

Logement pour le tiers monde: présentations d'un procédé de préfabrication qui a fait ses preuves

Autor(en): **Paquet, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **108 (1982)**

Heft 18

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74674>

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.

Logement pour le tiers monde

Présentation d'un procédé de préfabrication qui a fait ses preuves

par Michel Paquet, Genève

1. Introduction

Le présent article décrit un procédé de construction conçu pour la réalisation sur une grande échelle de logements individuels ou collectifs dans les pays du tiers monde à forte croissance urbaine.

A l'origine le procédé était destiné à satisfaire la demande d'une classe moyenne en rapide expansion à Porto Rico. Il s'est étendu par la suite à des projets subventionnés par l'Etat et destinés aux classes les plus défavorisées. Les projets réalisés depuis dans divers pays ou en cours d'exécution recouvrent ces différentes catégories.

Le procédé consiste en un système de préfabrication de modules fermés auto-stables entièrement construits dans une usine foraine peu distante du chantier. Il se distingue des autres systèmes de préfabrication modulaire par les particularités suivantes:

- 1) Les modules sont entièrement aménagés en usine. Il ne reste à exécuter sur le chantier que la pose des modules, les branchements des fluides et les raccords des revêtements et de l'étanchéité de la toiture. Toutes les économies dues à une production industrielle sont donc possibles depuis la fabrication de la structure porteuse jusque dans les moindres détails de finitions.
- 2) La structure porteuse est en béton armé et le système n'a recours à aucun matériau qui ne soit usuel dans la construction traditionnelle.
- 3) Dans le cas d'habitations à plusieurs étages, ou pour des raisons d'isolation phonique, les parois latérales des modules peuvent être utilisées comme coffrage perdu pour le bétonnage des murs entre deux modules juxtaposés.
- 4) La surface du plancher d'un seul module peut atteindre 40 m², ce qui représente le gabarit maximum pratiquement transportable par des moyens standards.
- 5) Malgré leur structure en béton armé et leur grande dimension, les modules sont suffisamment légers pour être déplacés avec un équipement de levage usuel.
- 6) L'usine ne nécessite par d'installation complexe, et la plus grande partie en est récupérable lorsque l'usine est déplacée.

Ce procédé a été inventé, mis au point, réalisé et commercialisé dès 1976 par une société de promotion immobilière portoricaine qui l'a utilisé avec succès soit en tant qu'entreprise, soit sous licence en tant que conseiller technique. Ces réalisations représentent actuellement plus de 4000 logements habités situés à Porto Rico, au Venezuela, au Brésil et au Mexique. La plupart sont aujourd'hui en cours d'extension.

2. Description technique

2.1 Modules

La structure d'un module consiste en quatre panneaux minces de 3,5 à 4 cm d'épaisseur en béton armé. Ils forment le plancher, le plafond et les deux parois latérales. Ils sont renforcés par des raidisseurs légers en acier partiellement noyés dans le béton et disposés transversalement aux panneaux. Lors de l'assemblage, ces raidisseurs sont soudés entre eux à angle droit de manière à former des cadres rigides. En plus de leur participation à la résistance à la flexion, ces cadres assurent la stabilité transversale du module avant sa mise en place et la stabilité au flambage des parois latérales.

Les parois intérieures peuvent être de différents types: panneaux préfabriqués en béton armé, plaques de plâtre, parois légères métalliques ou en matériaux

synthétiques. La première solution est généralement la plus rationnelle car elle améliore le rendement des installations de l'usine.

2.2 Usine et processus de fabrication

L'usine se compose des aires de bétonnage, des aires d'assemblage et de finition, des ateliers de préfabrication et des entrepôts. Une zone supplémentaire tampon peut être nécessaire pour le dépôt des modules terminés.

Aires de bétonnage

La fabrication des panneaux est exécutée horizontalement au niveau du sol, sur une chape en béton faisant office de fond de coffrage. Des caissons amovibles posés sur la chape permettent de réaliser les nervures du plancher. Le coffrage périphérique est constitué de profilés en acier assemblés et mis en place directement sur le sol.

L'armature générale est un treillis soudé galvanisé de 2,5 mm livré en rouleaux et mis en place par déroulage. Les poutrelles préfabriquées en acier sont posées en travers des panneaux sur des supports fixés sur les profilés du coffrage périphérique.

L'expérience a montré que les panneaux peuvent être démoulés et assemblés 24 heures après le bétonnage sans étuvage ni utilisation de ciment à haute résistance initiale. En effet, pour autant que le processus de levage soit correctement exécuté, la quasi-totalité des efforts occasionnés pendant cette opération sont repris par les raidisseurs.

Notons que l'utilisation d'une chape en béton comme fond de coffrage nécessite l'emploi d'un produit démoulant très efficace. On observe toutefois qu'après quelques utilisations ce produit finit par imprégner la chape et qu'une faible application est suffisante.

Le levage du plancher et du plafond est réalisé au moyen d'un palonnier rectan-



Fig. 1. — Mise en place des modules.

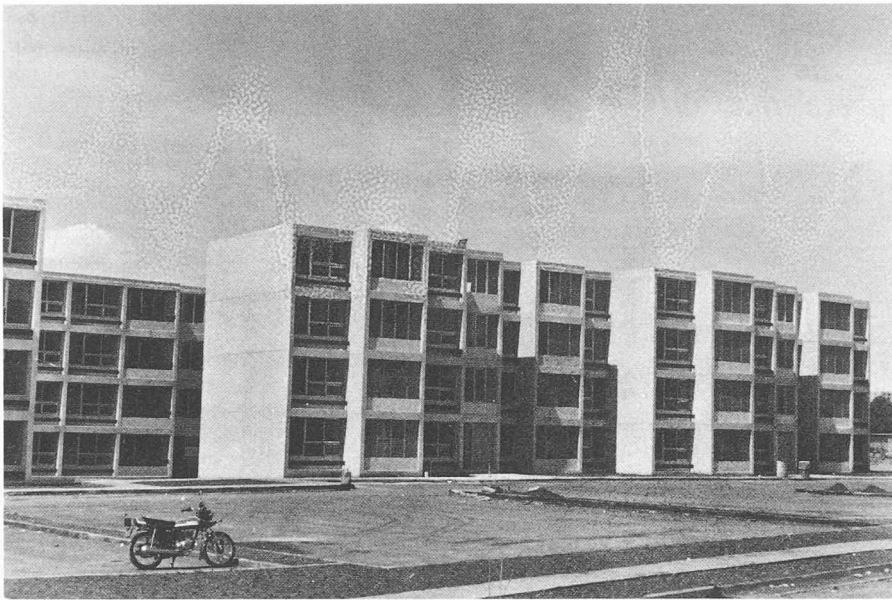


Fig. 2. — Logements collectifs au Venezuela.

gulaire. Celui des panneaux latéraux par un palonnier linéaire fixé d'un seul côté, ce qui permet le basculement en position verticale. Un système de câbles et de poulies permet de répartir le poids uniformément sur chaque extrémité des raidisseurs.

Les pièces sont amenées l'une après l'autre sur l'aire d'assemblage et de finition située à proximité immédiate de l'aire de bétonnage. Pour cette opération la capacité de l'engin de levage (camion-grue ou grue à tour) est limitée au poids d'un seul panneau.

Aires d'assemblage et de finition

Le plancher est déposé sur un support surélevé à quelques décimètres du sol. On amène ensuite les panneaux latéraux qui sont maintenus provisoirement en position verticale par des poteaux fixés au sol. Un système à vis permet le réglage de la verticalité. Après mise en place éventuelle des parois intérieures on dépose le plafond.

Grâce au positionnement très précis des raidisseurs transversaux, les plaques d'angle des raidisseurs horizontaux se placent d'elles-mêmes exactement contre les ailes des raidisseurs verticaux.

On procède ensuite au soudage des angles et l'enveloppe autostable du module est achevée.

Sans déplacer le module, on procède ensuite à son aménagement intérieur: installation électrique et sanitaire, pose des fenêtres et des portes, pose des planchers et des revêtements intérieurs et extérieurs, pose des plinthes, menuiseries, peintures, etc.

Si les sols sont recouverts d'un carrelage on peut poser celui-ci directement après le bétonnage, sur le béton frais. Cette manière de faire permet d'éviter la chape de transition et fait gagner un temps considérable par rapport à la pose traditionnelle.

Les avantages d'aménager les modules en usine sont évidents. Nous citerons simplement pour mémoire:

- la disponibilité immédiate de l'eau, de l'électricité et de l'air comprimé à des postes fixes répartis dans l'usine;
- le contrôle visuel permanent de l'ensemble de la production;
- l'absence de déplacement d'un étage à l'autre;
- les courtes distances entre les ateliers, les stocks et les aires d'assemblage;

— la répétition des gestes à des places de travail fixes.

Le nombre d'emplacements dépend de la durée nécessaire pour aménager les modules. Si l'on produit un module par jour et qu'il faut cinq jours pour l'assembler et l'aménager, il faut cinq emplacements.

Ateliers de préfabrication

Les raidisseurs sont fabriqués en atelier à partir de fers à béton en acier soudable. Aux extrémités des raidisseurs sont soudées des plaques en acier qui servent, après assemblage, de pièces de continuité aux angles des cadres.

Les autres préfabrifications concernent essentiellement les installations électriques et sanitaires, et la menuiserie.

Transport des modules assemblés

Pour le chargement du module sur la remorque on soulève celui-ci au moyen de quatre vérins pour permettre la mise en place de la remorque.

Pour le déchargement et la mise en place du module à sa position définitive on utilise un camion-grue de 200 à 350 tm, selon le poids du module, l'accessibilité et le nombre d'étages du bâtiment. Du point de vue des équipements à engager, cette opération est la plus contraignante du procédé.

Mise en place des modules

Les dernières opérations à effectuer sont les suivantes:

- 1) Ancrage du module à la semelle de fondation ou au module sous-jacent par soudage des fers en attente aux raidisseurs verticaux.
- 2) Branchement des évacuations, des conduites d'eau potable et de l'énergie. Cette opération s'effectue par l'extérieur ou par l'intérieur, par une trappe ou une fenêtre de visite.
- 3) Bétonnage entre les modules contigus, avec le camion-grue.
- 4) Raccords d'étanchéité de la toiture-terrasse ou pose d'une toiture à pans rapportée.
- 5) Raccords de peinture.



Fig. 3. — Logements semi-collectifs à Porto Rico.



Fig. 4. — Logements individuels au Brésil.

3. Investissements pour l'usine

A titre indicatif, le tableau 1 donne la décomposition des coûts d'installation d'une usine située à Porto Rico produisant quatre modules de 33 m² par jour, ainsi que la part d'investissement imputable au projet pendant la première année (1979).

L'investissement initial pour l'installation d'une usine est approximativement de US \$ 6000 par mètre carré de logement produit par jour.

On remarque que le camion-grue de 270 tm représente à lui seul 35% de l'investissement initial total. Dans le cas de projets modestes, où la part de l'usine influe d'une manière importante sur le coût total de production, il peut être intéressant d'établir le projet en fonction de la disponibilité sur place de cet engin, en adaptant les dimensions des modules à la capacité d'un camion-grue existant.

	Investissement initial en US \$	1 ^{re} année US \$
1. Préparation du terrain et des aires de fabrication	73 500	57 800
2. Installation électrique et sanitaire	35 000	27 600
3. Bâtiments provisoires	85 000	56 100
4. Engins, machines et outillage		
a) Equipement pour la fabrication des raidisseurs	17 500	9 700
b) Equipement pour le bétonnage:		
— engins	115 000	33 500
— machines et outillage	9 600	7 500
c) Equipement pour l'assemblage et les aménagements:		
— engins (camion-grue 75 tm)	115 000	32 900
— machines et outillage	17 700	15 600
d) Equipement pour le transport et la mise en place:		
— engins (camion-grue 270 tm)	282 000	81 200
— machines et outillage	7 400	5 700
e) Véhicules légers	37 700	19 200
TOTAL	795 400	346 800 (44%)

4. Conclusion

Un procédé de construction industrialisé a été étudié et appliqué pour la création de logements individuels et collectifs dans les pays à forte croissance urbaine. Vu les délais très courts imposés généralement pour la réalisation de tels projets, ainsi que leur budget a priori limité, ce procédé s'est avéré l'un des plus compétitifs, à qualité égale, parmi les divers systèmes envisagés par les maîtres d'œuvre.

Adresse de l'auteur:
 Michel Paquet, ing. civil EPFL/SIA
 5, ruelle des Templiers
 1207 Genève
 Pour:
 System Concept International Inc.
 Porto Rico

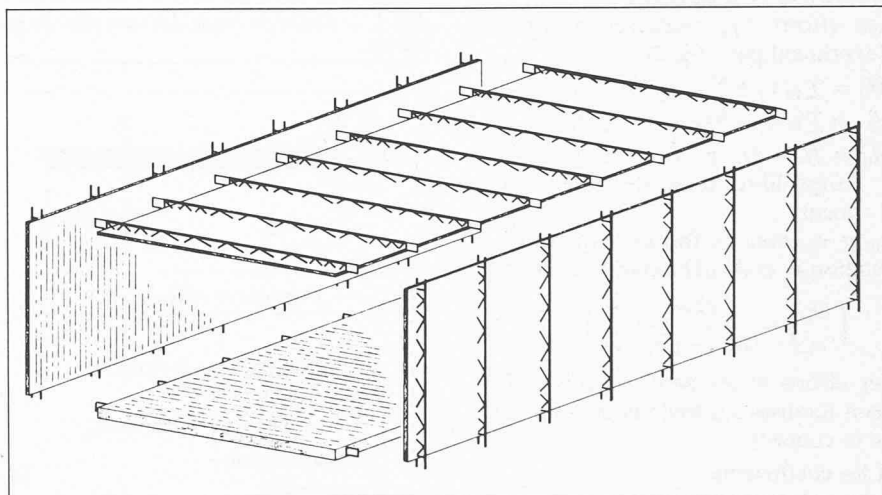


Fig. 5. — Principe d'assemblage d'un module.



Fig. 6. — Panneau en cours de bétonnage.



Fig. 7. — Module de 40 m² bétonné.