

Atelier de préfabrication démontable

Autor(en): **Racoillet, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **97 (1971)**

Heft 24

PDF erstellt am: **20.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-71274>

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.

8. But des essais complémentaires

Des essais, dont vous serez informés cet après-midi, ont déjà été effectués dans le domaine de la précontrainte partielle, tout spécialement à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, sous la direction de M. le professeur Thürlimann. Ils ont montré que ce mode de construction était parfaitement tolérable. Il s'agit de déterminer l'intensité des contraintes additionnelles admissibles et de définir dans quelle mesure on peut les tolérer à 2400 kg/cm², comme pour le béton armé traditionnel.

Le choix de ces contraintes est non seulement conditionné par des questions de résistance, mais par l'ampleur

des fissurations et le comportement de la construction, lors des répétitions de charge.

Ce problème reste délicat car il faut tenir compte que l'essai de charge en laboratoire est un essai que l'on doit considérer comme rapide et qu'il est difficile d'en déduire, sans autre, le comportement du profil avec le temps.

Tous les essais futurs devront s'orienter en tenant compte de ces exigences. Il en est ainsi des essais en cours.

Adresse de l'auteur :

F. Panchaud, professeur, Chaire de béton armé et de précontrainte de l'Ecole polytechnique fédérale, 33, av. de Cour, 1007 Lausanne.

Atelier de préfabrication démontable

par C. RACOILLET, directeur technique du Bureau Setib — Genève (Suisse)

1. Introduction

438 logements du type H.C.M. (habitations pour classes moyennes) sont actuellement en cours de construction à Onex (Genève), chemin du Loup.

Les architectes sont MM. Cailler, Gaillard, Reverdin.

Les infrastructures — sous-sol et niveau des entrées — sont réalisées d'une façon traditionnelle. Par contre, il a été décidé de recourir à la préfabrication pour les neuf étages courants et l'attique.

2. Choix du type de l'usine de préfabrication

Deux solutions s'offraient à l'entreprise W. Jacquet, qui ont fait chacune l'objet d'une étude économique approfondie :

- a) fabrication dans une usine fixe et transport des pièces sur le chantier ;
- b) fabrication sur place dans un atelier démontable.

a) Les avantages de la première solution sont connus :
— Travail rationnel, mécanisé autant que faire se peut, exécuté à des postes fixes, soustrait au maximum aux aléas des chantiers et aux intempéries, susceptible d'une programmation rigoureuse.

— Bonne qualité des produits, tant au point de vue résistance du béton que des qualités de finition et du respect des tolérances imposées sur les cotes.

En contrepartie, les investissements nécessités par ces usines perfectionnées, souvent construites sur des terrains coûteux, sont importants. Ils exigent des programmes à moyen terme de plusieurs milliers de logements et se traduisent par des amortissements qui, ramenés au prix du m² de pièce préfabriquée, sont élevés.

A ces amortissements vient s'ajouter le prix du transport.

Par ailleurs, du point de vue purement technique, les pièces subissent certaines dégradations mineures (épaufrures, éraflures, fissures, etc.) pendant les opérations de transport, de déchargement pour mise au stockage, de pose, de coulage des parties restant traditionnelles, dégradations qui devront être rhabillées au stade des finitions ultimes.

Ainsi, une partie de la qualité obtenue à prix élevé se trouve en quelque sorte perdue inutilement.

b) Il n'y a pas si longtemps, les installations de fabrication sur le chantier ne pouvaient guère prétendre rivaliser

avec les usines fixes pour ce qui est de la productivité de la main-d'œuvre et de la qualité des pièces finies.

Il n'en est plus de même aujourd'hui. Moyennant des investissements relativement raisonnables pour une entreprise moyenne et susceptibles d'être amortis sur un nombre modéré de logements — 1000 environ correspondant à cinq ans de fabrication — il est possible de construire des installations couvertes, démontables, assez hautement mécanisées pour concurrencer les usines fixes du point de vue économie de main-d'œuvre et comme elles, soustraites aux aléas des chantiers et aux intempéries, ce qui permet l'instauration d'une programmation rigoureuse.

Les qualités d'aspect moindres de la pièce à la sortie même de son moule exigent une finition plus soignée au stade ultime, mais qui reste moins chère que la différence du prix des amortissements majorée du coût du transport.

Après examen des avantages et des inconvénients de chaque solution, il a été décidé d'opter pour une unité mobile de préfabrication hautement mécanisée d'une capacité de production sensiblement égale à 200 logements par an.

3. Principes directeurs ayant présidé à la conception de l'atelier

Le premier but recherché a été l'économie de main-d'œuvre dont l'incidence sur le prix des pièces est directe. Cette économie est rendue possible par un emploi judicieux des machines et matériels actuellement à disposition sur le marché.

On s'est efforcé d'atteindre ce but en restant dans les limites d'un budget raisonnable compte tenu des besoins immobiliers du canton de Genève et des possibilités d'amortissement qui ne peuvent être qu'à moyen terme dans l'état actuel d'évolution des techniques.

La justesse de ce point de vue a été confirmée par les modifications dont l'expérience de l'utilisation a montré la nécessité au cours des premiers mois de fonctionnement et qui seront appliquées dès la phase d'études pour le prochain atelier en projet.

Le deuxième principe directeur a été la possibilité de démontage-remontage rapide de l'installation en fin de chantier avec réemploi de la presque totalité de ses éléments de construction.

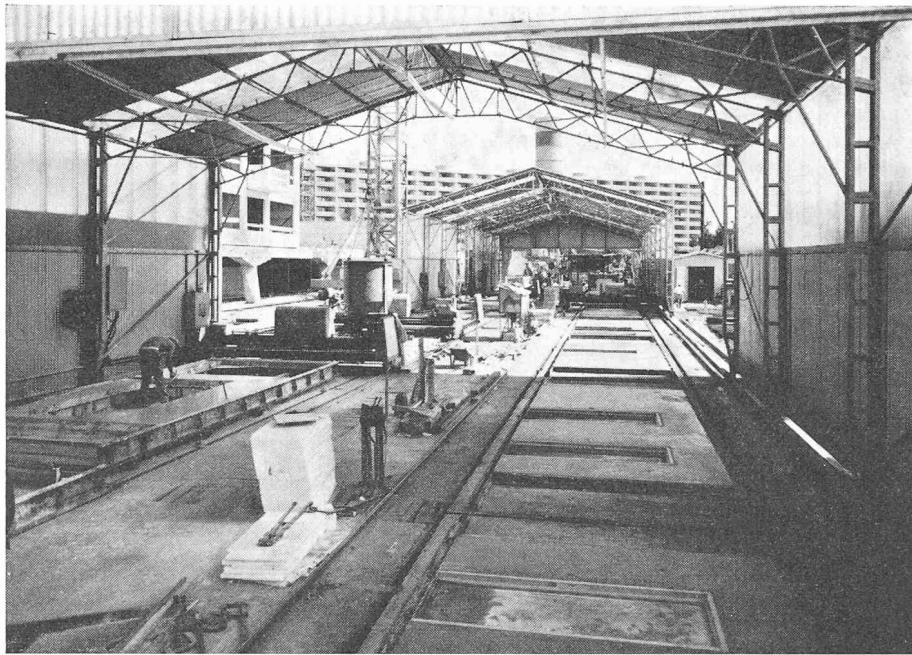


Fig. 1. — Vue d'ensemble de l'atelier de préfabrication.

4. Description générale de l'usine et schéma du processus de fabrication

Le schéma général du processus de fabrication est le suivant :

- En amont de l'atelier : fabrication du béton par deux unités de production indépendantes :
 - l'une pour le béton ordinaire (murs, voiles, cloisons, escaliers) ;
 - l'autre pour le béton de ciment blanc (façades, balcons).

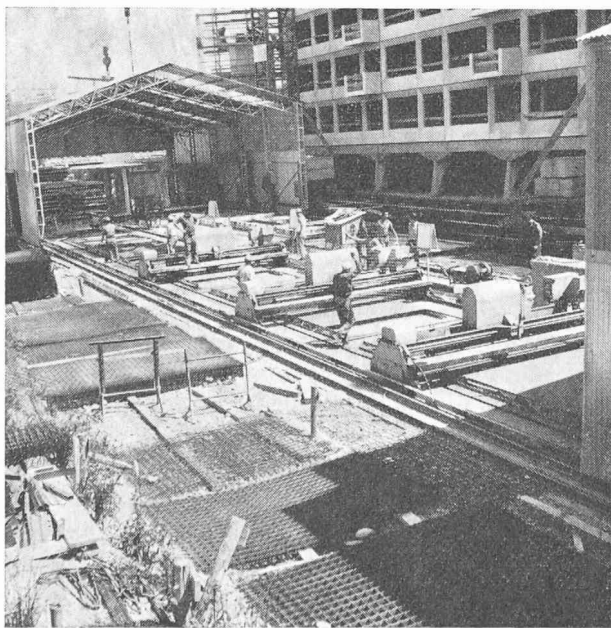


Fig. 2. — Train de machines pour vibration — lissage — super-lissage.

Le béton ordinaire est fabriqué dans une centrale entièrement automatique conduite par un seul homme.

Pour le béton de ciment blanc, dont les quantités mises en œuvre chaque jour sont faibles, une petite bétonnière classique de 350 litres a été prévue.

— Dans l'atelier même : six tables autobasculantes et chauffantes en béton armé servent à la fabrication des murs, voiles et cloisons ; deux autres tables également autobasculantes et chauffantes ont reçu des fonds de moules spéciaux en araldite destinés à la fabrication des façades.

Les planchers et pièces diverses (garde-corps, balcons, escaliers) sont coulés sur une surface convenable de dallage chauffant.

— En aval de l'atelier : des aires de stockage avec chevalets spéciaux pour façades, murs, voiles et cloisons reçoivent les pièces le lendemain de leur fabrication.

De là, elles sont reprises ultérieurement par la grue de pose qui les acheminera à leur destination définitive.

5. Détails de construction et d'équipement

a) Enveloppe de l'atelier

La halle de fabrication proprement dite, qui occupe une surface de 825 m², est couverte par 5 hangars gigognes autorisant le travail par tous les temps. Ces hangars, mobiles et automoteurs, commandés par le seul chef de fabrication, permettent à volonté de dégager n'importe quel poste de travail pour son approvisionnement en béton ou l'enlèvement d'une pièce pour mise au stockage. Chacun d'eux possède son éclairage autonome et un tableau électrique avec diverses prises industrielles permettant le branchement du matériel courant de chantier : perceuses, vibreurs, postes de soudure, etc.

b) Mise en œuvre du béton

Considérant le fait que la partie essentielle du travail dans une usine de préfabrication consiste dans la mise en œuvre de quantités données de béton, une haute mécanisation a été recherchée dans ce domaine.

C'est ainsi que la fabrication du béton, le tirage à la règle et le lissage de la face supérieure des pièces sont effectués par trois machines conduites par un seul homme. Ces machines, ainsi d'ailleurs que les hangars mobiles, sont alimentées par rails électriques afin d'éviter les encombrements et les sujétions posés par les enrouleurs classiques.

c) Moules basculants

Les moules basculants sont constitués par des tables en béton armé de $7,69 \text{ m} \times 3,20 \text{ m}$, reposant par l'intermédiaire de deux axes sur des poteaux en construction mixte métal-béton, eux-mêmes boulonnés sur un radier de fondation.

Ces tables comprennent essentiellement un hourdis de 8 cm d'épaisseur convenablement raidi par deux poutres-caissons creuses longitudinales et deux sommiers transversaux dans lesquels sont fixés les axes de rotation.

Dans le hourdis de 8 cm est incorporée une grille de chauffage en tubes carrés qui joue également le rôle d'armature principale. Une isolation en saxe de 4 cm placée en sous-face de la table empêche de trop grandes déperditions calorifiques.

Vues en coupe transversale, les tables basculent selon un axe situé au milieu de leur dimension transversale de 3,20 m, ce qui assure un parfait équilibre théorique sous charge permanente et sous surcharge centrée.

Les vérins agissent en fait comme freins lors du basculement de la table chargée et n'ont à remonter que la table vide après enlèvement par la grue de la pièce préfabriquée.

Les avantages essentiels de ces tables basculantes sont les suivants :

- leur faible prix (tables en B.A. fabriquées dans un seul contremoule) ;
- leur grande rigidité pour un faible poids, rigidité qui permet des tolérances de fabrication faibles sur les éléments qui seront coulés sur les tables ;
- leur possibilité de remise en état périodique pendant de longues années par un simple ponçage de marbrier de leur face supérieure ;
- le faible prix des vérins et du système hydraulique du fait des puissances minimales à développer par suite du choix de l'axe de basculement.

d) Chauffage du béton

Le béton ordinaire subit un traitement de chauffage qui a été agréé par l'Industrie des ciments suisses. Ainsi, le durcissement nécessaire au décoffrage systématique de toutes les pièces est obtenu en 24 heures (sans emploi de ciment spécial à haute résistance initiale), ce qui permet une programmation rigoureuse de la fabrication.

Le traitement de chauffage, aussi appliqué au béton de ciment blanc, est d'une efficacité moindre à cause de l'interposition, dans le cas des façades, de fonds de moules spéciaux qui font écran thermique entre la source de chaleur et la pièce à couler. Aussi, complète-t-on l'effet du chauffage par l'utilisation de ciment spécial à haute résistance initiale. De plus, la façade est couverte après coulage de plaques isolantes, afin que soit conservée la chaleur dégagée par la réaction exothermique de prise du ciment. Grâce à l'ensemble de ces mesures et à la présence des volumes d'air chaud qui se forment au droit des ouvertures, les panneaux acquièrent une résistance suffisante à 16 heures d'âge pour être levés chaque jour sans problème.

La source de chaleur est un générateur de vapeur automatique à basse pression (0,5 bar), consommant du fuel-oil domestique et d'une puissance calorifique de 315 000 kcal/h.

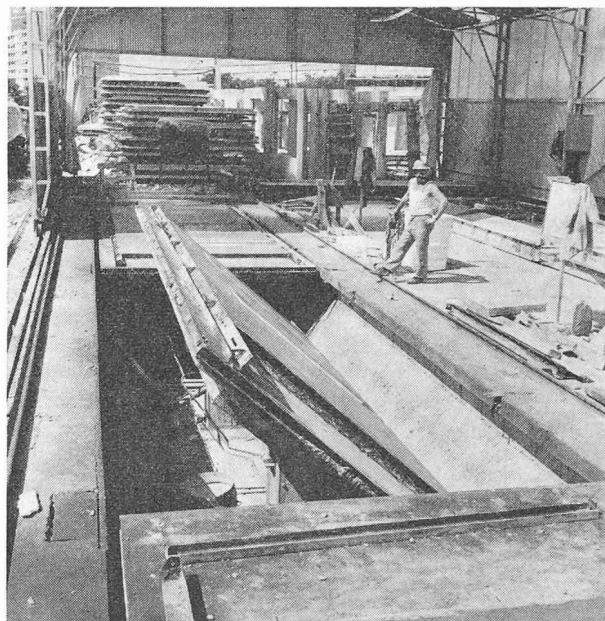


Fig. 3. — Table pour fabrication de murs en cours de basculement.

Le fluide calorifique est de l'eau, qui circule dans des fonds de moules et dont la température a été volontairement limitée à 60° afin d'éliminer les risques d'un chauffage intempestif et trop brutal qui altérerait les qualités finales de résistance du béton et pourrait provoquer des fissurations inacceptables par dessiccation avant prise suffisante.

Des dispositifs automatiques avec systèmes d'horlogerie permettent un fonctionnement avec température d'entretien de l'eau à 30° pendant la journée et passage progressif à 60° pendant la nuit — cette température étant maintenue pendant une douzaine d'heures.

Une prise de vapeur sert à dégeler les agrégats l'hiver, ce qui permet de travailler pratiquement toute l'année.

Au prix d'une légère majoration de la température de l'eau, en utilisant du ciment spécial au dosage de 350 kg par m^3 de béton mis en place et en couvrant les pièces sitôt coulées d'un matelas isolant, il est possible de réaliser

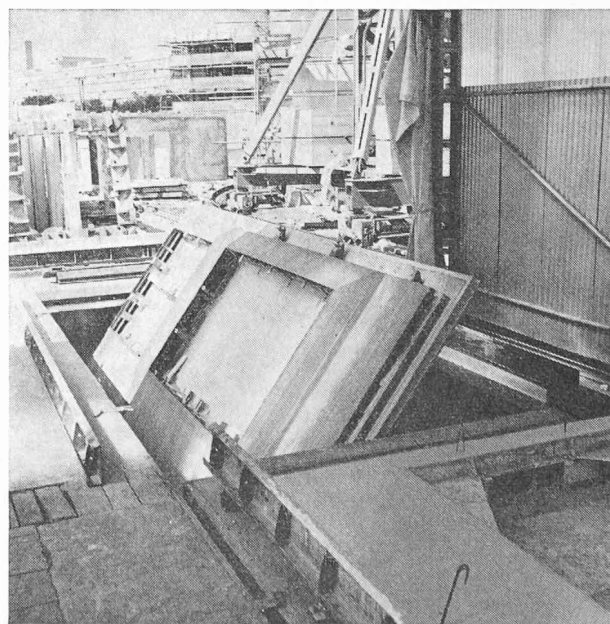


Fig. 4. — Table équipée d'un moule de façade en cours de basculement.

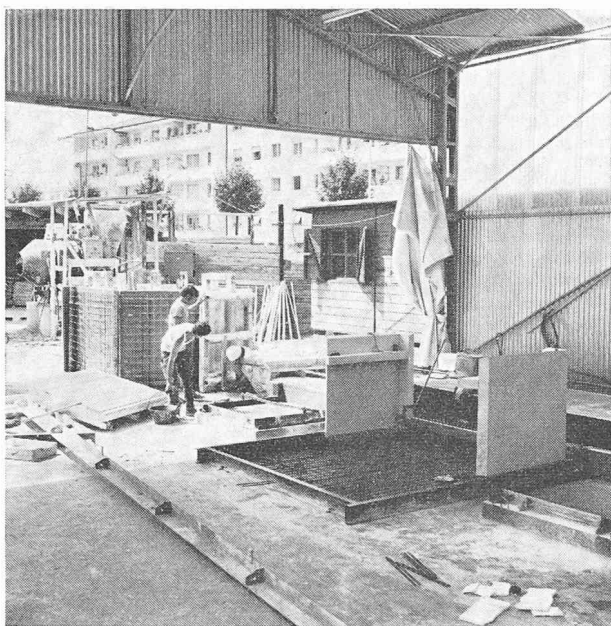


Fig. 5. — Poste de travail « Eléments divers ».

deux cycles de fabrication journaliers sur les six tables basculantes affectées aux murs, voiles et cloisons.

e) Desserte de l'atelier

L'ensemble de l'atelier est desservi par une grue de 144 tonnes/m dont la voie est parallèle à l'axe longitudinal de l'installation. La flèche de la grue — flèche de 30 m — balaie également le chemin du Loup qui longe l'atelier, ce qui permet un déchargement aisé des approvisionnements de l'ensemble du chantier.

f) Joutes de moules

Des efforts de standardisation des joutes de moules ont été faits pour éviter l'encombrement de l'atelier et les pertes de temps de recherche et de manutention. C'est ainsi que les pièces mobiles de bois (fourrures) ont été presque totalement éliminées. Les contremoules sont réduits au strict minimum du fait de l'emploi systématique d'aiseliers métalliques.

De plus, par l'emploi de profilés en tôle pliée convenablement étudiés, la rigidité maximum pour un moindre poids a été recherchée pour obtenir des joutes peu déformables (tolérances sur les cotes des pièces) mais d'un poids raisonnable.

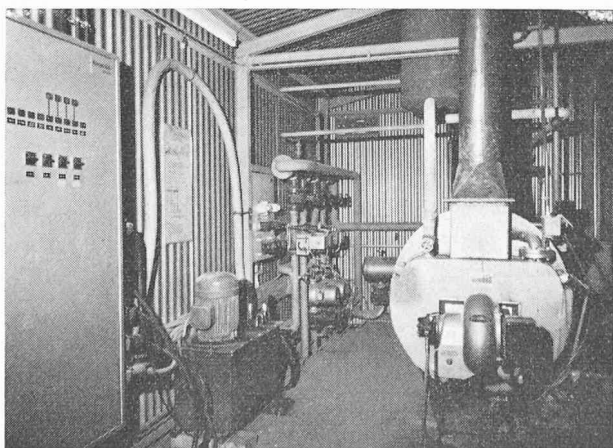


Fig. 6. — Local technique.

g) Ferrailage

Un problème spécifique du ferrailage se pose en préfabrication : il convient que ce ferrailage soit le plus simple possible pour ne pas retarder un cycle d'opérations dont il ne constitue que l'une des phases, cycle qui doit prendre sa place dans les 9 heures d'une journée de travail.

Mais il ne faut point que la sécurité en souffre et qu'elle soit notamment négligée pour le problème des fers d'attente.

De l'effort tout particulier tenté en ce domaine, il résulte qu'il ne faut pas hésiter à utiliser des éléments de ferrailage déjà très élaborés en usine. Même coûteux en prix de fournitures, ces éléments font gagner sur place à l'équipe de ferrailage des heures de façonnage et de pose qui leur permettent de ne pas retarder les autres équipes, d'où un bilan économique final favorable.

h) Productivité

L'ensemble de ces mesures a permis que soit rapidement atteinte une production journalière de régime de 170 m² de pièces environ avec un nombre d'ouvriers directement affectés à la production de 12, plus chef d'équipe.

i) Montage-démontage

Comme il a déjà été dit, tous les éléments coûteux sont récupérables.

C'est ainsi que les tables autobasculantes chauffantes mues par des vérins hydrauliques peuvent être débranchées et déposées en quelques heures (tables proprement dites et pieds de tables).

L'installation de chauffage elle-même, les pompes hydrauliques, les tableaux électriques ont été groupés dans un petit local technique également démontable.

Les voies de grues sont aussi récupérables, ayant été préfabriquées par longueur de 6,55 m, en éléments mixtes, construction métallique et béton armé.

Les chevalets de stockage, en fer galvanisé, sont boulonnés sur des tiges filetées scellées dans des blocs de gros béton.

Pratiquement, seule une surface de dallage de 1000 m² environ sera abandonnée après le chantier.

6. Organisation des équipes

Les études théoriques d'organisation du travail, corrigées par les observations critiques faites sur place pendant la période de mise en route, ont permis de dégager les principes suivants d'emploi du personnel :

a) Les éléments courants — murs, voiles, cloisons, balcons, escaliers — sont fabriqués par de petites équipes spécialisées se relayant aux postes de travail successifs : coffrage, ferrailage, réservations, électricité, bétonnage, finitions.

b) Les éléments spéciaux — façades en béton de ciment blanc — sont fabriqués par une seule équipe responsable de bout en bout de ses pièces.

7. Contrôle électronique de la fabrication

Les programmes précis sont fournis chaque jour avec indication des pièces à fabriquer sur chaque poste de travail.

Par ailleurs, le sous-détail des prix des pièces au m² est initialement rédigé de manière à ce que soient nettement séparés les postes amortissements, matériaux, fournitures diverses, aciers d'armatures et main-d'œuvre.

Chaque jour, le technicien responsable remplit un ensemble de formulaires donnant le décompte exact des heures

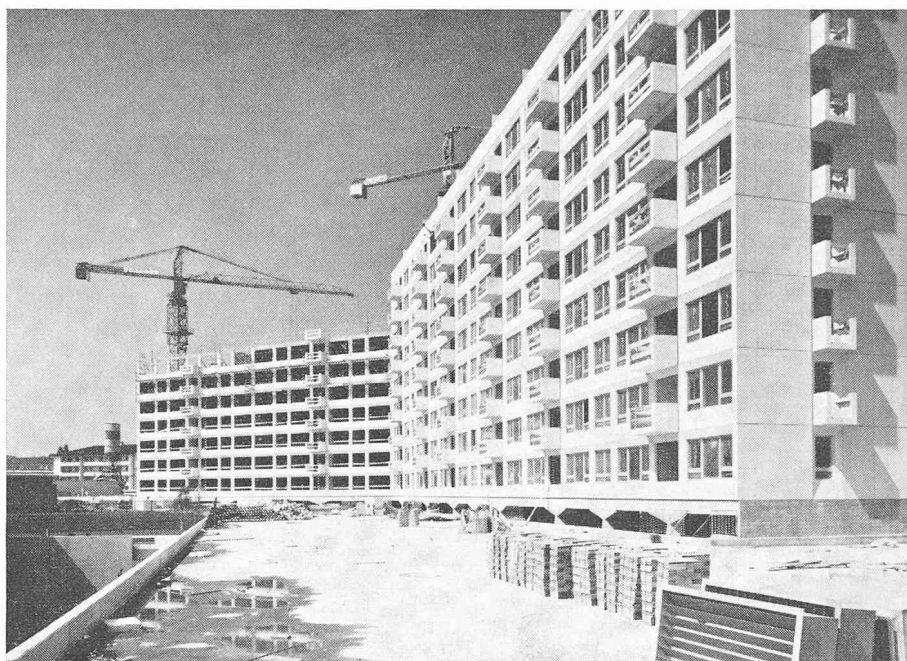


Fig. 7. — Le bâtiment en cours de montage.

de main-d'œuvre et des matériaux et fournitures consommés. L'ensemble de ces renseignements présentés d'une façon convenable permet une exploitation immédiate et quasi instantanée par une machine électronique courante de bureau.

Ainsi sont connus chaque soir les gains ou pertes de la journée de travail tant en main-d'œuvre qu'en fournitures, par rapport aux prévisions faites au stade de la remise de prix.

En cas de dépassement, des mesures immédiates peuvent donc être prises en temps utile. De plus, les situations mensuelles de travaux deviennent d'une rédaction immédiate et peuvent être fort précises.

8. Contrôle technique de la fabrication

Les problèmes de surveillance des travaux de préfabrication sont plus délicats que pour les chantiers traditionnels, dans lesquels le cycle coffrage-ferraillage-coulage occupe une période d'un ordre de grandeur égal à une semaine, ce qui permet à l'ingénieur un contrôle suffisant des armatures au prix de déplacements raisonnablement espacés.

Par contre, c'est tout au long de chaque journée que se succèdent les phases de ferraillage et de coulage dans un atelier de préfabrication, ce qui impose la présence à temps complet d'un surveillant capable d'endosser la responsabilité de la conformité des armatures posées avec celles prévues sur les feuilles de ferraillage.

C'est le technicien déjà chargé de la tenue des formulaires journaliers qui assume ce rôle. Aucune pièce ne peut être coulée sans qu'il en ait donné la permission, après avoir contrôlé lui-même les aciers, les cotes, les réservations et les incorporés.

9. Conclusion

Cet atelier démontable permet, au prix d'un investissement tout à fait raisonnable même pour une entreprise petite ou moyenne, de construire 200 logements par an avec un personnel très réduit. C'est pourquoi, dans un pays



Fig. 8. — Pose d'un balcon.

où prédominent les projets immobiliers d'envergure modestes, il nous paraît préférable à des usines coûteuses, supérieurement équipées et demandant un investissement important ramené au prix du m² de pièce, investissement auquel vient s'ajouter un prix de transport qui n'est pas négligeable lui non plus.

Il convient de noter enfin qu'un contrôle technique constant est indispensable et que le bénéfice complet d'une installation hautement mécanisée ne peut être obtenu qu'au prix du respect absolu d'une programmation établie et contrôlée chaque jour.

Adresse de l'auteur :
C. Racollet, ing. civil SIA, directeur technique de SETIB
2, pl. Cornavin, 1201 Genève