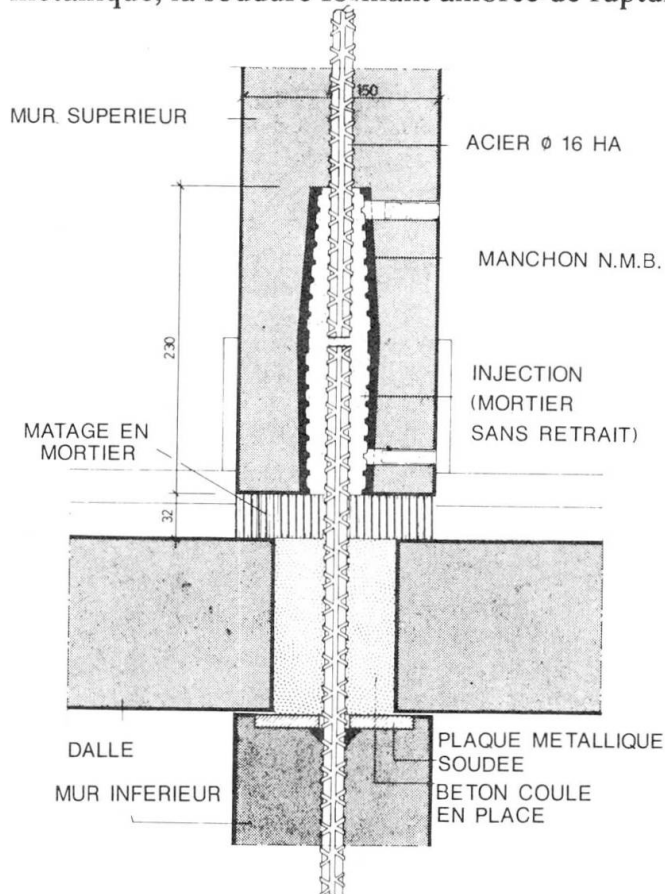


Fig. 3 : Assemblage en Traction

ASSEMBLAGE EN TRACTION

3.2 Solidarisation latérale des murs et des façades (figure 4)

LIAISONNEMENT DES PANNEAUX VERTICAUX EXTERIEURS

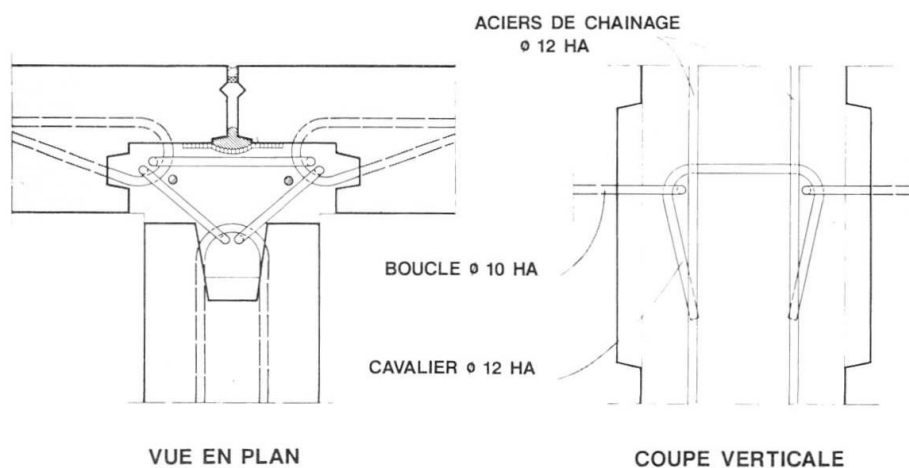


Fig. 4 :
Solidarisation
Latérale des
Murs et des
Façades

Ces éléments sont clavetés entre eux par un dispositif comportant un cavalier $\varnothing 12$ HA crochant entre elles deux boucles $\varnothing 10$ HA, en attente respectivement sur la tranche de chacun des panneaux adjacents. Le plus souvent on a utilisé trois de ces dispositifs sur la hauteur d'étage.

La rupture en traction d'un tel assemblage se produit toujours dans le cavalier, de section plus faible que les boucles. Le clavetage, associé au crantage de la tranche des éléments déterminé à l'aide d'essais antérieurs [4] assure une résistance ultime au cisaillement du joint de l'ordre de 200 kN.

3.3 Solidarisation latérale des planchers (figure 5)

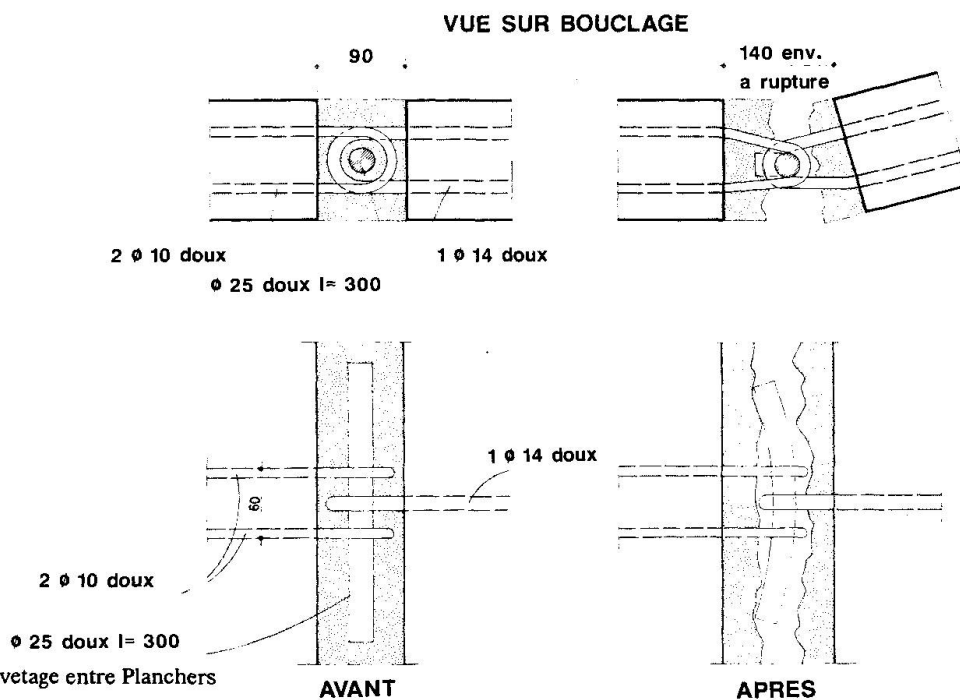


Fig. 5 : Clavetage entre Planchers

Certains éléments de plancher reposant uniquement sur deux côtés opposés, ont été clavetés avec leurs voisins, afin, en cas de suppression d'un ou même des deux appuis, de rester suspendus les uns aux autres en formant une sorte de caténaire. La mise au point de ce dispositif a été rendue délicate par la nécessité d'obtenir une déformabilité de l'assemblage suffisante pour autoriser une flèche raisonnable du caténaire. La figure 5 montre le principe de cet assemblage dont la charge de rupture en traction atteint 120 kN sous une déformation de 50 à 60 mm.

4. FONCTIONNEMENT A LA RUPTURE

Connaissant ainsi les performances des assemblages, le projeteur peut imaginer, dans la structure en panneaux, différentes poutres horizontales ou verticales, formées de systèmes plans ou tridimensionnels, permettant de dévier les efforts vers des chemins de remplacement lorsque le trajet direct jusqu'aux fondations est interrompu accidentellement.

La dépense correspondant aux dispositions complémentaires ainsi mises en oeuvre par rapport au procédé classique COIGNET est de l'ordre de 1,5 % du prix total du bâtiment.



5. ORGANISATION DE LA QUALITE

Pour réaliser ce chantier très important (Béton 600 000 m³ - Acier 35 000 tonnes) l'organisation de la qualité a fait l'objet de beaucoup d'attention :

- Les agrégats subissent chaque jour deux séries de contrôles.
- La centrale à béton, automatique, enregistre pour chaque gâchée le poids des constituants et la puissance consommée par le malaxeur, garante de la constance de l'ouvrabilité.
- La résistance du béton est contrôlée à 2 jours permettant de déceler rapidement tout dérapage de la qualité attendue à 28 jours (30 MPa).
- La main d'oeuvre peu qualifiée (en grande partie venant des Philippines) participe dès son arrivée à un stage de 15 jours dans un centre d'entraînement et reste ensuite pendant 2 mois sous le contrôle de moniteurs européens, avant d'être intégrée dans les équipes.
- Toutes les opérations de fabrication et de montage font l'objet de spécifications précises et de check-lists. Chaque panneau est suivi par une fiche signalétique émargée par les responsables des opérations successives. Un accent particulier est mis sur le contrôle dimensionnel des moules avant coulage ainsi que sur le positionnement des armatures garant de l'absence de corrosion dans le temps, sous le climat très humide de Singapour.
- Qualité et sécurité du montage interviennent pour près de 60 % dans la prime mensuelle attribuée au personnel.
- Les joints d'étanchéité entre panneaux de façade comportent deux barrières : l'une intérieure en bitume armé collé, l'autre extérieure par un mastic souple appliqué à la pompe.
- Dans les pièces humides, le joint entre panneaux verticaux et planchers est traité par imprégnation d'un produit hydrofuge et application d'une membrane de résine, avant pose du carrelage, évitant ainsi toute infiltration d'un étage sur l'autre.
- Pour éviter les moisissures qui noircissent rapidement les façades peintes, on a généralisé peu à peu la prise au coulage en fond de moule d'un revêtement en carreaux de terre cuite insensible à ce phénomène.

Enfin, des réunions systématiques ont lieu périodiquement entre les différents intervenants pour faire le retour de l'information en évoquant les difficultés rencontrées et les améliorations possibles. En conséquence, des modifications sont éventuellement apportées aux spécifications ou aux procédures dans le but d'accroître en permanence la qualité de l'ouvrage.

Ce chantier très industrialisé d'un montant de 2 milliards de francs a commencé en décembre 1981. En septembre 1982 le premier panneau était coulé. La construction se terminera avec 6 mois d'avance sur le délai contractuel.

6. BIBLIOGRAPHIE

- [1] DESPEYROUX J. - ROBINSON J.R. - SAILLARD Y. : L'Effondrement de l'immeuble de RONAN POINT - Annales ITBTP n° 263, novembre 1969
- [2] Recommandations Internationales pour les structures en panneaux CEB - CIB - UEATC, Rome 1969
- [3] LACOMBE G. - LE GALL P. : Les chantiers de logements de Singapour - Annales ITBTP n° 436, juillet 1985
- [4] LACOMBE G. - POMMERET M. : Les joints structuraux dans les constructions en grands panneaux préfabriqués - Annales ITBTP n° 314, février 1974