



**HAL**  
open science

## **Donner un caractère obligatoire à la création**

Jean-Jacques Treuttel, Jean-Claude Garcias, Jérôme Treuttel

### ► **To cite this version:**

Jean-Jacques Treuttel, Jean-Claude Garcias, Jérôme Treuttel. Donner un caractère obligatoire à la création. [Rapport de recherche] 0904/94, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nantes; Bureau de la recherche architecturale (BRA). 1994, pp. 49. <hal-03099996>

**HAL Id: hal-03099996**

**<https://hal.science/hal-03099996v1>**

Submitted on 6 Jan 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

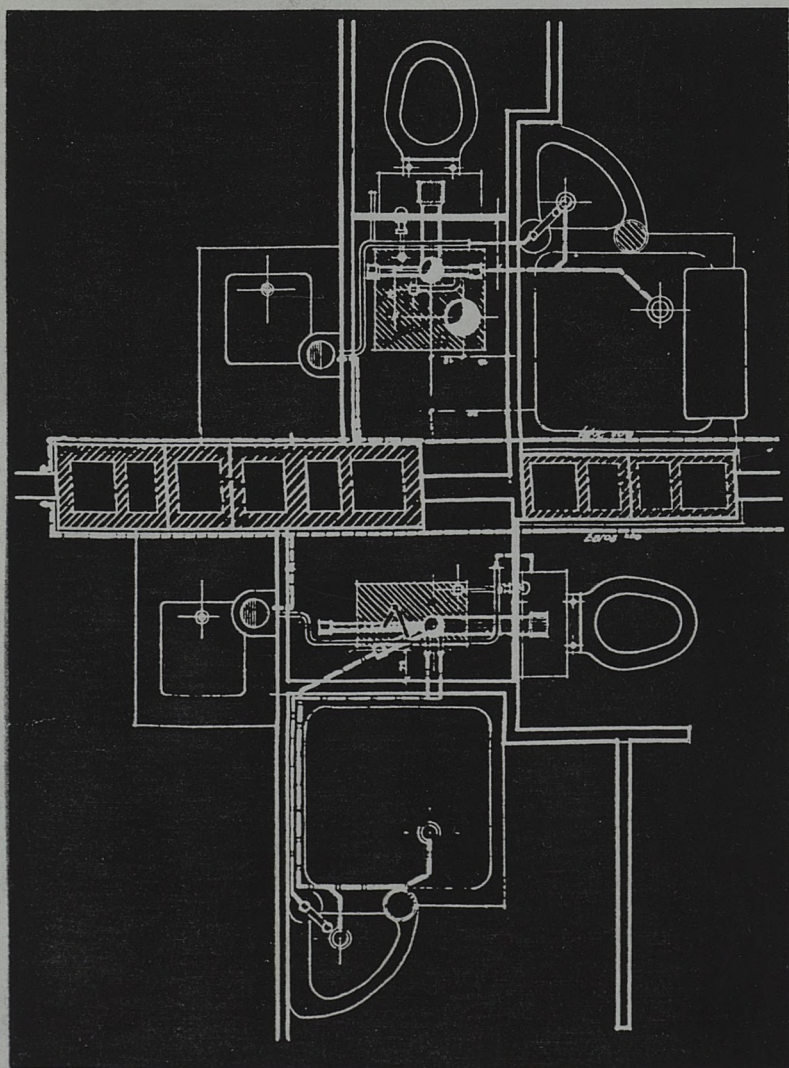


HAL Authorization

324  
MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS  
DIRECTION DE L'ARCHITECTURE ET DE L'URBANISME  
SOUS DIRECTION DES ENSEIGNEMENTS ET DES PROFESSIONS  
BUREAU DE LA RECHERCHE ARCHITECTURALE

"DONNER UN CARACTERE OBLIGATOIRE A LA CREATION"

Architectes, BET et grands ensembles des années 50



TREUTTEL GARCIAS TREUTTEL

Novembre 1994

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS  
DIRECTION DE L'ARCHITECTURE ET DE L'URBANISME  
SOUS DIRECTION DES ENSEIGNEMENTS ET DES PROFESSIONS  
BUREAU DE LA RECHERCHE ARCHITECTURALE

**"DONNER UN CARACTÈRE OBLIGATOIRE À LA CRÉATION"**

**Architectes, BET et grands ensembles des années 50**

Lettre de commande : N° 86442 du 31 août 1992

"Le présent document constitue le rapport final d'une recherche remise au Bureau de la Recherche Architecturale en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports avec le Ministère de la Recherche et de l'Espace. Les jugements et opinions émis par les responsables de la recherche n'engagent que leurs auteurs"

TREUTTEL GARCIAS TREUTTEL

Bureau de la Recherche Architecturale

Novembre 1994

Ce chapitre de notre recherche sur " Dispositifs techniques et logement normé en France après la seconde guerre mondiale" porte sur les rapports entre architectes et bureaux d'études. Il tente de mettre à jour, à partir de l'analyse de cas exemplaires du "secteur industrialisé", les effets des nouvelles orientations techniques des années 1950. sur l'architecture des grands ensembles. Les BET, sous prétexte de guider les architectes dans leurs choix techniques ont alors largement orienté leurs projets de logements. Comment les BET ont-ils traduit l'idée d'industrialisation? Qu'ont-ils retenu des prescriptions constructives des propagateurs de la mécanisation et de la réorganisation des chantiers? Comment ont-ils utilisé les procédés nouveaux ou réactualisés de construction? Notre recherche sur les concours de Villeneuve-Saint-Georges et de Strasbourg n'a pas épuisé ces questions. Elle a cependant démontré que les architectes se sont évertués à raisonner en terme d'assemblages, de "blocs" ou d'éléments répétitifs, et ont tenté de calquer leur mode de pensée sur celui des ingénieurs.

Apparus au début du siècle, les bureaux d'études techniques se sont développés rapidement après la seconde guerre mondiale. Leur rôle est de seconder architectes et entrepreneurs dans leurs options constructives et dans l'organisation des chantiers. Leur mission est donc double: conseiller les architectes afin qu'ils établissent des propositions susceptibles de se plier aux impératifs du secteur industrialisé naissant; transformer les entrepreneurs en industriels en les incitant à la préfabrication d'éléments de construction, si possible en usine. Encouragée par l'Etat, l'industrialisation des secteurs du Bâtiment et des Travaux Publics, avec pour corollaire l'augmentation de la taille des opérations de logements sociaux, nécessitait l'intervention de spécialistes. A cet effet les opérations du "secteur industrialisé" devaient être conduites par des architectes en association avec des BET ou des groupements de techniciens. Le principal objectif était d'abaisser les coûts par rapport à ceux des procédés constructifs traditionnels. Cette réduction des coûts sera obtenue par la normalisation de certains éléments tels que portes, appareils sanitaires. Mais aussi, comme le souligne un article de Techniques et Architecture, "par des compositions d'ensemble inspirées par les règles d'urbanisme actuelles" (1). Autant dire les grands ensembles.

La politique du MRU en matière de logement débute par des concours expérimentaux tels ceux de Villeneuve-Saint-Georges et de Strasbourg. Elle se poursuit par le plan dit du "secteur industrialisé" lancé en 1951 afin de réaliser 10.000 logements par an entre 1951 et 1955. La première phase sera prolongée par d'autres tranches et par le concours "Economie de main-d'oeuvre". Ce concours devait garantir aux entreprises dont les procédés avaient été sélectionnés -21 en tout- un important volume de commandes. L'assujettissement de l'architecture à des impératifs techniques est également renforcé par l'utilisation généralisée du béton armé. De par sa nature hétérogène, ce matériau impose la division des tâches sur le chantier (2). Mais d'une manière plus générale, les contraintes techniques et économiques qui déterminent les constructions de l'après guerre, les impératifs de rentabilité immédiats sont issus de conceptions "planistes" caractéristique de l'idéologie des classes dirigeantes de l'époque. Cette idéologie tente de diviser et classer le réel, de standardiser le travail productif, les modes de vie et de consommation. Tout doit être prévu à l'avance, du rangement des mouchoirs dans les placards jusqu'aux déplacements pendulaires. Pour ce faire la vie quotidienne comme le chantier de construction doivent être découpés en tâches élémentaires. Choses et comportements doivent être standardisés et normalisés à l'extrême. Cette idéologie s'inscrit dans le droit fil de la théorie corbuséenne du "standart", faute d'orthographe comprise.

#### Prescriptions constructives à la fin des années 40.

Sous couvert de technique et de rentabilité il s'agit, entre autres, de rationaliser la production de logements de masse et d'uniformiser les dispositifs spatiaux, de la cellule aux plans masse. De nombreux articles sont publiés à ce sujet dans la presse spécialisée. Certains développent plus particulièrement les aspects techniques, d'autres concernent l'organisation d'immeubles ou de maisons, l'aménagement intérieur des appartements. Ces derniers proposent, à partir d'activités qui se déroulent à l'intérieur du "logis exact", des plans, des schémas de distribution, des répartitions de pièces, des équipements intégrés (3).

Au sortir de la guerre, les constructions courantes (immeubles de faible hauteur soit moins de 4 étages) sont le plus souvent exécutées en maçonnerie traditionnelle ou en structure mixte: murs et poteaux porteurs. Les immeubles entièrement à ossature béton demeurent rares. Dans un premier temps la préfabrication se limite aux cadres béton des ouvertures et à la production de parpaings creux en ciment d'assez grandes dimensions: des blocs que l'on remplit une fois posés de béton léger ou de terre. On rencontre aussi beaucoup de plaques ou

panneaux fixés horizontalement ou verticalement sur la structure. Les revues d'architecture consacrent des numéros spéciaux aux éléments constructifs comme le mur et aux matériaux comme le béton et le verre. Elles montrent fréquemment des détails constructifs d'édifices exemplaires, des photos de mise en oeuvre sur le chantier. Elles présentent des fiches techniques et des procédés novateurs soumis à des brevets, dont le succès n'a pas toujours été à la hauteur des espérances de leurs inventeurs. Elles participent avec enthousiasme au mouvement qui prône l'industrialisation du bâtiment et l'utilisation du béton.

Différentes chroniques préconisent une réorganisation des chantiers en s'appuyant sur la rationalisation des tâches. Le savoir-faire artisanal serait devenu obsolète et inefficace pour résoudre les problèmes d'urgence et de nécessité: la réalisation d'une énorme quantité de logements. Ils font ressortir les problèmes de main-d'oeuvre: cette dernière serait peu nombreuse et non qualifiée (5), et il conviendrait de "remplacer la main de l'homme par la machine" (6). En s'appuyant sur la taylorisation, en prenant pour modèle l'industrie de pointe de l'après-guerre qu'est l'industrie automobile, il s'agit d'augmenter la production et le rendement de l'ouvrier (7), de restructurer les entreprises du bâtiment. Un des grands principes de l'industrialisation est le montage à sec, accomplissement de l'idéal de "l'ouvrier en gants blancs". Les opérations sur le chantier se réduisent à la manipulation d'éléments fabriqués en usine, leur montage et leur ajustage. Il semble que, contrairement à toute attente, comme l'expose B. Vayssière (8) ce sont moins les traditionnelles entreprises du bâtiment qui se restructurent mais plutôt les entreprises de travaux publics qui accaparent les grands marchés. En proposant leurs procédés et leurs savoirs-faire, elles s'adaptent mieux aux nouvelles demandes. Dans le domaine du logement social, la compétition entre constructions traditionnelles considérées comme "archaïques" et constructions industrialisées supposées "modernes" tourne à l'avantage de ces dernières, dès le début des années 50. De même la rivalité entre métal et béton va rapidement tourner à l'avantage de ce dernier, bien que quelques prototypes aient été proposés et même réalisés en métal: maisons métalliques de Prouvé, petit immeuble métallique de Colboc et Philippe, cf T&A n°5-6 1951. Peu répandue, l'ossature métallique continue cependant à fasciner les architectes, comme en atteste un bon nombre de solutions proposées aux concours expérimentaux du MRU.

### **Rapport BET architectes dans trois opérations de logements.**

De par leur médiatisation relative, les trois opérations présentées ci-dessous ont joué un rôle exemplaire dans la mise en place du "secteur industrialisé". Leur publication dans les

revues d'architecture insiste surtout le déroulement de l'étude et de la mise en oeuvre. Elle est moins prolixe sur leur qualité architecturale.

### 1: Reims, secteur industrialisé.

Architectes: les frères Arsène Henry et J.C. Dubost

Bureau d'études SIMESCOL,

in T&A , "Construction 58"

Cet ensemble expérimental construit "sous le patronage du MRU" à Reims comprend la bagatelle de 720 logements. Le premier principe évoqué dans l'article de Techniques et Architecture est la recherche par les architectes d'un système constructif qui "*puisse être reproduit en grand ensemble*" et de matériaux dont la fourniture puisse être assurée. L'objectif est de réduire "*le travail sur le tas qui est ramené à des problèmes de montage*"(9). L'organisation du chantier se fait sur le modèle de "l'atelier d'usine" , répétition, mécanisation, manutentions simples. A cet effet sont mis au point des "plannings" d'approvisionnement,, fabrication, livraison, montage. Sur le plan architectural la standardisation ne se réduit pas à la fabrication d'éléments identiques. Elle concerne aussi la conception d'espaces identiques , tels que 72 cages d'escaliers, 360 cuisines, salles d'eau , loggias et séjours semblables. D'emblée le projet paraît assujéti aux impératifs d'organisation du chantier. Et c'est sans doute de cet assujettissement que les concepteurs attendent un surcroît de beauté.

Les agrégats manquant, les "*architectes ont choisi le laitier de haut-fourneau*". Il fournit un agrégat de faible densité dont la mise en oeuvre se fait au moyen de "*coffrages grilles*": "*Si nous sommes arrêtés sur la description de l'utilisation du laitier et ses avantages, c'est pour rappeler qu'au départ, il y avait une option à prendre et que ce choix entraînait toute la conception du projet. Les logements du Secteur industrialisé de Reims ont été "pensés" en laitier et ne peuvent être autrement qu'en laitier*" (9). Le texte n'indique pas en quoi le projet est conditionné par l'utilisation du laitier. La suite de l'article décrit l'organisation du chantier qui a nécessité une longuemise au point (deux ans). Les planchers étant préfabriqués, l'aire de préfabrication se trouve au centre du terrain ainsi que l'aire du stockage du laitier. De là il doit être acheminé vers le malaxeur pour la fabrication du béton. Quatre grues acheminent les dalles et les bennes de béton afin que le coulage des murs soient effectué sans interruption.

Une idée-clé de l'organisation du chantier est la réduction du temps de mise en oeuvre par la préparation d'éléments en atelier. L'article expose une théorie de découpage du

bâtiment supposée permettre son exploitation aux différents corps de métier. Les travailleurs des différentes entreprises pourront alors effectuer conjointement leurs travaux. Le bâtiment est

divisé schématiquement en fondations, sous-sol, logements, toitures. A l'intérieur de ces divisions on choisit cinq documents graphiques qui doivent permettre de "*définir les éléments choisis, en nature et en nombre, aussi bien en ce qui concerne la fabrication en atelier que pour la mise en oeuvre sur le chantier*" (9). Ces plans sont le plan de détail à échelle grandeur, le plan de l'élément à 5cm ou 2cm par mètre, le plan de montage ou d'assemblage à 2cm ou 1cm par mètre, le plan de repérage à 1cm par mètre, la nomenclature.

## 2: Bondy, secteur industrialisé.

Architectes: H. Colboc, architecte en chef coordinateur, G. Philippe, architecte assistant, architecte d'opération E. Pielberg, N. Laval et R. Roux-Dufort.

Bureau d'études Pelnard Censièrre et Cie.

T&A n°6 "Construction 60", septembre 1960.

L'ensemble, constitué de 1507 logements répartis sur trois terrains, a été construit dans le cadre d'une deuxième tranche du "secteur industrialisé". Le plan masse imposé aux architectes comprend 17 immeubles de 11 à 4 étages, 2 de 3 étages, 4 de 10 étages. Une des difficultés du projet était "*de placer, en utilisant une seule trame, des logements de une pièce et des logements de 7 pièces dans un même immeuble*"(10). Les immeubles sont à ossature. Selon l'auteur de l'article, la préfabrication semble s'être imposée naturellement. Elle comprend la réalisation de "plaques extérieures" en gravillons lavés, des cloisons fabriquées sur place en atelier, les gaines de chauffage. L'utilisation d'un même type de coffrage pour la réalisation des poteaux tous identiques est considérée comme faisant partie de l'industrialisation. Les planchers sont coulés sur place au moyen d'un coffrage roulant. Les murs de façade comprennent les plaques extérieures, une paroi intérieure en béton. Entre ces deux parois est coulé du béton cellulaire. Le mode de fabrication du plancher permet d'y incorporer un "*réseau de tuyaux en caoutchouc gonflés que l'on retire après la mise du béton, ce qui permet de réaliser des canalisations dans la dalle de béton*"(10) et d'incorporer le réseau électrique. Le même principe de réseau est mis en place dans les cloisons préfabriquées. Une centrale à béton était installée sur le chantier.

### 3: Construction de 1890 logements à Meaux.

Architecte chef de groupe J. Ginsberg; M. Doignon-Tournier architecte d'opération.

Bureau d'études OTH

T&A, numéro spécial, " Un bureau d'études, l'OTH" 1965.

L'article retrace d'une manière minutieuse les rapports entre le bureau d'études et l'architecte lors de l'élaboration du projet dès la première phase de l'étude. Il décrit ensuite sa mise au point avec l'entreprise, lors de la phase exécution. Compte tenu de la densité exigée, les architectes ont d'emblée proposé des bâtiments hauts formant des "unités résidentielles". Ce parti aurait été favorable à une certaine standardisation: préfabrication des structures et des parois. Les architectes ont déterminé un certain nombre de principe tels que hauteur, épaisseur et longueur des bâtiments optimisant les dessertes: escaliers, coursives, ascenseurs. L'infrastructure du bâtiment devait être adaptée au sol et être séparée de la superstructure. Cette dernière, dégagée de toute sujétion due au terrain devait être découpée par des joints de dilatation tels qu'ils permettent des unités de construction homogènes. La composition du plan d'architecte devait être adaptée " à la trame des éléments préfabriqués". Le BET avait déconseillé aux architectes "l'emploi de tracé régulateurs métriques qui n'apportent pas de véritable standardisation dans la préfabrication des éléments. L'utilisation de tels tracés de petits module, conduit souvent à de difficiles sujétions de plans, sans aucun avantage en contrepartie sur le plan constructif. Il arrive même souvent qu'un tel tracé régulateur empêche des standardisations de pièces"(11). L'homogénéité des éléments de structure est recherchée, en particulier en fonction du matériel de mise en oeuvre (moyens de levage) bien que ceux-ci ne soient pas connus à l'avance. Le BET préconisait des pièces identiques et superposables, ce qui ne semble pas avoir facilité la tâche des architectes: 6 esquisses ont été nécessaires avant d'aboutir à l'avant-projet.

La première esquisse comprend 6 bâtiments de 20 niveaux ( 440 logements) et 18 blocs de 4 niveaux (360 logements). Tout au long de l'avancement de l'étude le nombre de bâtiments isolés diminue, à la sixième esquisse le projet ne comprend plus que 6 barres de 15 niveaux et trois tours de 22 étages. Dans la première esquisse les escaliers sont en position centrale, la structure est assurée par points porteurs sur trame rectangulaire, le contreventement des tours assuré par l'ossature. Considéré comme peu économique, ce système est abandonné. Un argument supplémentaire est avancé, à savoir que la "variation d'inertie de poteaux et de poutres" (11) s'accommoderait mal de l'esthétique intérieure des appartements. Selon l'auteur, critères techniques et esthétiques se rejoignent. A partir de cette

esquisse, et sur proposition du bureau d'études, l'architecte oriente ses recherches vers un type de bâtiment dont la structure serait constituée par des murs refends et une trame unique de 5 à 5,5 mètres. Dans les esquisses suivantes le plan masse est modifié, les façades sont tramées. A partir de la deuxième esquisse le projet est compatible avec une éventuelle préfabrication, et la structure par murs refends " permet d'assurer économiquement la stabilité" (11). A partir de la troisième esquisse l'escalier est placé en façade, et une nouvelle trame supplémentaire de 4,30 est introduite, ce qui ne satisfait pas le BET. L'architecte s'oriente alors, dans la quatrième esquisse, vers une distribution par coursive extérieure. Le projet comporte des coursives tous les trois niveaux, des appartements en duplex. Le maître d'ouvrage faisant opposition aux coursives extérieures et l'estimation étant trop chère, l'architecte revoit sa copie. Dans la cinquième esquisse, il propose une solution avec coursives ou couloirs intérieurs. Elle comprend 3 bâtiments de 15 niveaux pour des tranches de 800 logements. Le système porteur est par murs refends transversaux, la trame unique de 5,10m permet une bonne standardisation des planchers. Les bâtiments en retour proposés dans la quatrième esquisse sont supprimés. Dans la sixième et dernière esquisse, l'architecte introduit dans le projet des tours de 22 étages comprenant les quatre pièces, sur trame identique à celle des barres.

Une fois le programme de répartition des types d'appartement fixé par le maître d'ouvrage, le travail de l'architecte est soumis à chaque étape à la critique ou aux suggestions du BET. Un parti ayant été retenu, il se résume essentiellement à un jeu de manipulations à la recherche de "la bonne trame", aux choix de dispositions des appartements et de distribution des parties communes. Une fois la dernière esquisse adoptée, l'élaboration d'un avant-projet afin de pouvoir consulter les entreprises implique pour le BET de "*présenter des solutions détaillées, notamment de préfabrication, non pour l'imposer à l'entrepreneur, mais pour lui montrer l'importance des répétitions, les diverses possibilités de fabrication, et la relative facilité de construction d'un projet apparemment compliqué*". (11). L'architecte va modifier certaines dispositions intérieures des duplex afin de simplifier les escaliers, en particulier les escaliers balancés sont supprimés. Dans chaque immeuble il y a deux coursives distribuant les 5 pièces et trois coursives pour les 2 et 3 pièces. De l'esquisse à l'avant-projet, la proposition recherche constamment une simplification "des schémas d'assemblage". Ainsi la mise au point des logements se caractérise par la localisation de points singuliers tels que les gaines et les trémies. Il s'agit de "*les typifier pour permettre une standardisation d'éléments ou d'ensembles constructifs*". et de "*préparer l'intégration de certains éléments d'équipement dans la fabrication des ouvrages de structure*" (11). Au cours des différentes esquisses, le choix du système constructif est déterminé afin "*de satisfaire les architectes au point de vue fini de la réalisation -recherche de dispositif autocoffrants- et de conduire à une standardisation poussée pour réduire le nombre de types de pièces*" (11). Lors de l'avant-projet, le BET étudie la fabrication et la mise en oeuvre, et plus particulièrement la définition des moules dont le bureau

d'étude tente de réduire au maximum le nombre de modèles "*sans que l'aspect architectural ait à en souffrir*". Il détermine aussi la nature et le positionnement du matériel de levage. Le BET tente de mâcher le travail des entreprises, afin qu'elles soumettent un prix convenable qui ne diffère pas trop de son estimation.

Le système constructif comprend des refends longitudinaux et transversaux aux étages, des portiques au rez-de-chaussée. Les façades sont constituées d'allèges passant devant les planchers. Elles sont sans saillies ni loggias puisque "*l'architecte entend les animer par la couleur de revêtements*" (11). L'entreprise Ganier Petin est retenue en raison de la solution technique qu'elle propose pour les planchers. Ceux-ci seront en dalle pleine sans plus value. Cette solution permet de réaliser un chauffage par le sol. Ne pouvant présager de l'équipement de l'entreprise pour ce chantier, cette solution avait été écartée par le BET en raison de l'importance des moyens de levage qu'elle nécessitait. C'est pourquoi il avait proposé, au lieu de dalles pleines, un système de plancher à dalles alvéolées moins lourd qui nécessitait, de ce fait, un matériel de levage moins performant. La solution par dalle permettait le chauffage par le sol apportant une économie de 20% du prix de l'installation intérieure. D'autres modifications interviennent lors de la mise au point du marché en particulier sur le revêtement des panneaux de façades. Aux gravillons noirs et blancs initialement prévus est substitué du grès cérame. Cette modification a pour conséquence de transformer les joues des moules de préfabrication. Un dossier d'exécution concernant l'organisation du chantier, la fabrication et la pose des éléments est mis au point par le BET. L'article souligne l'importance de la réalisation de prototypes. Certains prototypes comme les allèges et refends sont réalisés à l'échelle grandeur, afin de vérifier leur maniabilité. Un bâtiment témoin comprenant neuf cellules d'habitation est réalisé en construction traditionnelle "*en respectant intégralement les cotes intérieures afin de parer avant la fabrication des pièces à d'éventuelle erreurs de conception*" (11). Bel exemple d'hommage rendue à la modernité par l'archaïsme, à moins que ce ne soit le contraire...

Pendant le chantier ces logements servent de bureau pour l'entreprise, l'architecte et le bureau d'études. Un délai relativement long s'est écoulé pour établir le dossier d'exécution (cinq mois). Durant ce temps il a fallu "*exécuter les prototypes et les maquettes, arrêter les détail d'exécution, dresser les plans de fabrication, de pose et de coordination, usiner les moules*"(11). Ce temps est justifié par un gain de productivité lors de la réalisation. L'auteur de l'article considère que sur le chantier après une phase de mise en régie, succède une phase en plein régime. Dans cette dernière phase le niveau de production est constant, il peut même légèrement augmenter durant les travaux grâce à une meilleure maîtrise des opérations. Une série de contrôles est mise en place: qualitatifs pour le positionnement et l'état des pièces, quantitatifs lors du déroulement des travaux. Des améliorations peuvent, selon l'auteur de l'article, être apportées au projet et à sa mise en oeuvre. Elles portent sur l'isolation phonique

et sur les portes palières sur les coursives. Le projet comportait de séchoirs en terrasse, dans des boxes affectés à des groupes de locataires. Leur position et les conditions de leur affectation ayant créé des difficultés aux usagers, le maître d'ouvrage a tenté l'expérience d'une buanderie et séchoir collectif au rez de chaussée de chaque bâtiment, des boxes subsistant en terrasse "pour ne pas donner un caractère obligatoire à cette création" (11). L'auteur se demande si la structure aurait pu être simplifiée "en évitant de couper les refends transversaux par les escaliers intérieurs" (11) c'est à dire placer l'escalier dans la trame en augmentant cette dernière. Mais l'augmentation de la trame aurait agrandi la surface des appartements. L'auteur considère que l'évolution vers des surfaces plus grandes va de pair avec l'augmentation des dimensions des éléments préfabriqués.

### Le rôle des BET.

Intermédiaires essentiels entre architectes et entrepreneurs pour les opérations de grande envergure, les BET ont pour rôle d'assister les architectes dans le choix de structures, d'effectuer le dimensionnement des différents éléments, et de les informer des nombreuses techniques nouvelles. Mais là ne se limite pas leur intervention. En amont du projet ils peuvent conseiller les maîtres d'ouvrage dans l'élaboration du programme, et en aval ils prévoient l'organisation du chantier. La coordination technique lors de la conception, la mission de contrôle et de coordination des travaux, la responsabilité des coûts échappent aux architectes au profit des bureaux d'études. La collaboration architectes ingénieurs se transforme, souvent, en une compétition surtout lorsque un des partenaires tente d'absorber ou d'assujettir l'autre. Ainsi la phrase du directeur de l'O.T.H.: "A ceux qui pensent que des groupements de techniciens peuvent se constituer autour des Architectes pour former des équipes permanentes, je répondrai qu'il serait apparemment aussi logique d'imaginer d'incorporer des architectes de grands talents à des B.E.T. déjà constitués pour former également des équipes permanentes" (11) provoqua un tollé chez les architectes. Ces relations de dépendance ou de rivalité se poursuivent encore aujourd'hui, mais pour d'autres motifs. A en croire l'ouvrage Les architectes et la construction, les BET masqueraient aux architectes la réalité du chantier (12). Cette rivalité peut s'expliquer par le fait que les BET ne limitent pas leur mission à la résolution de problèmes techniques ou aux seuls calculs et dimensionnements de structure mais sous couvert de rationalisation des travaux ils interviennent dans la conception des projets. Avec l'industrialisation du bâtiment, ils considèrent qu'un édifice doit être étudié, dessiné et décrit comme une pièce usinée. Ainsi les dessins et les descriptions n'ont plus pour seul objet de prévoir des dispositifs spatiaux et matériels, mais doivent aussi anticiper des modes de fabrication inusités, des manières de

"faire" dépendantes de l'organisation du chantier, du montage de certains éléments, préfabriqués ou non. Les projets et les solutions techniques qui s'y rattachent sont assujettis à leur facilité de mise en oeuvre, à la lutte contre la perte de temps et le gaspillage, et à des objectifs de rentabilité.

L'aménagement des chantiers, leur planning, ont évidemment pour but de réduire le nombre de tâches: elles doivent devenir identiques, répétitives et élémentaires. Ces tâches doivent être prévues en amont afin de diminuer au maximum les initiatives sur le tas. La raison en serait la déqualification de la main d'oeuvre. On peut à l'inverse considérer que l'industrialisation a participé à la disparition du savoir faire artisanal dans les corps de métier, en prenant pour modèle l'industrie manufacturière. Les savoirs-faire artisanaux de base comme le terrassement, le levage ou le gâchage du mortier sont rendus obsolètes par l'introduction des machines. La mécanisation du chantier induit à son tour de profondes modifications "stylistiques". C'est ainsi que le développement rapide des capacités des moyens de levage à la fin des années 50 favorise l'émergence de grands éléments, quel que soit leur mode de réalisation, qu'ils soient préfabriqués ou exécutés par coffrages industriels.

La taille de ces éléments augmente durant les années 60. Cette augmentation est préconisée par les ingénieurs et les BET modernistes, afin de diminuer le nombre des joints, le nombre des opérations de construction et de pose. Les liaisons en préfabrication, comme les arrêts de coulages sont les points les plus fragiles et les plus délicats à mettre en oeuvre. L'augmentation des dimensions des éléments ( dalles, escaliers, panneaux de façades sur toute hauteur) qui deviennent plus lourds et plus grands, réduit les manutentions d'assemblage sur le chantier. Elle " nécessite" par ailleurs la réalisation d'ensembles de logements toujours plus importants.

Conjuguée à la mise en oeuvre du matériau dominant, le béton, l'organisation "scientifique" du chantier implique que les bâtiments soient décomposables, divisibles, comme un jeu de construction pour enfants. La conception se réduit alors souvent à des recherches d'assemblage et d'agencement à partir modules spatiaux comme on l'a vu à Reims: l'ensemble du "grand ensemble" s'organise à partir de cages d'escaliers, cuisines, salles d'eau, loggias, séjours identiques. Mais aussi c'est la recherche désespérée de la trame parfaite, d'un dimensionnement universel. L'étude d'un parti constructif déterminé conjointement par l'architecte et le BET, s'apparente donc le plus souvent à une étude des combinaisons possibles à partir et autour d'un coût et d'une prévision économique. La simplification de la structure en général recherchée veut dire en fait diminution des opérations de mise en oeuvre qui doit dans la mesure du possible se limiter à des opérations d'assemblage et de réglage.

Une meilleure maîtrise des propriétés mécaniques et physiques du béton armé dans les années 50-60, ses capacités quasi illimitées de moulage, mais surtout le fait qu'il peut être utilisé aussi

bien dans les parties portantes que dans les parties portées, telles sont les raisons de son succès. .

Une revendication essentielle des BET est que leur intervention doit débiter dès l'établissement des programmes pour être efficace. Cette intervention a des conséquences non négligeables dans l'élaboration et la conception des projets. A cet effet l'exemple retenu par l'auteur d'un article de T&A, à propos de l'éclairage des salles de bains, est significatif:

*"Imaginons, à titre d'exemple, que dans un programme de logements, le maître d'ouvrage demande impérativement que les salles d'eau soient éclairées et ventilées naturellement. L'architecte peut en prendre acte et, partant, abandonner tel parti de distribution qu'il eût souhaité retenir. Il peut aussi, et l'aide des ingénieurs risque de lui être utile, essayer de mieux connaître les désirs de son client par une argumentation telle que celle-ci: -vous souhaiteriez naturellement avoir des salles de bains en façade. Mais n'envisageriez-vous pas, si l'on peut tirer une économie importante de l'ordre de 300 ou 400NF par logement, suivant le parti du plan que je vous proposerai, qu'elles puissent être en position centrale ?"* (11). On voit aussi, dans d'autres exemples du même numéro, que l'intervention du BET ne se résume pas à proposer des solutions techniques. Elle tend à infléchir le projet de telle sorte qu'il s'inscrive dans une logique du montage sur le chantier. Un exemple à priori anodin, mais en fait lourd de conséquences, montre ce que pouvaient être les rapports de force entre architectes et BET. Ainsi l'ingénieur du BET déclare:

*"Portons notre attention sur la zone de la cage d'escalier, de l'ascenseur, des gaines, et le séparatif d'appartement"... Comparant deux formes de la cage d'escalier, il poursuit: "Cette disposition que nous appelons en terme de métier diapason présente de nombreux retours d'angles; elle ne peut être exécutée de façon rentable par éléments préfabriqués, non plus que par grands éléments coffrants? Pareille dentelle ne peut pratiquement se réaliser qu'en aggro, ou, à la rigueur, en coffrant, par petits éléments? Imaginez, dans ce cas, le nombre d'opérations d'assemblage et de réglage des coffrages, et son incidence sur les prix... car il faut bien, en définitive, que quelqu'un paie cette difficulté d'exécution."... Mais ce qui, dans les procédés traditionnels, n'est qu'une faible sujétion, peut devenir très lourd de conséquences avec les méthodes modernes de construction. ... Doit-on se contenter de rechercher le possible (et construire cette cage d'escalier est possible) ou convient-il que l'architecte ne s'estime satisfait que lorsqu'il aura obtenu la disposition de plan la plus facile à construire avec les moyens modernes de construction? Un plan simple encourage précisément l'entrepreneur à utiliser ces modes constructifs nouveaux et qui plus est, à en rechercher de plus perfectionnés encore. Il porte en germe le progrès.. (11)*

Les choix de dispositifs spatiaux, structurels ou esthétiques, et même les contraintes économiques, ne sont plus les seuls moteurs de la conception architecturale des

logements sociaux. Un nouveau facteur essentiel devient la possibilité d'organisation du chantier, sur le modèle du travail en usine.

### Du rationalisme structurel au rationalisme d'assemblage

Vers la fin des années 50, avec le développement des coffrages métalliques et l'augmentation des capacités des moyens de levage, l'immeuble à ossature ou poteaux-poutres tend à être remplacé par l'immeuble à refends porteurs, perpendiculaires ou parallèles aux façades. L'évolution de la mise en oeuvre des chantiers marque le retour des structures par parois porteuses au détriment des structures par points porteurs. Les parois porteuses induisent des contraintes importantes quant aux dispositifs spatiaux intérieurs. Ceux-ci sont assujettis à des trames ne dépassant pas 6 mètres. Les structures à refends porteurs facilitent l'incorporation des équipements, les réseaux électriques et de chauffages dans les dalles et les parois, elles permettent de lutter contre les aspérités. Les choix structurels et les impératifs technico-économiques vont devenir, dans le logement social, les éléments moteurs de l'esthétique du lisse qui deviendra dominante dans les années 60, ce qu'elle n'était pas au sortir de la guerre.

Les choix techniques étant surtout l'apanage des BET, les choix esthétiques sont considérés comme du ressort des architectes. Ils sont souvent réduits à la recherche d'une bonne qualité de finition ou au choix du revêtement extérieur des façades et de sa couleur. Ils s'opposeront, cependant, autant que faire se peut au rôle de décorateur que l'on veut leur assigner. En effet la tradition française du rationalisme structurel, qui consistait à montrer les éléments de construction, à souligner les points de passage des forces, à exhiber la structure où au moins dévoiler "la manière de faire" du chantier, cette tradition donc est remise en cause par les choix constructifs et les nouveaux modes de production du bâtiment. Les structures par refends porteurs, les constructions constituées par préfabrication lourde ou par coffrages ne permettent pas de montrer l'écoulement des forces:

*" Mais je voudrais maintenant me placer à un point de vue plus général: vous savez par exemple que dans les constructions à parois fixes notamment, les fonctions de structure sont, le plus souvent, assumées par les parois elles-mêmes. Les lignes de force des efforts, au lieu d'être canalisées par des éléments prismatiques tels que poutres et poteaux, se diluent dans ces parois, le mécanisme des forces devenant le plus souvent fort complexe, et très difficile à imaginer. N'est-il pas illusoire, voire chimérique, de vouloir exprimer nettement la fonction de stabilité alors que celle-ci se trouve incluse dans les parois? N'est-ce pas plutôt l'organisation des parois qu'il conviendrait de mettre en relief...En termes d'architecture, à la finesse des*

*structures tend ainsi à se substituer peu à peu l'expression de la facilité de fabrication et de mise en oeuvre: esthétique différente peut-être, plus plastique et moins intellectuelle"(11).*

Plutôt que de s'évertuer à montrer des efforts impossibles à mettre à jour certains ingénieurs en viennent à considérer qu'il faut souligner les joints d'assemblages, que ce soient les joints entre panneaux ou les arrêts de coulage. La mise en place de grands panneaux de préfabrication justifierait difficilement l'exhibition d'ossature " *en préfabrication il est difficile de réaliser des ossatures réglées, il est plus simple que les éléments de façade s'appliquent sur les refends porteurs ou les poteaux et cachent les faux aplombs*". L'esthétique du "brutalisme", qui caractérise l'architecture de cette époque, serait donc une esthétique de résistance, proposée consciemment ou inconsciemment par les architectes pour lutter contre la disparition du savoir faire sur les chantiers. En indiquant le tour de main de l'ouvrier, le matériau brut de décoffrage, cette "plastique" rugueuse induite par les veines du coffrage bois, s'oppose aux procédés "lisses" de rationalisation et de normalisation de la fabrication industrialisée obtenue à partir de coffrages en acier, tôle, etc ... préconisé les ingénieurs. L'utilisation "honnête" d'un matériau comme on a tendance à le présenter dans les années 40-50, comme le béton brut à l'extérieur sans compromis de revêtement, n'est pas nécessairement pertinent au plan technique, comme le démontreront d'innombrables opérations PALULOS dans les années 80. Le béton "brut" n'est pas réellement utilisé pour ses qualités physico-chimiques, comme le voudrait la théorie fonctionnaliste simplette. Il relève plutôt d'a priori esthétiques. La texture des bâtiments s'accommodera rapidement d'ailleurs de revêtements comme le grès ou la pâte de verre, aussi peu "honnêtes" que les stucs imitant les bossages massifs des années 1840, ou que les placages de pierre sur cadre béton et remplissage de briques des années 30.

#### **En guise de conclusion provisoire.**

La conception des bâtiments des grands ensembles est donc le résultat de logiques différentes et difficilement conciliables: celle des BET et celle des architectes. Les premiers tentent de découper les opérations de mise en oeuvre en tâches élémentaires et en une succession d'opérations de façonnage et de montage. Par là même il orientent le processus de conception et les projets en une succession d'édifices décomposables à quelque échelle que ce soit: des "blocs", "éléments" ou "modules" qu'il s'agit de combiner et d'assembler. Encore bridée pendant les années 50 et 60 par un reste de tradition néo-classique ou Beaux-Arts, cette attitude techniciste conduira partiellement aux proliférants des années 70. A la période qui nous occupe, les architectes veulent éviter d'être cantonnés dans un rôle de décorateur: ils opposent aux BET une esthétique de résistance, le "rationalisme structurel" ou le "brutalisme". Ils se

conformeront plus tard, sous couvert de high tech ou de "minimalisme", à une esthétique du lisse, visant au maximum d'effet avec le minimum de matière

#### Notes.

- (1) Secteur industrialisé: 7319 logements", Techniques et Architecture n°11-12, 1954.
- (2) Voir à ce sujet l'article de S. Ferro "*Le béton comme arme*" in Dessin Chantier n° 1, UPAG Grenoble.
- (3) On peut noter les articles de: Pierre Sonrel "*les fonctions de l'habitation*", de André Hermant "*Habitat 1947*" in T&A n°5-6, 1947; Maurice Crevel "*le programme de l'habitation*" in Oeuvres et Maîtrise d'oeuvre, 1945; Ch. Rambert "*Habitation collective sujétion et solution*" in A.F. 163-164, 1957.
- (4) Pol Abraham, "*L'architecture préfabriquée*", in Oeuvre et maîtrise d'oeuvre, Les architectes au service de la reconstruction 1945. D'une manière ambiguë, Pol Abraham considère que plusieurs modes constructifs doivent être préservés concurremment: "Si la préfabrication est éminemment favorable à un fonctionnement rationnel, donc économique, du chantier, elle ne doit pas systématiquement, idéologiquement, se substituer aux moyens traditionnels si ceux-ci sont en fait plus économiques. Question de dosage empirique et non de doctrine à priori".
- (5) Lods, "*Reconstruction et Construction*", ibidem.
- (7) voir à ce sujet la conférence de A. Caquot (Président de la commission de modernisation des matériaux de construction) reproduite dans Travaux mars 1947 n°149.
- (8) B. Vayssière, "*Reconstruction, Déconstruction. Le hard french ou l'architecture française des trente glorieuses*" Picard, Paris, 1988.
- (9) Technique et Architecture, "Construction 58", n° 4 septembre 1958.
- (10) Techniques et Architecture, "Construction 60", n°6 septembre 60.
- (11) Techniques et Architecture, numéro spécial "Un bureau d'études: l'OTH", 1961

(12) Les architectes et la construction, V. Picon-Lefebvre et C. Simmonet, éd. Techniques&Architecture, Paris 1994.

(8') Pol Abraham (1891-1966), second grand prix de Rome, fut l'élève de Pascal à l'Ecole des Beaux Arts de Paris. Il écrivit une thèse pour son diplôme de l'école du Louvre qu'il publia en 1934, Viollet-le-Duc et le rationalisme médiéval, éd. Vincent Fréal, Paris. Associé dans les années 20 à A. Sinoir, il réalise quelques maisons art déco. Il se fait remarquer par son immeuble bd Raspail, le collège Montmorency, des sanatoriums en Haute-Savoie avec Le Même et des villas aux Sables-d'or-les-Pins. Il fut lauréat du concours pour le chantier expérimental à Orléans en 1942, et mit au point un système de préfabrication. Pendant la guerre il préside la Commission de Normalisation de la Maçonnerie. Il publie en 1946 L'architecture préfabriquée. On lui doit de nombreux articles sur la construction.

(9) Pol Abraham, L'architecture préfabriquée, édition Dunod, Paris 1946.

(10) " On propose de réserver, par conviction, le mot préfabrication aux modes de bâtir qui tendent à remplacer plus ou moins complètement le façonnage sur le tas par la préparation en usine, les opérations sur le chantier se réduisant alors, et dans une mesure variable, à du montage. Pol Abraham "L'architecture préfabriquée" in Oeuvres et Maîtrise d'oeuvre, les architectes au service de la reconstruction. Paris 1945.

(11) " Entre la conception vétuste de l'architecte dont chaque création est un prototype et celle de la firme dont les préoccupations artistiques seront pleinement satisfaites quand elle aura fait appel à un architecte pour présenter, plus agréablement, son modèle unique, il y a place -la plus grande place- pour une organisation du bâtiment conciliant la liberté architecturale et la fabrication industrielle en grande série". Ibidem.

(12) François Vitale, "*Stabilité du Mur: contribution à l'étude pratique de la stabilité des constructions*" et "*Histoire du mur: contribution à l'étude des procédés de construction*", in T&A 1943.

(13) Max Blumenthal, "*La construction du mur*", in T&A, 1943.

(14) voir à ce sujet les articles sur les liants, in T&A 1948.

(15) Charles Rambert, "*Problèmes techniques du bloc habitat*", in A.F. n°141-142 1953.

(16) Alexandre Persitz, "*Considérations sur l'équipement de l'habitation*" in L'Architecture d'aujourd'hui, mai-juin 1947. " L'apparition de la préfabrication dans le bâtiment, appliquée au

gros oeuvre, a tout naturellement amené des études techniques nouvelles pour des systèmes de canalisation et l'introduction de la notion de "bloc sanitaire". Il semble logique, en effet, de grouper d'abord tous les appareils mécaniques et d'essayer de limiter encore plus le travail sur le chantier, appliquant ainsi la fabrication "en atelier" non plus à différents appareils, mais à leur ensemble".

(17) Claudius Petit, "*Introduction au concours de Strasbourg*" in *T&A* n°11-12, 1951, "Le chiffre de 200 logements, qui semblait très gros en 1949, est nettement apparu insuffisant pour permettre une organisation du chantier où l'industrialisation ait toute sa part. On s'habitue vite aux dimensions nouvelles et peut-être que bientôt nous constaterons que le chiffre permettant une industrialisation réelle, génératrice d'économies certaines, entraînant une nécessaire réforme de travail, se situe à un niveau plus élevé".

(17) Les frères Solotareff sont connus pour avoir construit avant-guerre un immeuble situé à l'angle du bd Jordan et la rue Emile Faguet et destiné à être loué à des professeurs d'université.

(18) Treuttel-Garcias-Treuttel, "*Le squelette et la jeune fille: analyse structurelle de quinze immeubles parisiens de l'entre-deux-guerres*". BRA, 1991.

(20) "IL est souvent plus profitable d'appliquer le réflexion de l'ingénieur à simplifier la conception ou la fabrication d'éléments de série, après avoir dégagé de telles série". Ibidem .

(21) ibidem p. 100.

(22) Trois immeubles à Nanterre, *A.A.* n°50, 1957.

(23) *AF* n° 223-224, Habitations collectives, 1961.

(24) *AF* n° 103-104 concours du MRU, 1950, notice descriptive p.18.

(25) ibidem, Extrait du rapport de Abraham, Brun, Dupécer. P.32.

(26) ibidem, notice descriptive p. 38.

(27) ibidem, "*Procédés E.P.B., murs extérieurs banchés*", p. 104.

(28) ibidem, notice descriptive p.45.

(29) *AF* n° 117-118, concours du MRU, 1951, Notice descriptive p. 28.

(30) *ibidem*, notice descriptive p.32.

(31) *ibidem*, notice descriptive p.42.

(32) "On a reproché à l'enseignement de l'école des Beaux-Arts son caractère stéréotypé, hors de la réalité. Mais peut-être est-ce le savoir-faire artisanal que son humanisme suppose qui était mal adapté au développement industriel. Il n'était pas fondé sur une abstraction, mais sur un savoir-faire dépassé." p. 113 in Deux essais sur la construction, A. Dupire, B. Hamburger, J.C. Paul, J.-M. Savignat, A. Thiebaut, éd. Pierre Mardaga, Bruxelles 1981.

### Ouvrages traitant de la construction.

H.Bressler, Y. Keromes, D. Mangin, V. Sabatier, Le mur diplomatique, Ecole d'Architecture de Versailles, recherche BRA, 1985.

J.P. Epron, Essai sur la formation d'un savoir technique, le cours de construction, CEMPA, recherche CORDA .

C.C.I., Architecture et Industrie, édition C.C.I. Centre Georges Pompidou, Paris 1983.

A. Dupire, B. Hamburger, J.C. Paul, J.M. Savignat, A. Thiébaut, Deux essais sur la construction, édition Mardaga, Bruxelles 1981.

L'idée constructive en architecture, actes du colloques tenu à Grenoble, nov. 1984, édition Picard, Paris 1987.

## ANNEXE

Extraits des publications :

### 1 : Reims, secteur industrialisé.

architectes : les frères Arsène Henry et J.C. Dubost

Bureau d'étude SIMESCOL,

Technique et Architecture N° 5 juillet 1958 "Construction 58"

### 2 : Bondy, secteur industrialisé.

Architectes : . Colboc: architecte en chef coordinateur, G. Philippe: architecte assistant,  
architecte d'opération : E. Pielberg, N. Laval et R. Roux-Dufort.

Bureau d'études Pelnard Censièe et Cie.

Technique et Architecture N° 6 septembre 1960 "construction 60"

### 3 : Construction de 1890 logements à Meaux.

Architecte chef de groupe J. Ginsberg; M. Doignon-Tournier architecte d'opération.  
Bureau d'études OTH

Technique et Architecture, numéro spécial, 1965 "Un bureau d'études, l'OTH"

## Reims • secteur industrialisé

LES FRÈRES ARSENE HENRY, J.C. DUBOST, ARCHITECTES

SIMECSOL, B.E.T.

U.T.E., PARIS ET G.E.C.C. REIMS, ENTREPRISES PILOTES

La décentralisation de la Région Parisienne et l'implantation d'industries dans l'extension de la zone industrielle de Reims ont créé un besoin supplémentaire de logements. C'est ainsi que le Secteur Industrialisé de Reims, en plus de la cadence normale de réalisation des différents organismes constructeurs, est venu se placer dans le cadre de l'économie régionale, tout en ne créant aucun désordre dans le marché de la main-d'œuvre et dans celui des matériaux.

Pour répondre à l'esprit du Secteur Industrialisé, ensemble expérimental lancé sous le patronage du M.R.L. et pour tenir compte des impératifs locaux précités, les architectes ont recherché un système de construction capable d'être reproduit et reconduit en grands ensembles et des matériaux non régionaux dont la fourniture sur le plan national pouvait être assurée.

Le programme imposé comprenait d'une part 720 logements (80 de 2 pièces; 80 de 3 pièces; 280 de 3 pièces; 56 de 4 pièces) répartis en immeubles de 5 niveaux, et 112 logements (56 de 3 pièces; 56 de 4 pièces) répartis en deux immeubles-tours de 14 niveaux.

De façon à répondre aux problèmes de productivité, d'économie de main-d'œuvre, de standardisation, de rapidité, d'économie, tout l'effort a porté sur la normalisation des éléments et leur répétition.

### Economie de main-d'œuvre

- Augmentation du volume de travaux en atelier d'usine ou atelier de chantier.
- Limitation du travail sur le tas, ramené à des problèmes de montage.
- Qualification de personnel, soit en manutention simple, soit en ouvriers spécialisés.
- Répétition du même geste et accoutumance.
- Mécanisation importante du chantier.

### Rapidité

- Préparation et organisation par plannings (plannings d'approvisionnement, de fabrication, de livraison, de montage).
- Succession bien échelonnée dans le temps des éléments.
- Liberté d'action d'une opération, maîtrise des lieux pendant son intervention.

— Chantier sec (donc sans période de séchage) limitant les temps d'immobilisation tout au moins pour les Corps d'Etat d'équipement et d'aménagement.

### Economie

- Répétition en grande série d'un élément.
- Répétition des assemblages.
- Réduction des heures de chantiers.
- Rapidité de montage.

### Standardisation

- C'est ainsi que les 720 logements se décomposent en :
  - 72 cages d'escaliers identiques,
  - 360 cuisines salles d'eau, loggias, salle de séjour et 1 chambre, identiques à gauche et à droite.

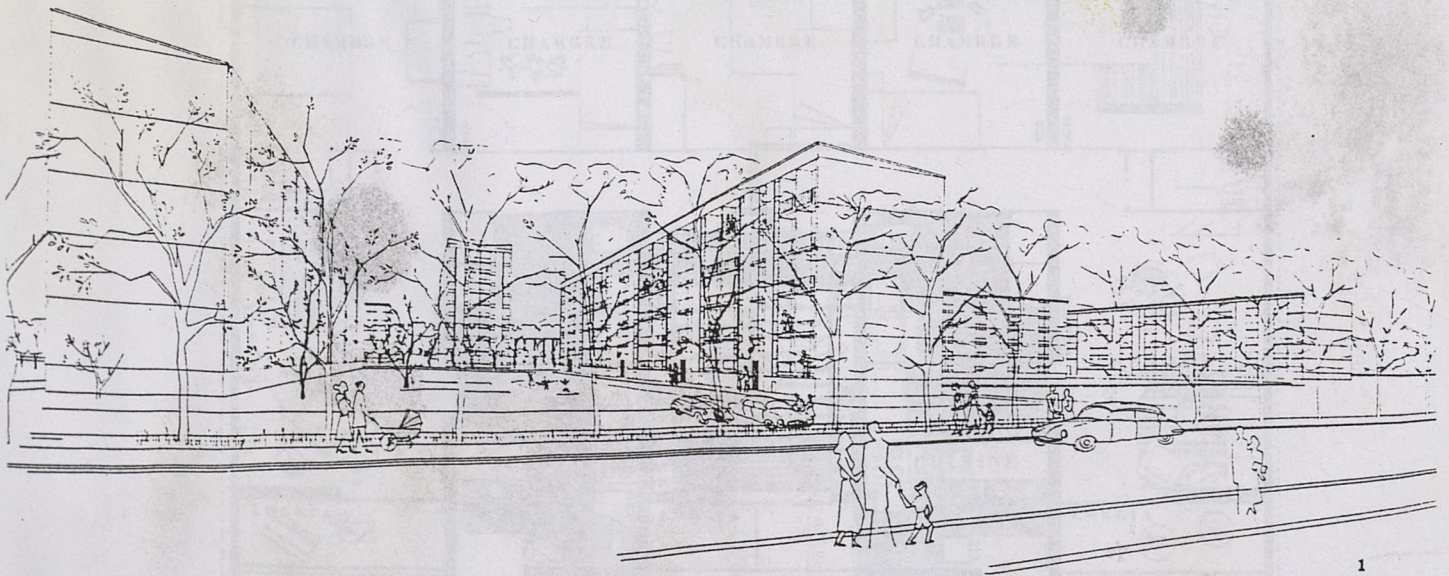
### Exemple :

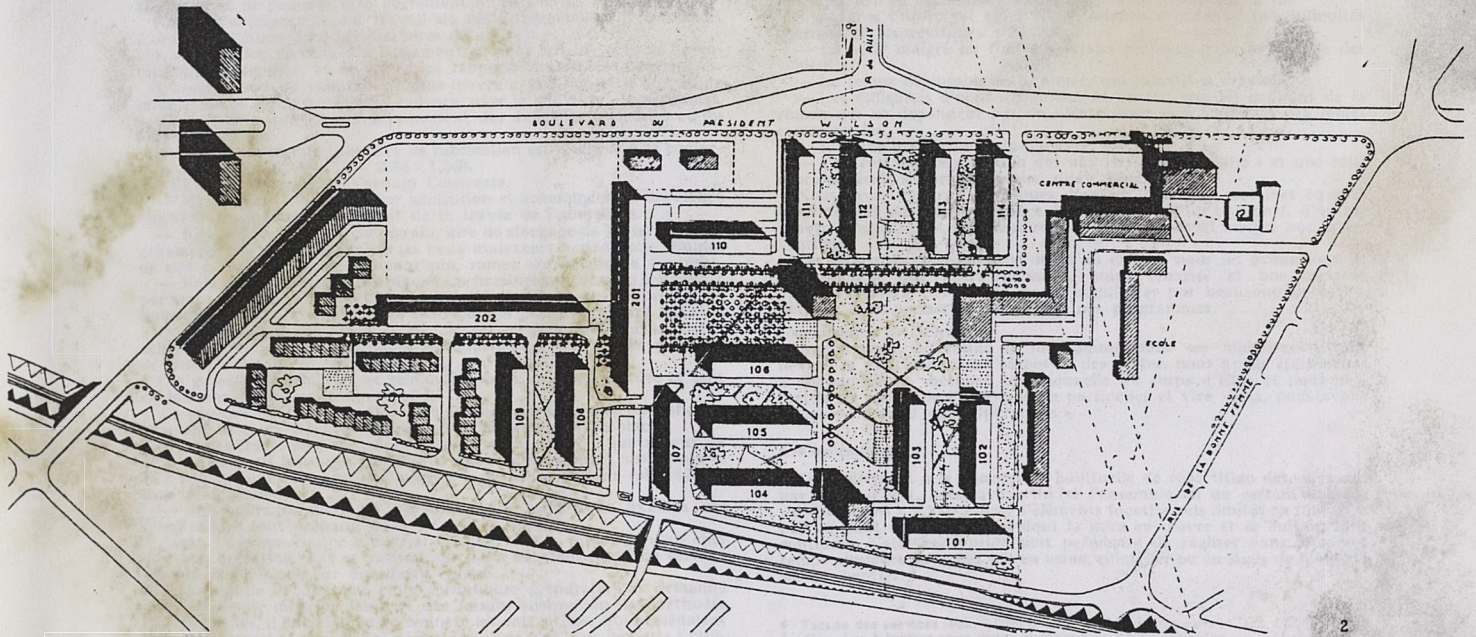
- Il y a
- 2 longueurs de dalles de plancher.
  - 3 types de menuiseries extérieures.
  - 2 types de portes, etc.

Le matériau de base de constitution des murs porteurs est le béton caverneux de laitier expansé uniformément dosé à 200 kg de ciment. Murs perpendiculaires à la façade de 18.75 cm d'épaisseur. Murs de façade 25 cm d'épaisseur.

Dans la Région de Reims les agrégats manquent. Les Architectes ont choisi le laitier de haut-fourneau comme étant un matériau dont la zone d'action économique s'étend jusqu'à la Marne. De plus, il est utile de rechercher l'utilisation des laitiers, actuellement déchets abandonnés en forme de pyramides bien connues.

1 - Vue perspective de l'ilot. 2 - Plan masse éch. 0,00025 p. m. 3 - Plan de cellule avec cage d'escalier (éch. 0,01 p. m.)





2

Le laitier de haut-fourneau en fusion est précipité sur des rampes à eau et produit un agrégat léger expansé, de faible densité (0,70 pour du 12/35 de granulométrie).

La structure alvéolaire garantit une bonne isolation et donne un béton de faible poids. L'ensemble de ces avantages a permis l'utilisation suivante :

— Isolation des sols des sous-sols contre l'humidité ascendante obtenue par couche de laitier expansé.

— Isolation phonique des pièces carrelées, cuisine, salles d'eau où se manipulent des objets métalliques, par 6 cm d'épaisseur de laitier stabilisé.

— Isolation thermique du plafond haut du dernier étage par couche de laitier en vrac (10 cm).

— Isolation phonique par les murs entre les pièces entre les logements, entre ces derniers et les services communs (escalier) - (chute moyenne d'intensité sonore 55 décibels).

— Isolation thermique par les murs de façades (coefficient K voisin de 0,9 pour une densité de 1,36 et un  $\lambda$  théorique de 0,20 et calculé avec 0,33).

(D'où économie de chauffage de l'ordre de 1,2 tonne par logement de 3 pièces).

— Faible surcharge des murs sur les fondations. Celles-ci sont donc réduites.

— Rapidité de mise en œuvre et économie de main-d'œuvre obtenue grâce à l'utilisation des coffrages grilles permettant une rotation très rapide de ces dernières et des bétonnières marchant à plein temps.

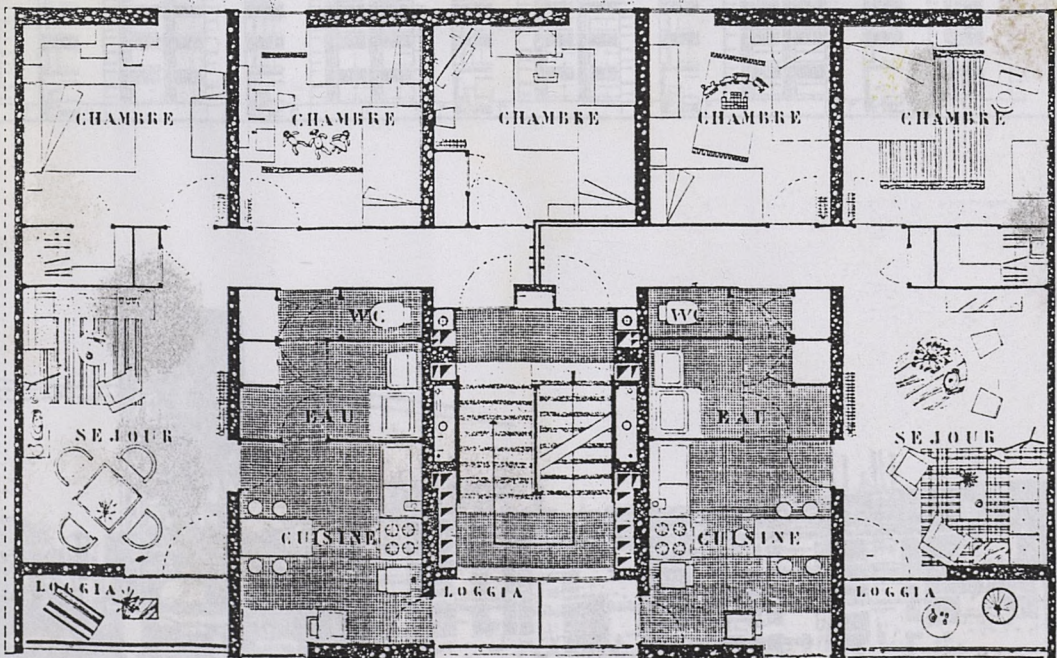
Dix-neuf hommes y compris un grutier et les hommes à la fabrication du laitier réalisent 40 logements en cinq semaines, soit 1 logement, 1 mois, 1 homme.

— Excellent support d'enduit aussi bien extérieur qu'intérieur par suite de la surface alvéolaire des murs bruts.

— Faible dosage assurant une résistance appréciable (200 kg de ciment, 44 kg cm<sup>2</sup> résistance à l'écrasement).

Si nous nous sommes arrêtés sur la description de l'utilisation du laitier et ses avantages, c'est pour rappeler qu'au départ, il y avait une option à prendre et que ce choix entraînait toute la conception du projet.

3



Les logements du Secteur Industrialisé de Reims ont été « pensés » en laitier et ne peuvent être autrement qu'en « laitier ».

Avant d'entreprendre un travail de cette importance, il convenait d'organiser l'étude dans ses moindres détails.

L'organisation de celle-ci a également eu pour but, de prévoir l'organisation de chantier, et de régler les rapports Architectes-Entreprises.

L'organisation du chantier de gros-œuvre a fait l'objet d'une étude minutieuse de façon à suivre la cadence, avec le minimum de personnel. Elle est axée sur l'approvisionnement des dalles de planchers et du béton de laitier.

Au centre du terrain, une aire de fabrication est réservée à la confection des dalles (3,50 x 110 - 2,80 x 1,50).

Utilisation du procédé Vacuum Concrete.

— Manutention des dalles par aspiration et acheminement des dalles stockées et numérotées au droit de la travée de l'immeuble.

— Également au centre du terrain, aire de stockage de laitier en vrac, acheminement par pelauto vers les deux malaxeurs horizontaux équipés de silo à ciment, dosage automatique, rampe d'arrosage de l'agrégat.

— Fabrication continue du béton et acheminement vers les bâtiments par train-monorail dont les circuits ont été étudiés (à noter que ce sont les bâtiments les plus éloignés des centrales qui sont les premiers réalisés).

Quatre familles de grues se déplaçant parallèlement au bâtiment acheminent d'une part, les dalles et d'autre part, les bennes de béton de laitier à l'étage en fabrication.

Ces grues sont déplacées et remontées selon un certain ordre et sont exclusivement réservées à cet effet.

La cadence du travail a été calculée de façon à ce que les dalles se trouvent toujours stockées le jour prévu de leur mise en place.

— Les coffrages sont montés le jour prévu du coulage, quatre jeux de coffrage assurent la coulée continue dans deux coffrages mis en place, et les temps ont été calculés de façon à ce que le coulage soit exécuté sans interruption.

— (Les coffrages spéciaux comportant des taquets de fixation des canalisation sont préparés dans un atelier spécial).

Aussi, la même équipe d'ouvriers réalise sous la direction d'un chef la même opération, soit en restant sur place en atelier, soit en suivant un matériel déplacé par une autre équipe.

Il est inutile de dire que cette minutieuse préparation a demandé deux années de mise au point, et que faisant abstraction des méthodes traditionnelles, il nous a fallu convaincre les entreprises, qui possédaient tous les hommes et le matériel nécessaire, mais n'en voyaient pas l'utilisation sous cette forme industrielle.

Si théoriquement, tout devait marcher avec un déclenchement automatique, il n'en est malheureusement pas de même sur le tas.

Si en gros l'ordre est suivi et la cadence maintenue, des difficultés énormes et imprévisibles s'élèvent.

— La boue malgré les routes spéciales réalisées pour le passage des véhicules.

— Le temps déplorable cette année, qui ralentit le travail.

— Les difficultés d'approvisionnement du fait que les maillons de la chaîne qui ne dépendent pas de l'Entreprise sont soumis à des règles commerciales.

— L'instabilité de la main-d'œuvre.

— Une certaine désaffection des ouvriers « à bien faire » et une réticence générale à faire autrement que « d'habitude ».

Nous avons fait ces remarques d'autant plus que certaines équipes fonctionnent parfaitement grâce à la présence d'un bon chef, d'autres à notre grand regret se désintéressent de leur travail malgré nos interventions.

Ces difficultés, il est inutile de se les cacher, nous les avons tous. Il est probable que notre présence, notre ténacité et une certaine autorité qui n'a pas besoin de se manifester par beaucoup de bruit, doivent nous permettre de réaliser nos programmes.

#### Organisation de l'Etude

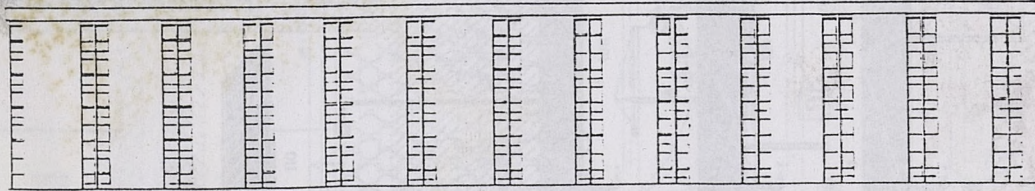
Après avoir déterminé le programme dans ses moindres détails, devant la multiplicité des tâches et des gestes, nous avons été amenés à abandonner la méthode traditionnelle du corps d'Etat et pour permettre de passer de l'ensemble au particulier et vice versa, nous avons divisé ce travail en « Opérations ».

#### Les opérations

Contrairement à la conception habituelle de répartition des ouvrages par corps d'état, nous avons divisé l'ensemble en un certain nombre « d'opérations ». C'est-à-dire, d'éléments fonctionnels limités en tous sens par un joint de tolérance et dont la mise en œuvre et la finition sont continues. Cette conception doit permettre de réaliser dans le même temps plusieurs ouvrages soit en usine, en atelier ou au stade de montage sur le chantier.

4 - Façade des services (éch. 0,0025 p. m.); 5 - Façade sur entrées (éch. 0,0025 p. m.); 6 - Vue d'un bâtiment avec grues et malaxeur; 7 - Organisation de la circulation du laitier sur le chantier.

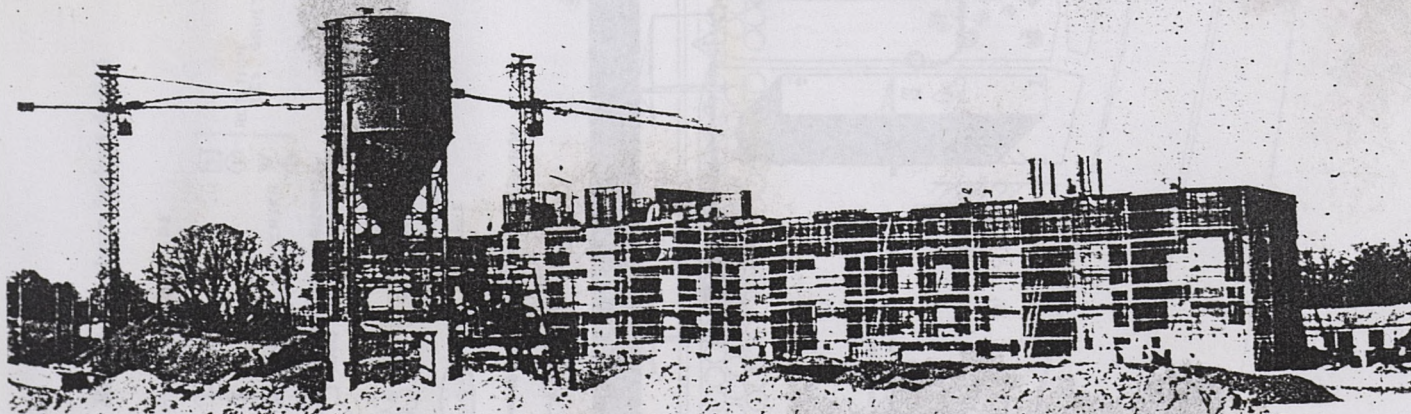
4



5









6

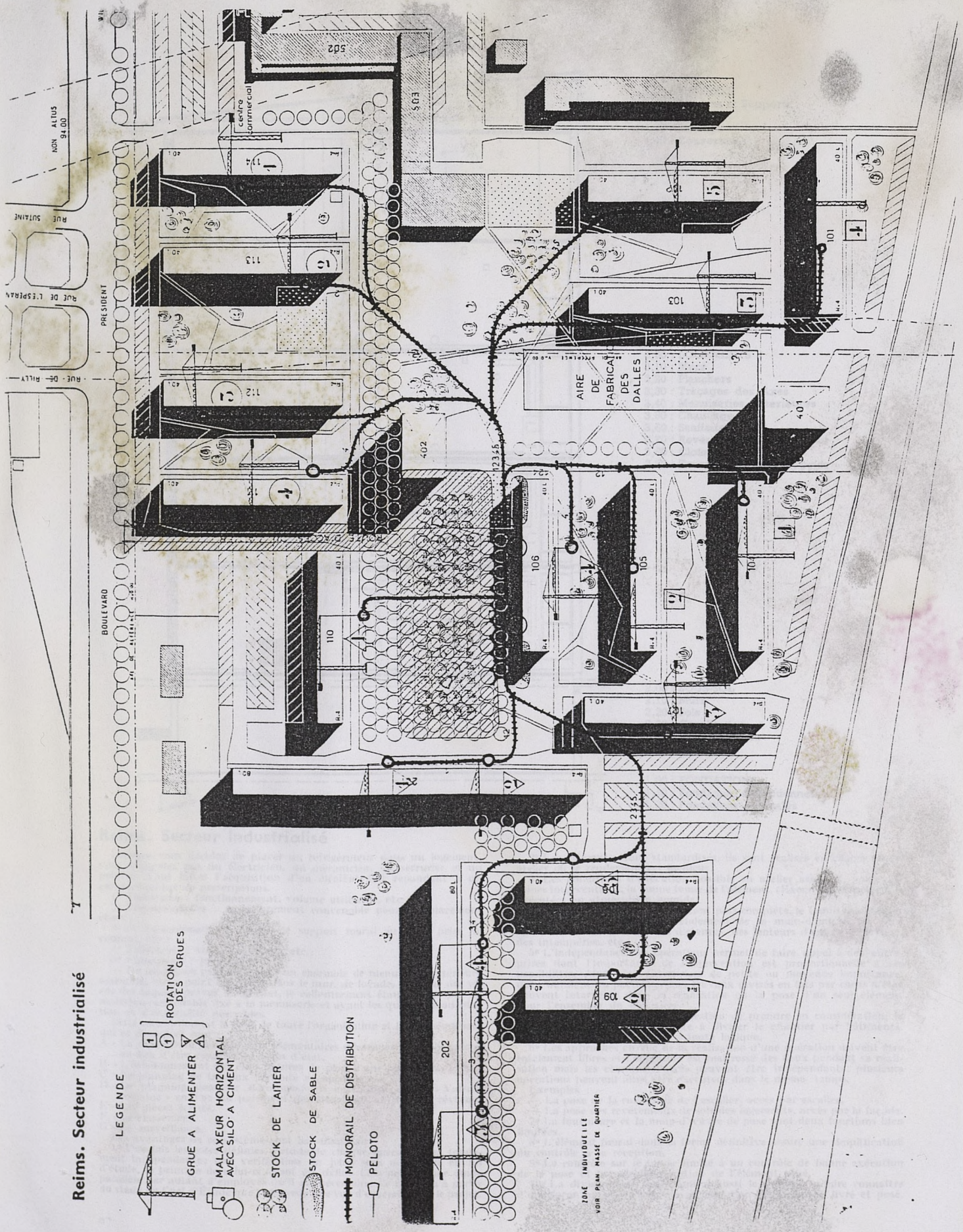


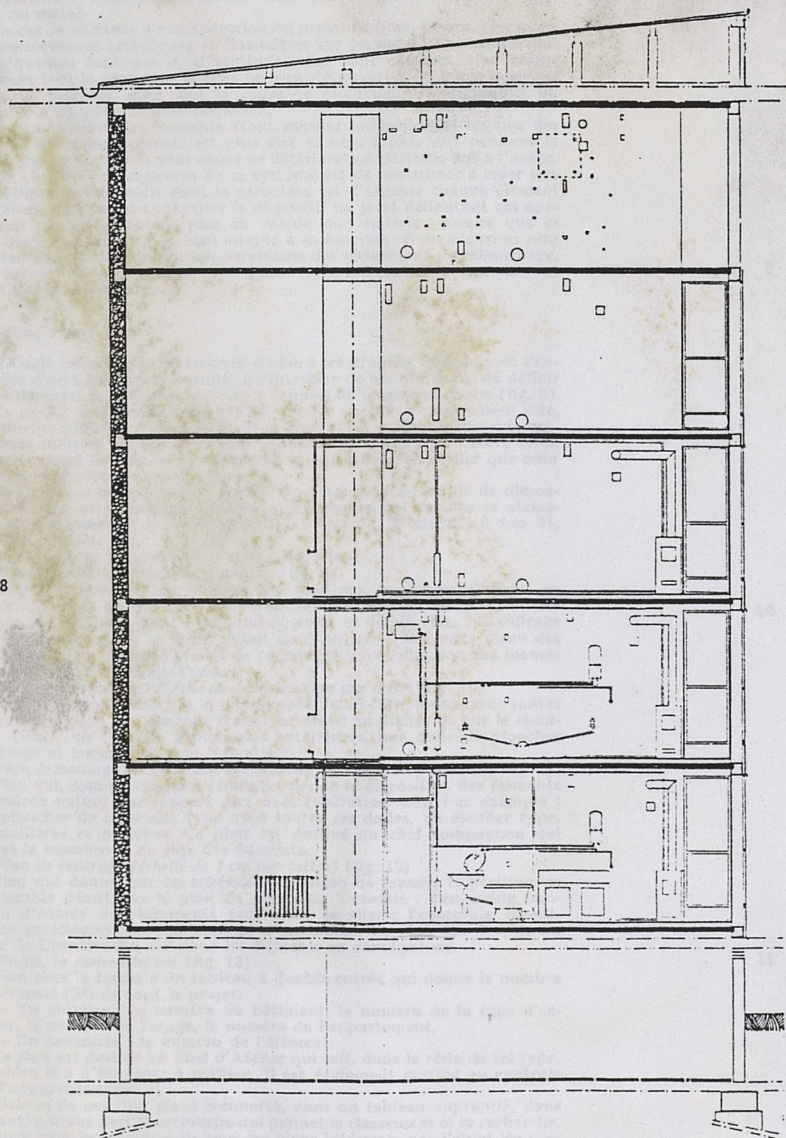
# Reims. Secteur industrialisé

## LEGENDE

-  GRUE A ALIMENTER
-  MALAXEUR HORIZONTAL AVEC SILO A CIMENT
-  STOCK DE LAITIER
-  STOCK DE SABLE
-  MONORAIL DE DISTRIBUTION
-  PELOTO

1 1 ROTATION DES GRUES





4,00 : TOITURES  
 4,10 : Souches et Supports  
 4,20 : Pannes  
 4,30 : Bardage  
 4,40 : Couvertures

3,00 : LOGEMENTS  
 3,10 : Murs  
 3,20 : Planchers  
 3,30 : Traçages des Axes  
 3,40 : Menuiseries extérieures  
 3,50 : Chauffage  
 3,60 : Sanitaire  
 3,70 : Revêtements de sol  
 3,80 : Cloisons-placards  
 3,90 : Terminaison des Loggias

2,00 : SOUS-SOL  
 2,10 : Murs  
 2,20 : Sols  
 2,30 : Canalisations  
 2,40 : Cloisonnement

1,00 : FONDATIONS  
 1,10 : Fondations exceptionnelles  
 1,20 : Fondations normales

## Reims. Secteur industrialisé

Lorsque vous décidez de placer un réfrigérateur dans un logement, vous n'appellez pas un électricien, un mécanicien, un serrurier et un peintre. Vous faites l'acquisition d'un élément fini répondant à un certain nombre de prescriptions.

1° Techniques : fonctionnement, volume utilisable, etc. ;  
 2° Dimensionnelles : encombrement convenable pour l'emplacement choisi ;

3° De raccordement : système de support mural ou pied, prise de courant, etc. ;

4° Esthétiques : volume, couleur, etc. ;

5° Financières : prix.

— De même, on peut concevoir un ensemble de menuiserie extérieure assemblé, vitré, peint qui vient dans le mur, de façade, fixé par des vis sur des taquets prévus à cet effet, le calfeutrement étant assuré par un matériau convenable fixé à la menuiserie et ayant les qualités d'adaptation et d'étanchéité désirables.

Cette conception est la base de toute l'organisation et les conséquences qui en découlent sont :

A - La répartition des ouvrages élémentaires décomposés en opérations au lieu d'être répartis en corps d'état.

B - L'échelonnement des cinq natures de plan d'une opération.

C - Le planning de travaux présenté en opérations.

D - Le planning financier décomposé en opérations et en « Valeur-semaine » en vue du paiement des situations et de leur révision.

E - Les pièces écrites.

F - Le classement.

G - La surveillance.

Les avantages de ce système sont les suivants :

1° Une fois les cotes définies, l'étude de chaque opération est totalement indépendante; une vérification du joint sera nécessaire en fin d'étude, le principe de celui-ci ayant été défini. Cela permet une étude parallèle par autant d'employés qu'il est nécessaire. Ce n'est qu'à partir du stade du Chef d'Étude que l'on garde une vue d'ensemble sur le projet.

2° Les éléments étant standardisés, ils sont réalisés en chaîne ou en atelier où le rendement est meilleur.

3° Les conditions d'exécution possible en atelier assurent, pour certaines interventions, la bonne tenue de l'élément. (Exemple : les peintures exécutées en atmosphère humide).

4° La préparation en atelier étant plus complète, le temps de chantier se trouve ainsi réduit. (Le rendement de la main-d'œuvre est plus faible sur le tas à cause des distances, des lenteurs d'engins de levage, des intempéries, etc.).

5° L'indépendance des opérations permet de faire appel à des entreprises dont l'importance de l'intervention est proportionnelle à ses possibilités. Ainsi des entreprises de petite ou moyenne importance, qui n'auraient pu participer aux travaux divisés en lots par corps d'état peuvent intervenir dans la réalisation ou la pose d'un seul élément pour l'ensemble du chantier.

Il n'est, bien entendu, pas question de prendre en considération, le système déplorable qui consiste à diviser le chantier par bâtiments. Cette méthode est contraire à toute logique.

6° Les approches en vue de la réalisation d'une opération doivent être totalement libres et l'opération est maîtresse des lieux pendant sa réalisation mais les chemins d'accès peuvent être indépendants; plusieurs opérations peuvent ainsi être exécutées dans le même temps.

Exemples :

— La pose de la rambarde de l'escalier, accès par escalier.

— La pose des revêtements de sols des logements, accès par la façade.

7° La fourniture et la main-d'œuvre de pose sont deux fonctions bien limitées.

8° L'élément fourni dans sa forme définitive assure une simplification du contrôle à la réception.

9° Le contrôle sur le tas se limite à un contrôle de bonne exécution de la pose et la non-détérioration de l'élément posé.

10° La division par opérations a aussi le mérite de faire connaître d'une façon exacte le prix de revient d'un élément fini, livré et posé.

Ceci permet de mettre en parallèle différentes solutions et de faire des comparaisons financières exactes. Exemple : menuiseries extérieures bois ou métal.

En cas de variante d'une opération du projet de base, il ne peut y avoir de conséquences techniques et financières sur les autres opérations. Ces conséquences sont que si, d'habitude, elles sont connues, elles transforment tout le projet, et si elles ne sont découvertes qu'après la signature des marchés, elles sont la cause de discussions interminables où l'équité n'est pas toujours respectée.

11° La plupart des éléments étant montés indépendants les uns des autres, leur remplacement est plus aisé et plus rapide soit pendant la durée des travaux, soit pour cause de détérioration partielle due à l'usage.

12° Une des conséquences de ce système est de contribuer à créer une esthétique fonctionnelle dont le caractère est d'accuser chaque élément en faisant largement apparaître le dispositif du joint délimitant ces opérations mettant d'autant plus en valeur leur matériau propre que ce matériau sera différent et bien adapté à sa fonction. Nous n'aurons plus tendance à accepter la solution paresseuse des scellements du rebouchage, des percements et du peintre qui passe le dernier et badigeonne le tout sous un voile uniforme.

### Les Cinq Plans

Il s'agit maintenant de trouver d'abord les grandes divisions de l'ensemble d'un bâtiment et ensuite, à l'intérieur de ces divisions, de définir les différentes opérations. L'étude a conduit au schéma ci-contre (fig. 8).

En ce qui concerne la conduite de chaque opération proprement dite, le principe adopté a été celui dit des « cinq plans », cinq documents graphiques suffisant en effet à définir les éléments choisis, en nature et en nombre, aussi bien en ce qui concerne la fabrication en atelier que pour la mise en œuvre sur le chantier.

L'expérience nous a prouvé qu'un type standard de feuille de dimension réduite est une présentation indispensable qui facilite le classement, le manèment et la lecture (27x5 fois 21, 2 fois 27x5 fois 21, 3 fois 27x5 fois 21).

Nous classons les dessins en cinq catégories :

1° Plan de détail, à l'échelle grandeur (fig. 9)

Ce plan donne les assemblages, les fixations, les raccordements; en général, tout ce qui est nécessaire à l'exécutant, soit en usine, en atelier ou sur le chantier, quand c'est à lui de créer ce détail. (Ex. : le coffrage du sous-bassement — le solin, détail de chantier — la goutte d'eau des dalles de loggia, détail d'atelier de préfabrication — fixation des menuiseries extérieures, détail d'usine.)

2° Plan de l'élément à l'échelle de 3 cm ou 2 cm par mètre (fig. 10)

Ce plan, compte tenu des indications de détail (1°), donne, sous toutes les faces, le plan de l'élément réalisé en usine, en atelier ou sur le chantier. (Ex. : un type de menuiseries extérieures, une dalle de plancher (coffrage et ferrailage), une fermette.)

3° Plan de montage ou d'assemblage (éch. de 2 cm ou 1 cm par mètre) (fig. 11)

Plan qui, comme son nom l'indique, donne la disposition des éléments de même nature par rapport aux axes (opération 3.3). Par exemple : un plancher de logement type avec toutes ses dalles, un escalier type, crémaillères et marches. Ce plan est destiné au chef compagnon qui dirige la manœuvre de pose des éléments.

4° Plan de repérage (échelle de 1 cm par mètre) (fig. 12)

Plan qui donne, sur un schéma de plan ou de façade, la position de l'ensemble décrit par le plan de montage. Exemple : l'ensemble panneau d'entrée des logements (opération escalier); l'ensemble menuiseries extérieures sur une hauteur d'immeuble. Ce plan est destiné au Chef de Chantier qui distribue les éléments en conséquence.

5° Enfin, la nomenclature (fig. 13)

Plan sous la forme d'un tableau à double entrée qui donne le nombre d'éléments (2°) de tout le projet.

— En abscisse : le numéro du bâtiment, le numéro de la cage d'escalier, le numéro de l'étage, le numéro de l'appartement.

— En ordonnée : le numéro de l'élément.

Ce plan est destiné au Chef d'Atelier qui sait, dans la série de tel type, combien il a d'éléments à réaliser. Il est également destiné au contrôle de l'approvisionnement.

Chacun de ces cinq plans comporte, dans un tableau approprié, dans un angle, d'une part le cartouche qui permet le classement et la recherche, d'autre part les numéros de tous les plans intéressés par l'objet du présent plan.

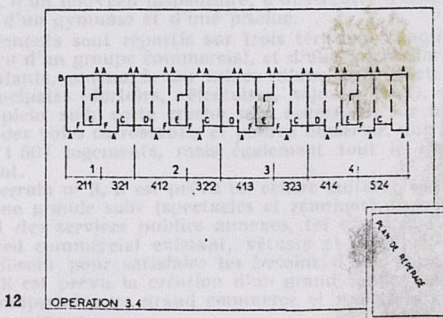
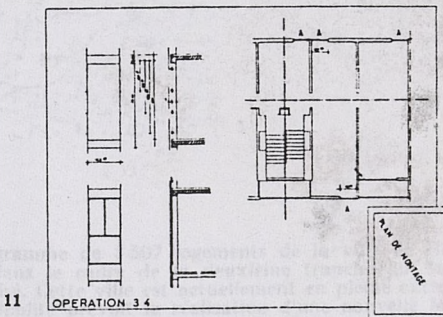
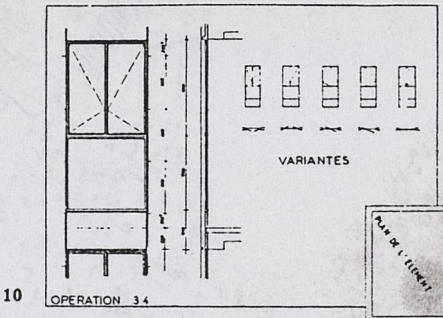
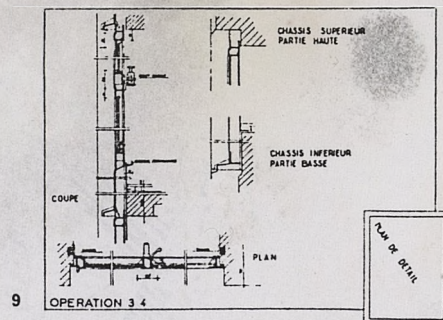
8 - Schéma de la répartition des opérations; 9 à 13 - Les cinq plans.

### entreprises :

**Entreprise Générale :** Union de Travaux et d'Entreprise, Paris; **Plâtrerie :** Durand, Hilmbourg (Moselle); **Terrassements :** Blondet, Reims; Tarrin, Reims; **Couverture, Plomberie :** Brouette Fils et Cie, Reims; **Acieroid, Paris; Gengler et Pédurant, Reims; Monduit, Reims; Electricité :** Doyen, Reims; **Rouge, Fils et Cie, Reims; R. Desmonts, Reims; Robert Lecoq, Reims; Fortec, Reims; Peinture, Vitrerie :** Marcel Dufour et Cie, Reims; **Pol Simon, Reims; Sionneau Père et Fils, Reims; Marchand, Reims; Tassel, Reims; Pipart, Reims; Jaloux, Reims; Drain, Reims; Menuiserie Métallique :** Menuiserie Métallique Moderne, Reims; **Carrelage :** R. Mériaux, Reims; **Thévenet/Chopin, Reims; Serrurerie :** L. Quenot, Reims; **Fenêtres :** Périer, à Bonneuil-sur-Marne; **Menuiserie :** Villain et Cie, Reims; **Coparev, Bordeaux; Isorel, Paris; Chauffage Central :** Lefebvre Bellezanne et Cie, Reims; **Bordeaux, Reims; Société Champenoise de Chauffage et Chaudronnerie, Reims;**

### fournisseurs :

**Monorail :** Sofromac, Asnières; **Echafaudage :** Self-Lock, Courbevoie; **Lutlier :** Sexial, Uckange (Moselle); **Coffrage grille :** Spide, Paris; **Vacuum Concrete, Paris; Couvrot Laisné, Paris; Conduit de Fumée :** Shunt, Paris; **Ciment Français, Paris; Etanchéité :** Sika, Paris; **Peinture :** La Seigneurie, Pantin; **Descente pluviale, Bordage toiture :** Eternit, Paris; **Disjoncteur :** Garty, Paris; **Chute et Descente :** Metallit, Paris; **Chaudière et radiateur, bac à douches, Lauabo :** Idéal Standard, Paris; **Flexible et douche :** Querroy, Paris; **W.C. :** Porcelier, Saint-Ouen; **Vidange, Eaux usées :** Gresintex, Milan (Italie).



DESIGNATION DE L'ÉLÉMENT	Ord	TYPE 100				TOTAL	TOTAL POUR LES 5 TYPES
		1	2	3	4		
E "A"	3M	10	15	20	15	140	3500
E "B"	3M	3	0	0	0	0	3
E "C"	3M	0	3	0	3	0	20
E "D"	3M	0	3	0	3	0	37,5
E "E"	4M	4	0	4	0	4	400
E "F"	R x CH	0	0	0	0	0	0
	R	4	0	4	0	4	400
	R	0	4	0	4	0	400



## Bondy (Seine) • secteur industrialisé

H. COLBOC, ARCHITECTE EN CHEF COORDINATEUR  
G. PHILIPPE, ARCHITECTE ASSISTANT

E. PIELBERG, N. LAVAL ET  
R. ROUX-DUFORT, ARCHITECTES D'OPÉRATION

Le programme de 1507 logements de la ville de Bondy, s'inscrit dans le cadre de la deuxième tranche du Secteur Industrialisé. Cette ville est actuellement en pleine extension. La Municipalité prévoit la réalisation d'une nouvelle Mairie, d'une Salle de fêtes, de cinq groupes scolaires, de garderies et crèches, d'un nouveau dispensaire, d'un centre d'éducation physique, d'un gymnase et d'une piscine.

Les logements sont répartis sur trois terrains. Chaque îlot sera pourvu d'un groupe commercial, et d'une crèche-garderie-halle d'enfants, aménagée au milieu d'une zone verte. Les pièces principales (dortoirs, réfectoires, séjours, jeux), seront orientées plein sud; cette crèche sera accessible, sur la face nord, par des voies carrossables et pourra desservir, non seulement les 1507 logements, mais également tout le quartier environnant.

Sur le terrain n° 3, il est prévu un centre culturel, qui comprendra une grande salle (spectacles et réunions), une bibliothèque, et des services publics annexes, tel que P.T.T., etc.

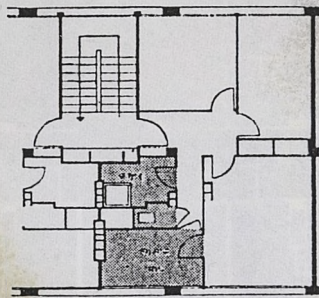
L'appareil commercial existant, vétuste et dispersé, devenant insuffisant pour satisfaire les besoins d'une population nouvelle, il est prévu la création d'un grand centre commercial qui comprendra un grand commerce et une trentaine de commerces moyens.

Un plan-masse était imposé aux architectes, ainsi que la répartition des logements. En outre, ils devaient respecter de façon impérative les prix limites, fixés pour les constructions du secteur industrialisé. Par contre, les formalités d'expropriation — plus de 17 ha — n'ont pas dépassé sept mois, ce qui permit de disposer rapidement de tous les terrains.

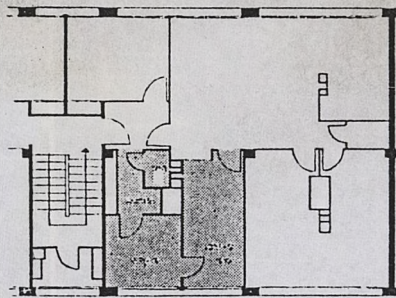
Les 1507 logements sont répartis en 17 immeubles : 11 de 4 étages; 2 de 3 étages; 4 de 10 étages, au milieu d'espaces verts, desservis par de nombreuses voies d'accès et entourés de parkings.

L'un des problèmes fut de placer, en utilisant une seule trame, des logements de une pièce et des logements de 7 pièces, dans le même immeuble. D'une manière générale, les grands logements sont situés dans les immeubles peu élevés, les logements du type 1 — destinés aux vieillards — sont à rez-de-chaussée.

Il a été fait largement appel à la préfabrication, et les études ont été menées dans ce domaine concurremment par les architectes et le bureau d'études Pelnard Considère et Cie (spécialement par M. Brocard, Ingénieur, auquel étaient adjoints trois ingénieurs-conseils spécialistes : MM. Chassereau (chauffage), Delarbre (électricité), Paisant (sanitaire).



2



3

### Construction

**Ossature :** L'ossature est en béton armé, sur une trame de 4,55 m que l'on retrouve dans tous les immeubles, quels que soient les types de logement. Afin d'utiliser un même type de coffrage, les poteaux possèdent tous les mêmes dimensions aussi bien sur les bâtiments hauts que sur les bâtiments bas. Poteaux et poutres sont toujours axés dans le sens longitudinal, pour permettre le déplacement facile des coffrages roulants des planchers. Toutes les poutres sont préfabriquées.

**Planchers et plafonds :** Tous les planchers sont constitués par une dalle de béton armé de 15 cm d'épaisseur, coulée sur place, et armée de treillis soudés en usine, par panneaux. Le coffrage de ces planchers, roulant de cellule en cellule, est réalisé en contre-plaqué, traité, dont l'ossature est constituée par un assemblage d'éléments bois ou métal. Il est obtenu des surfaces quasi parfaitement lisses, sur lesquelles, après brossage et rebouchage avec de l'enduit peintre, la peinture est directement appliquée.

L'importance de la surface de dalles à réaliser, du cube des poteaux et murs de sous-sols, a amené les réalisateurs à installer une centrale à béton perfectionnée, qui fournit l'ensemble du chantier. Près de celle-ci, un atelier de préfabrication a été établi, pour l'exécution des plaques extérieures, en gravillons lavés, des cloisons minces et des parpaings utilisés pour les cloisons plus épaisses. Ces cloisons sont fabriquées par panneaux de la hauteur de l'étage, sur des tables, et sont constituées d'un mélange homogène de plâtre et poudre de pierre; les panneaux, auxquels sont incorporés des huisseries métalliques, sont munis d'un cadre en bois et de tendeurs en fer galvanisé, assurant leur rigidité.

Les cloisons plus épaisses, également fabriquées sur place, sont composées de parpaings calibrés de ciment et de poudre de pierre, faits à la presse et hourdés au plâtre. On n'utilise aucun enduit en plâtre, d'une part pour économiser d'importants frais de main-d'œuvre, d'autre part, pour pouvoir res-

pecter le planning de trente mois, qui court depuis le 20 mai 1955. Après ponçage, ces cloisons peuvent recevoir directement la peinture.

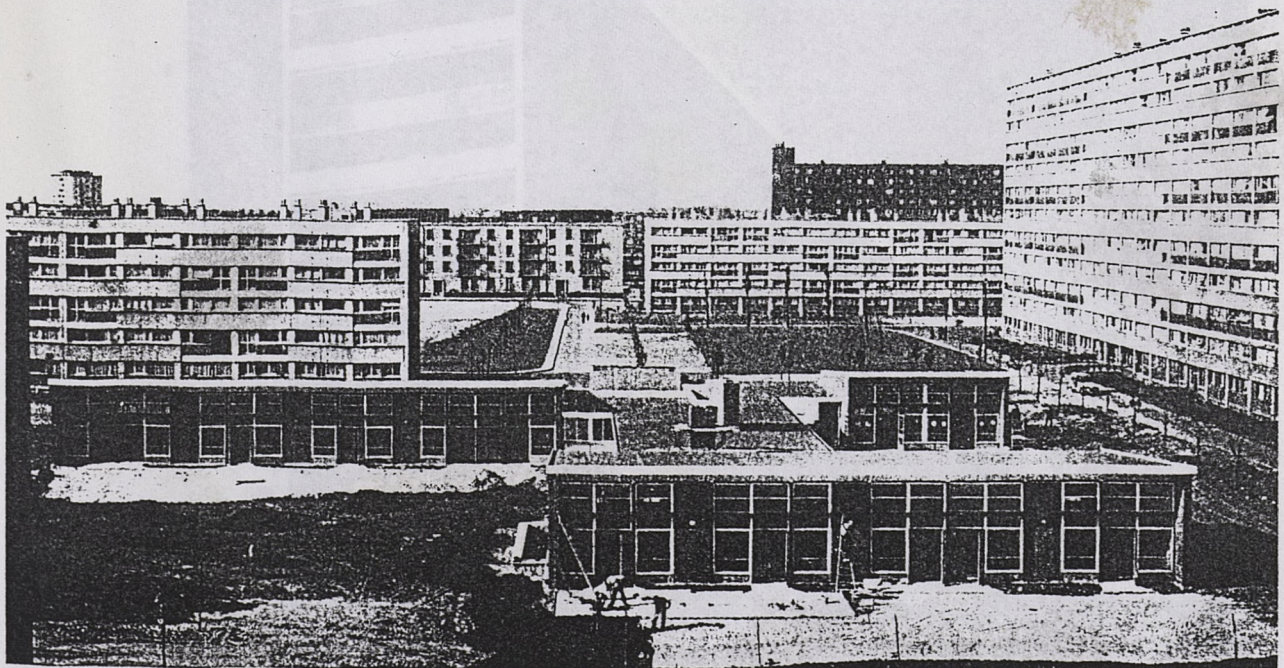
**Les murs de façade** sont composés d'un panneau extérieur en gravillons lavés, et d'une paroi intérieure en béton prêt à être peint. Entre ces deux parois, est réservée une lame d'air, le vide restant est rempli de béton cellulaire, coulé sur place, formant ainsi isolation et liaison. Le panneau extérieur est fixé par des équerres métalliques, noyées dans la dalle ou placées dans des feuillures. Les appuis en béton des fenêtres sont ensuite coulés sur place.

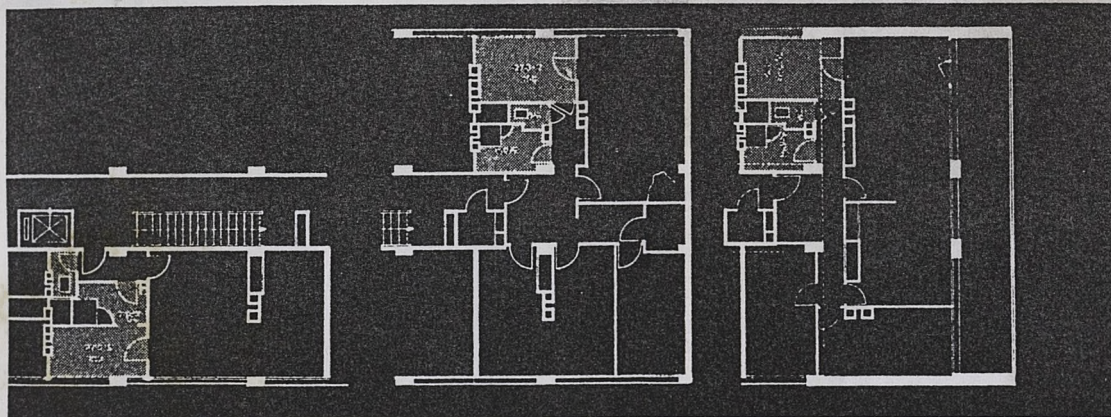
**Electricité :** L'effort d'économie a porté également sur les canalisations : on a eu recours au système « Ductube ». Ce procédé consiste à mettre en place, avant le bétonnage de la dalle du plancher, un réseau de tuyaux en caoutchouc gonflés, que l'on retire après la mise du béton. On obtient ainsi à moindres frais des canalisations correctement en place dans la dalle de béton. Ce système est également employé pour les canalisations verticales, à l'intérieur des cloisons préfabriquées, et dans les huisseries, dans lesquelles sont placés les interrupteurs et prises de courant. Les réseaux sont mis en place au fur et à mesure du bétonnage.

**Chauffage :** l'ensemble de l'opération est desservi par deux chaufferies centrales, distinctes des bâtiments et semi-enterrées. Le combustible utilisé est le charbon. Des groupes électropompes accélèrent la circulation du fluide (eau chaude), dans un réseau de canalisations primaires, ou feeders, reliant les chaufferies aux divers bâtiments. Dans chaque bâtiment, il est prévu une ou plusieurs sous-stations, d'où partent les distributions secondaires, alimentant les diverses colonnes montantes.

1 - Plan-masse (1/10 000<sup>e</sup>) ; 2 et 3 - Plans types des appartements de 3 et 5 pièces dans les bâtiments bas (éch. 0,005 pm.) ; 4 - Façade Sud des bâtiments bas ; à droite un immeuble de 10 étages, au premier plan, la garderie d'enfants.

4





5

### secteur industrialisé de Bondy

Toutes les colonnes montantes desservant les logements sont standardisées, les divers éléments sont préfabriqués, en usine. Les gaines préfabriquées de chauffage sont situées au droit des murs et cloisons. Des plaques amovibles en permettent la visite.

**Sanitaire :** aux étages, les canalisations d'évacuation des eaux usées, pluviales, d'alimentation en eau chaude et froide, sont rassemblées dans une gaine unique, par cage d'escalier. L'ensemble de ces tuyauteries est préfabriqué en atelier, d'étage à étage, et relié sur place. Au sous-sol de chaque bâtiment, une galerie technique a été réservée, rassemblant toutes les canalisations. Les vide-ordures y aboutissent également, permettant ainsi l'évacuation des ordures ménagères par le moyen d'appareils, type « Fenwick ». Des rampes d'accès avec fonctionnement en sens unique sont prévues à cet effet.

**Équipement :** comme il s'agit d'une opération dans le cadre du secteur industrialisé, un certain nombre d'éléments ont fait l'objet d'un concours à l'échelon national : blocs-portes, appareils sanitaires, fenêtres livrées et mises en place avec leurs vitres, revêtements de sol plastiques, sols des entrées en Duronit, ainsi que le dessus des marches d'escalier (limons et

marches étant préfabriqués en usine), meubles-cuisine se composant d'un bloc-évier en acier inoxydable et de meubles de rangement et de préparation des repas.

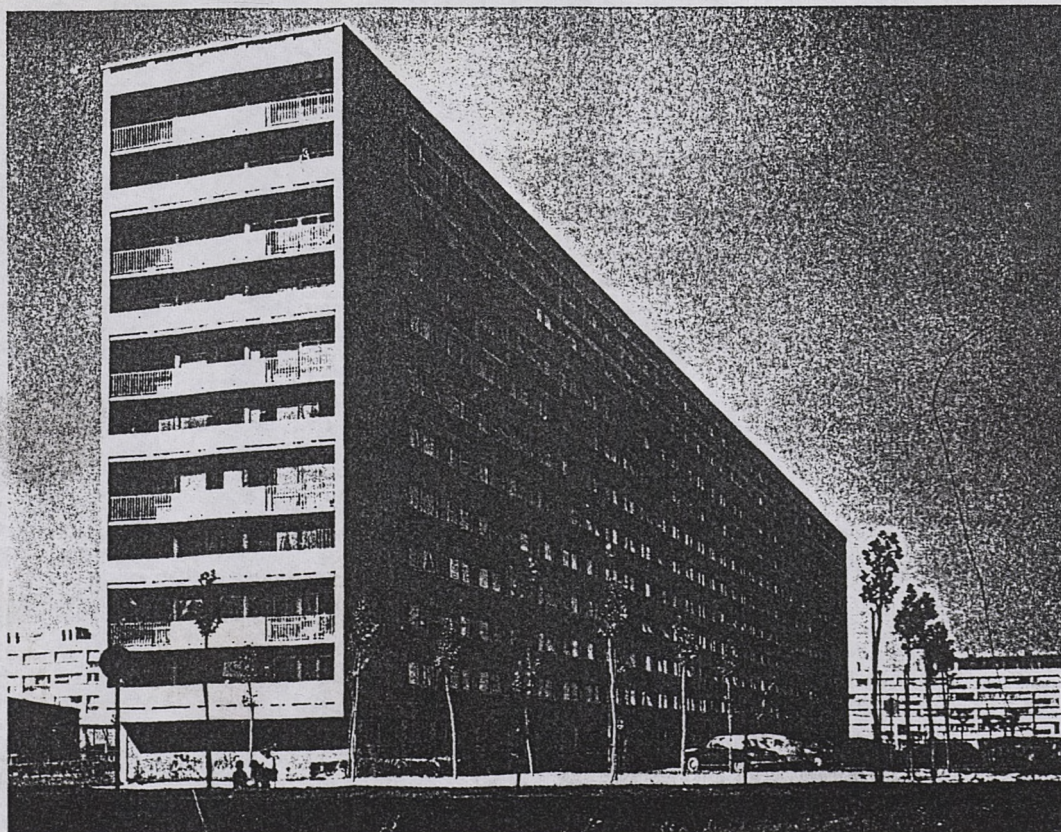
Le montant des travaux est de l'ordre de 2 539 millions pour les constructions seules; le prix au mètre carré utile est de 32 896; au mètre carré pondéré, de 21 521. Toutes dépenses confondues, l'ensemble de l'opération des 1 507 logements doit revenir à 3 090 000 000.

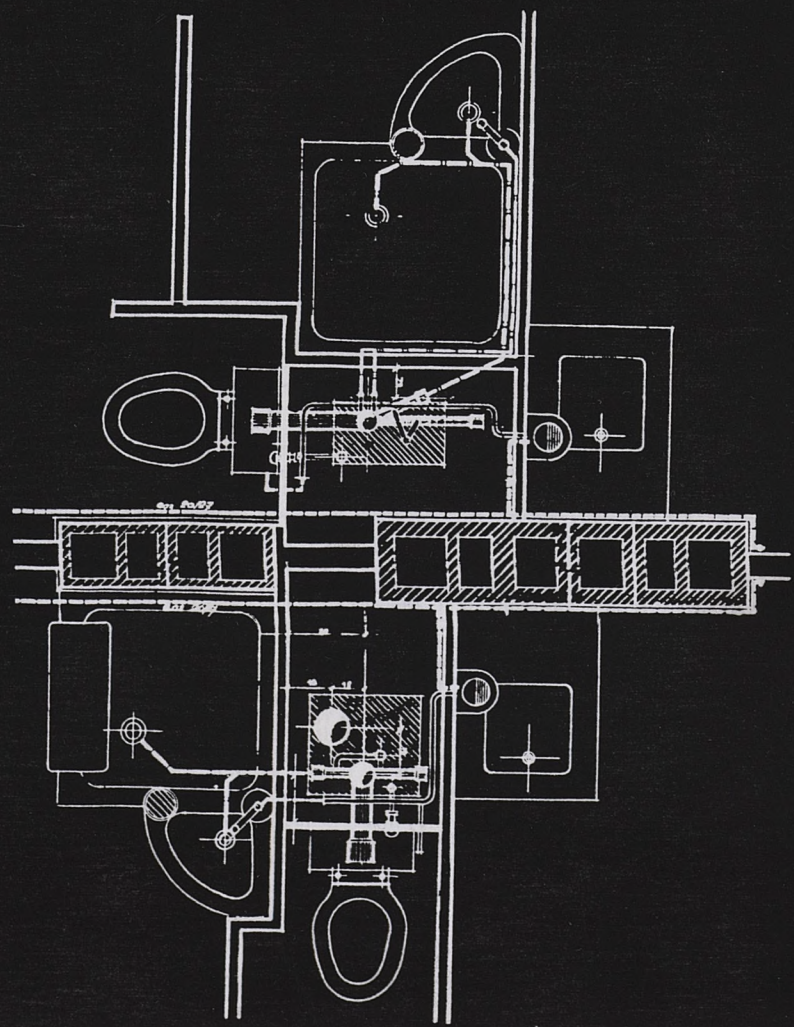
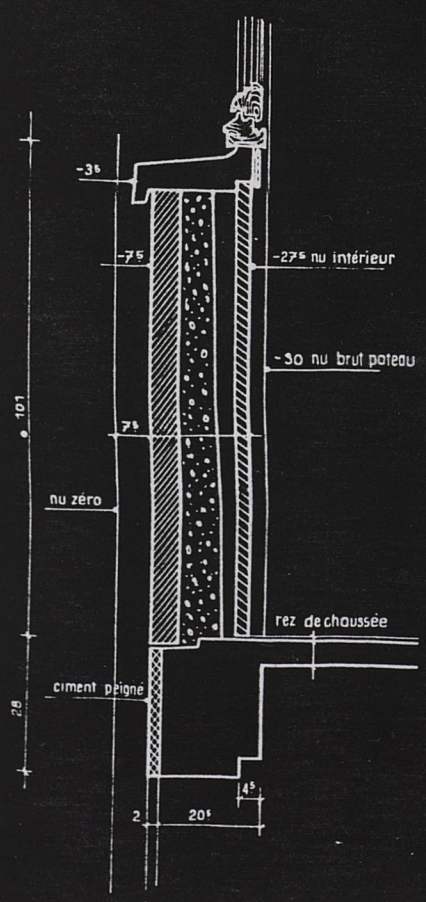
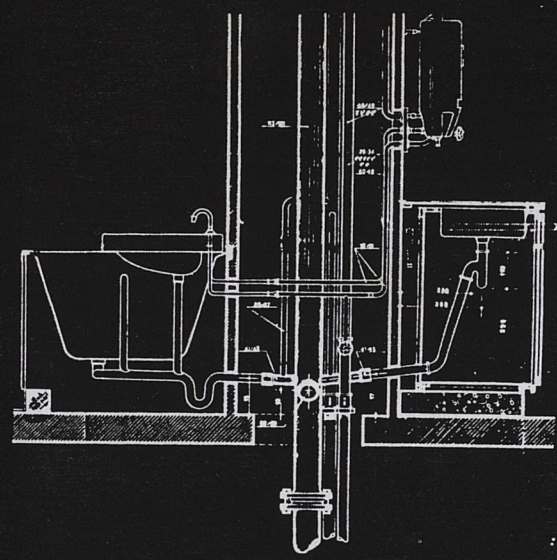
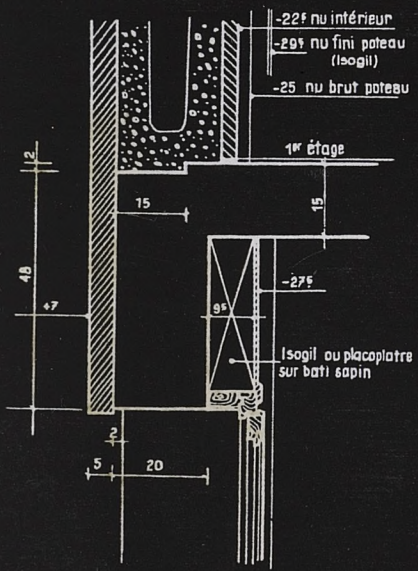
5 - Plans types des appartements de 2 et 4 pièces des immeubles bas (éch. 0,005 pm.);  
6 - Un immeuble de 10 étages; page ci-contre : Coupes verticales sur la façade des bâtiments hauts (éch. 0,08 pm.) et Détail de l'installation sanitaire (éch. 0,04 pm.).

#### Entreprises

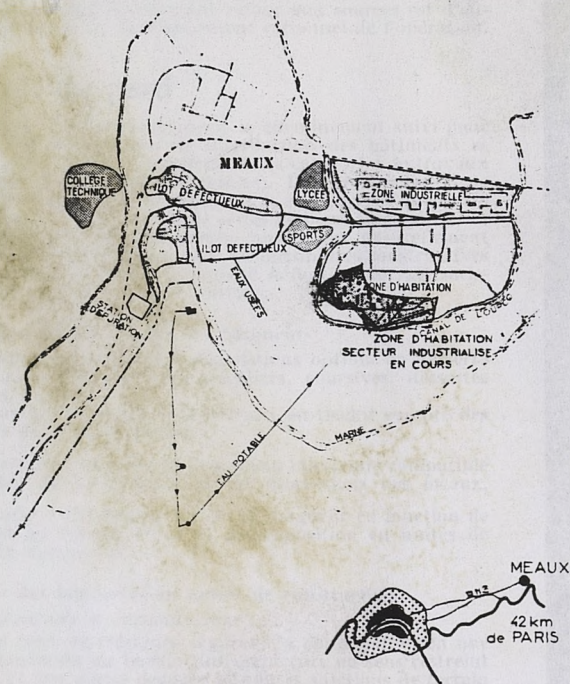
**Gros œuvre :** Quillery; Thireau Morel; S.M.C.T.P.; Vanves; **Blocs-portes :** Forges de Strasbourg; **Menuiseries extérieures :** Menuiseries Françaises, Romainville; **Fermetures :** Mischler; **Revêtements de sol :** Duronit; Boulenger; Nalin; Dallex; **Dalams :** Comex; **Chauffage :** Pillet, Levallois-Perret; **Meubles de cuisine :** Fourrier; Thones; Dumirex; **Electricité :** Poitier; **Plomberie :** Pillet, Levallois-Perret; **Vitrerie, Peinture :** Gouge; **Appareils sanitaires :** Paris; **Canalisations électriques :** Ductube; **Ascenseurs :** B.D.R.; **Plantations :** Pinson, Montmorency; **Vide-ordures :** type Fenwick.

6





# CONSTRUCTION DE 1890 LOGEMENTS A MEAUX



Notre incursion dans les départements d'études, de coordination et de travaux avait pour objet de vous exposer clairement le rôle et le fonctionnement d'un B.E.T.

En suivant l'évolution d'un projet, depuis ses origines jusqu'à sa réalisation, nous voudrions montrer maintenant sous quelle forme le B.E.T. apporte son concours aux divers stades des études et des travaux.

Nous avons retenu comme exemple la construction de 1 890 logements à Meaux. C'est un exemple simple : il n'est pas douteux que la description des interventions d'un B.E.T. serait plus complexe dans une opération de construction de bureaux, de laboratoires ou d'hôpitaux dont le nombre de catégories de travaux est plus important que dans l'habitation.

Il ne faut d'ailleurs pas se méprendre sur le terme de construction simple. Nous verrons plus avant qu'à partir d'un programme effectivement simple (logements H.L.M. de catégorie B) et un plan-masse très dépouillé, l'architecte a pu obtenir, par des assemblages complexes d'éléments répétitifs, la variété de composition qu'il souhaitait.

Pour obtenir une standardisation convenable, de très longues mises au point ont été nécessaires; elles ont exigé beaucoup de persévérance, de temps et de dépenses de la part des architectes et du bureau d'études.

Nous nous proposons de retracer les grandes étapes de ces études suivant la progression schématique que nous avons évoquée dans les chapitres précédents.

- Etudes préliminaires
- Choix du parti
- Avant-projet
- Attribution des travaux
- Projet d'exécution

Etudes divisées en 5 phases

puis

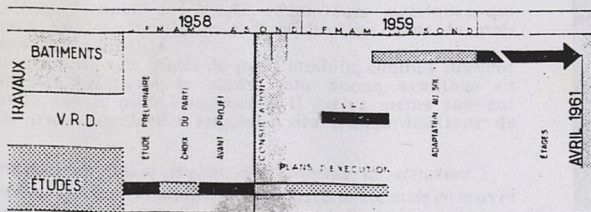
Travaux

## I - études préliminaires

Le programme du maître de l'ouvrage ne comporte pas de difficultés particulières. L'opération constitue la première partie du projet d'extension et d'équipement de la ville de Meaux; elle est située sur un terrain nu, pratiquement plat, à proximité de l'agglomération existante.

Sur ce terrain, l'Office projette de réaliser 1 600 logements H.L.M. de catégorie B en deux tranches sensiblement égales.

Les études de plan-masse seront faites pour la totalité des logements, celles de construction se limitant à la première tranche avec possibilité de reconduction. Le planning de réalisation des 800 premiers logements est le suivant :



Planning du programme.

### Objectifs architecturaux et techniques

Les architectes, compte tenu du site très dégagé et de la densité de logements à obtenir (80 à 100 logements à l'hectare), comptent orienter le projet vers la réalisation de bâtiments hauts, formant chacun une unité résidentielle avec de larges espaces de jeux et de verdure.

Ce parti est favorable à une standardisation poussée et par là même à la préfabrication des structures et des parois. De plus, l'importance du programme et sa situation sont susceptibles d'intéresser plusieurs préfabricants de la région parisienne.

La confrontation de ces objectifs avec les données *in situ* et le programme du maître d'ouvrage permet de rassembler les premiers éléments du programme fonctionnel.

Le schéma du programme est :

- 1 - Utilisation du terrain
  - 2 - Utilisation de l'espace affecté à la construction
- 800 logements  
Moyenne des logements : 3, 5 pièces  
Nombre de pièces : 2 800  
1 — Composition

II	III	IV	V	VI
17 %	40 %	20 %	17 %	6 %

- 2 — Surfaces : supérieures à la moyenne des surfaces H.L.M.B. services
  - caves : 1 cave par logement  $\geq 4 \text{ m}^2$
  - séchoirs : séchoirs individuels ou collectifs en terrasse
  - locaux communs :  $\geq 2,5 \text{ m}^2$  par logement
- 3 — Dessertes principales extérieures et intérieures au terrain : pas de sujétions remarquables.
- 4 — Equipement des logements : supérieur ou au moins égal aux normes.
- 5 — Premier bilan financier (pour 800 logements) :
  - a - corrections à apporter aux estimations forfaitaires du coût de construction et des dépenses annexes en fonction des données *in situ* : néant.
  - b - estimation suivant programme et prix plafonds :

Coût de construction	1 860 331 700
Majoration bâtiments hauts 5 %	93 016 585
Chauffage	151 619 902
	<hr/>
Dépenses annexes 20 %	2 104 968 187
	420 993 637
	<hr/>
Bilan total	2 525 961 824

Ainsi sont élaborées les bases du programme fonctionnel destinées à servir de charte pour toute la suite des études. Cela ne signifie pas qu'elles constituent un document *ne varietur*. Bien au contraire, elles sont évolutives et doivent être précisées à chaque phase (du moins jusqu'à celle du projet d'exécution). Mais cela implique que toute modification envisagée par les architectes ou le B.E.T. soit signalée au maître de l'ouvrage et approuvée par lui. Ce constant retour aux sources est d'ailleurs indispensable au développement rationnel de l'opération.

## II - choix du parti

Nous allons montrer maintenant le cheminement suivi pour arriver au schéma définitif de distribution des bâtiments et des logements, et au parti constructif des catégories de travaux (infrastructures, structures et fluides). Les architectes et le B.E.T. avaient arrêté un certain nombre de principes directeurs à partir desquels chaque esquisse serait élaborée et jugée.

L'initiative dans cette recherche appartient naturellement à l'architecte, le B.E.T. examinant les possibilités constructives pour tous les corps d'état. L'esquisse définitive devrait satisfaire au mieux à ces principes initiaux.

### 1 - Détermination du volume des bâtiments

a) *Hauteur* : recherche des dispositions optima de desserte pour les unités fonctionnelles (escaliers, coursives, dessertes mécaniques, etc.).

Détermination du nombre de niveaux en tenant compte des dispositions de sécurité incendie.

b) *Épaisseur* : recherche de l'épaisseur maximum compatible avec le plan de distribution et les dimensions des locaux.

c) *Longueur* : détermination de la longueur en fonction de l'adaptation au terrain et de la décomposition en unités de construction homogènes.

### 2 - Division des bâtiments en unités de construction

#### 1) Infrastructure et superstructure :

Choix du plan de référence séparant la construction en une partie d'adaptation au terrain (infrastructure au sens restreint du terme), et une partie dégagée de toutes sujétions de terrain (superstructure). (Traiter au besoin avec des techniques différentes les deux parties de la construction ainsi définies.)

#### 2) Unités homogènes :

Décomposition des superstructures en unités de construction homogènes (étude de la position des joints de dilatation et de rupture).

### 3 - Etude des modes d'assemblage des unités fonctionnelles

Superposition des unités fonctionnelles entre elles et inter-pénétration avec des milieux à l'air libre (loggias, coursives extérieures, etc.).

Dans le but d'appliquer les techniques de la préfabrication des principes complémentaires ont été établis :

#### 1) Adaptation de la composition du plan d'architecte à la trame des éléments préfabriqués :

Déconseiller l'emploi des tracés régulateurs métriques qui n'apportent pas de véritable standardisation dans la préfabrication des éléments.

(L'utilisation de tels tracés de petit module, conduit souvent à de difficiles sujétions de plans, sans aucun avantage en contrepartie sur le plan constructif. Il arrive même souvent qu'un tel tracé régulateur empêche des standardisations de pièces.)

#### 2) Recherche de l'homogénéité des éléments de structure :

Études des diverses possibilités et du matériel de mise en œuvre correspondant (moments de levage homogènes).

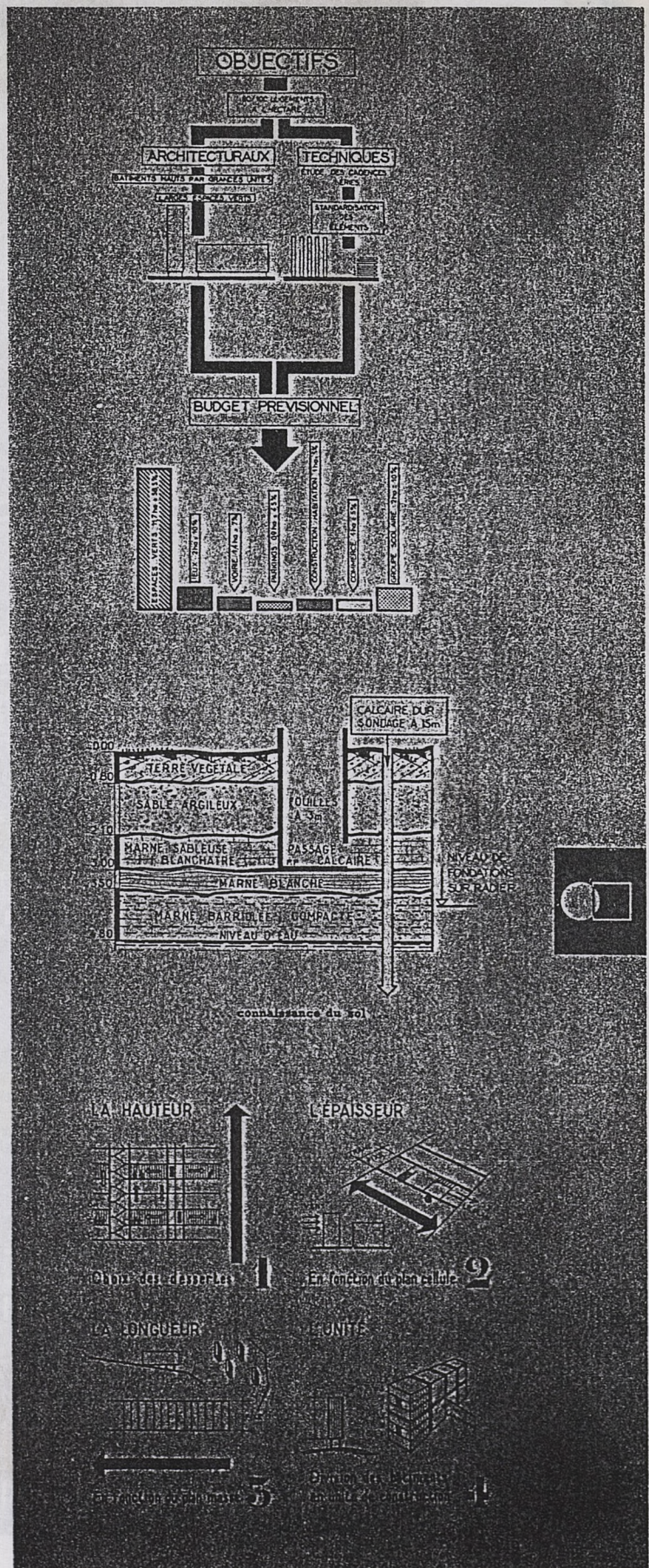
#### 3) Recherche des identités de pièces :

L'« identité » de symétrie, qui laisse croire à la possibilité de répétition des fabrications, n'est pas du tout satisfaisante pour le constructeur : ce qu'il faut à ce dernier ce sont des pièces réellement « superposables », au sens géométrique du terme.

★

Étudions comment se sont effectuées les diverses recherches de l'architecte, qui toutes ont été empreintes de la plus grande liberté de composition.

Principes initiaux - Détermination du volume des bâtiments.



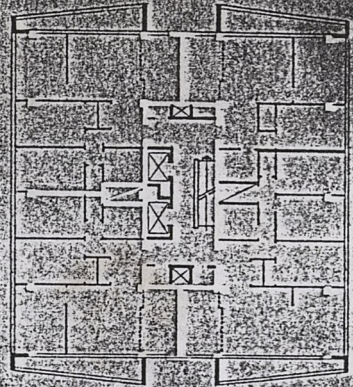
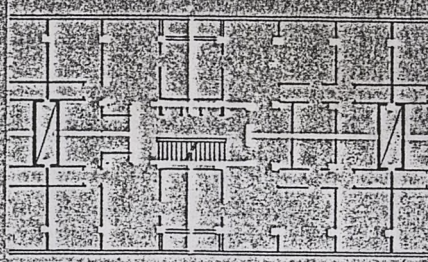


6  
BATTIMENTS



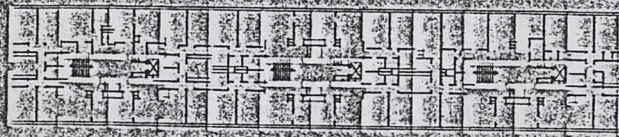
R+0

R+1



8  
BATTIMENTS

R+9

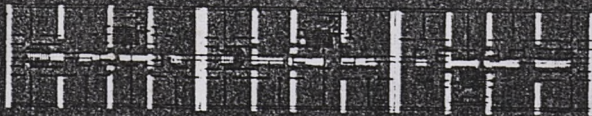
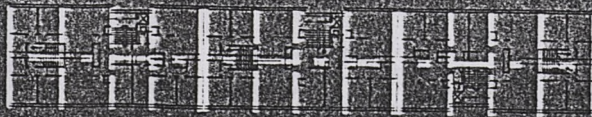


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



7  
BATTIMENTS

R+10



## 4 esquisse

Les appartements de 6 pièces en duplex sont placés à rez-de-chaussée. Le type III occupant une trame de 5,30 m est desservi par un escalier débouchant sur une coursive extérieure placée tous les 3 niveaux; le type II, au niveau coursive, est superposé au type III. Le type V, placé dans le même corps de bâtiment, comporte au contraire une coursive intérieure. Le type IV est placé dans l'autre aile du bâtiment avec une trame de 4,40 m. La largeur de cette aile est inférieure à celle des logements 2, 3 et 5 pièces et la coursive extérieure est placée tous les 2 niveaux.

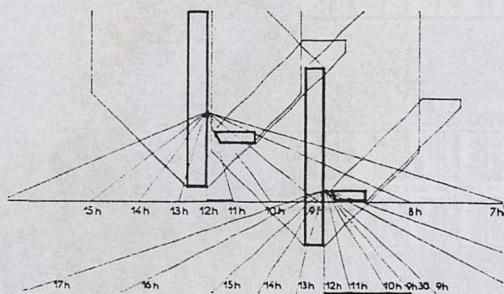
La stabilité de l'aile des 4 pièces s'est révélée difficile à assurer. Notons que les escaliers intérieurs parallèles aux refends perturbent les appuis et les portées de planchers.

Les coursives extérieures intercalées entre les appartements de 3 pièces créent des difficultés de construction et d'isolation thermique.

Enfin, et surtout, l'estimation complète par « ouvrages composés » a fait apparaître une plus-value de 9 % par rapport à l'esquisse n° 3.

Par ailleurs, le maître d'ouvrage consulté avait fait part de son opposition formelle à la desserte par coursives extérieures. Il est alors apparu souhaitable à l'architecte de généraliser le principe de coursive intérieure déjà utilisé pour les 5 pièces d'extrémité (escaliers intérieurs parallèles aux façades).

## 5 esquisse



Elle comprend 3 bâtiments semblables de 15 niveaux pour chaque tranche de 800 logements; le système porteur est toujours constitué par des murs de refends transversaux. La trame unique de 5,10 m entre murs permet une bonne standardisation des dalles; le découpage détermine une moyenne de 13 éléments par logement moyen de 3,5 pièces. Le bâtiment en retour, bien que détaché pour permettre le passage de la grue, constitue une sujétion pour l'organisation de chantier et pour l'ensoleillement; l'épure de l'architecte fait apparaître que les appartements à simple orientation placés dans le grand corps de bâtiment au droit de l'aile en retour ont à l'équinoxe une durée d'ensoleillement variant de 1 h à 2 h 30 suivant le plan d'implantation.

L'autorité de tutelle, consultée pour accord, estime que les sujétions apportées par les bâtiments en retour justifient leur suppression.

## 6 esquisse

L'architecte décide alors de regrouper les appartements de 4 pièces dans des bâtiments-tours de 22 étages avec une trame de construction identique à celle des bâtiments longs. La standardisation et l'organisation de chantier se trouveraient, de ce fait, notablement améliorées.

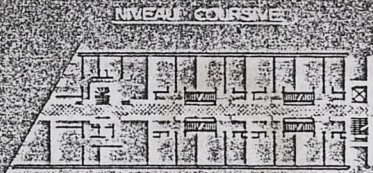
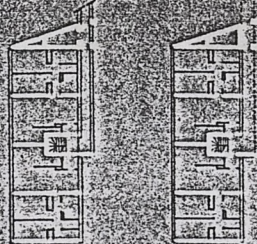
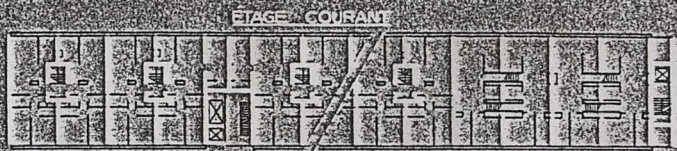
Sur ces nouvelles dispositions de plan-masse, l'approbation de l'autorité de tutelle est obtenue et le parti définitif

vement adopté. Pour clore cette phase, il reste aux auteurs du projet à confronter l'ensemble des dispositions avec le programme fonctionnel et à dresser la liste des points sur lesquels l'esquisse peut donner matière à améliorations.

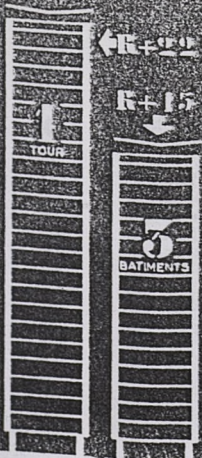
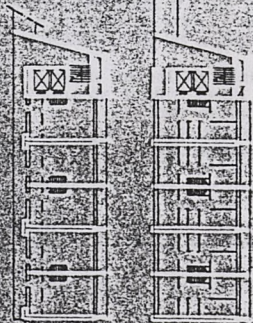
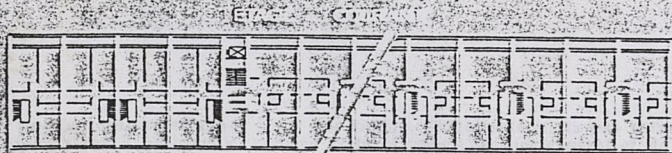
Ce bilan est destiné à orienter l'étude de la phase d'avant-projet que nous allons aborder.



R+15



R+15

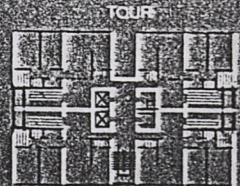
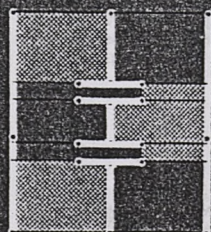
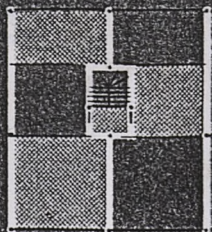


R+00

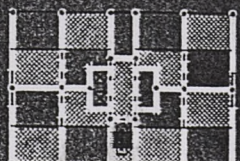
R+15



DECOUPAGE EN ELEMENTS



DECOUPAGE EN ELEMENTS



## 1 esquisse

Les logements sont répartis dans 6 bâtiments de 20 niveaux (440 logements) et 18 blocs de 4 niveaux (360 logements).

Les dessertes intérieures sont assurées par des escaliers en position centrale : cette disposition est économique pour les R + 4 où 4 appartements sont desservis à chaque niveau; pour les bâtiments-tours, par contre, l'escalier central doit être doublé d'un escalier de secours à partir du 9<sup>e</sup> niveau, ceci pour la sécurité incendie.

La structure est constituée, pour les deux types de bâtiments, par des points porteurs à trame rectangulaire. Sans doute ce système peut-il se préfabriquer, en charpente métallique pour les poteaux par exemple, et en béton moulé pour les dalles. L'appui de ces dernières pourrait être assuré soit directement par les quatre angles, soit par l'intermédiaire de poutres coulées après mise en place des éléments. Un procédé tel que celui de Fayette Lefauve-Quillery serait ici applicable, encore que les dimensions de trame diffèrent d'un type de bâtiment à l'autre. Notons, d'ailleurs, que les portées de planchers ne sont pas économiques pour l'épaisseur minimum de 0,13 exigée pour l'isolation phonique. Mais surtout, et c'est là le point le plus important, le contreventement de la tour de 20 niveaux doit être assuré par l'ossature; cette solution est très coûteuse et nécessite

des variations d'inertie de poteaux et de poutres dont l'esthétique intérieure des appartements risque de mal s'accommoder.

Sans doute retrouvons-nous dans les deux types de façade le module de 1,25, mais le bâtiment bas comporte un trumeau demi-modulé introduisant une série différente de celle de la tour.

### Conclusion

Craignant que l'économie du projet ne soit pas satisfaisante, l'architecte décide alors, sur proposition du bureau d'études, d'orienter ses recherches vers un type de bâtiment dont la structure serait constituée par des refends transversaux. Ce type de structure convient particulièrement bien aux bâtiments hauts (contreventement transversal) et permet également la préfabrication totale des parois.

Pour la valeur de la trame, plusieurs réalisations récentes incitent les techniciens à suggérer, pour des raisons économiques, une trame *unique* de l'ordre de 5 m à 5,50 m; ce parti de structure implique en particulier qu'on se refuse à admettre une petite trame pour les escaliers ou les chambres, qui introduit une trop grande disproportion dans la surface et le poids des pièces préfabriquées. C'est sur ces bases que s'élabore la deuxième esquisse.

## 2 esquisse

Ici, la composition de masse se trouve totalement modifiée : les 800 logements sont compris dans 8 bâtiments R + 9 de 66 m de longueur de deux types différents (voir schéma).

Chaque bloc de 3 ou 4 appartements par niveau est desservi par un escalier en position centrale dont les parois latérales constituent le contreventement longitudinal.

Un ascenseur dessert chaque étage.

Les façades entièrement tramées peuvent donner lieu à d'importantes séries.

Certains points particuliers des refends transversaux mériteraient sans doute des aménagements : ouvertures mal placées (du point de vue statique) dans les refends des 5 et 6 pièces, mur séparatif des 3 et 4 pièces placé au milieu d'une trame. Ce projet de structure est valable pour la préfabrication et permet d'assurer économiquement la stabilité (contreventement transversal).

Par contre, l'architecte n'est pas satisfait de l'utilisation des surfaces pour l'escalier central et de la distribution des appartements : en effet, le type III est à simple orientation et seule une chambre du type IV ouvre sur la façade opposée; pour les types V et VI, les dégagements intérieurs sont très importants.

Il envisage un instant de réaliser les grands logements bas sous forme de duplex. Deux appartements se trouvent ainsi superposés, l'un avec accès direct au rez-de-chaussée, l'autre desservi par une coursive extérieure.

La composition du plan-masse qui en résulte n'est pas jugée très satisfaisante, car peu homogène; l'architecte décide alors de reprendre son idée de grands logements en duplex, mais cette fois intégrés dans les bâtiments hauts.

On parvient ainsi à la troisième esquisse dont nous allons examiner les grandes lignes.

## 3 esquisse

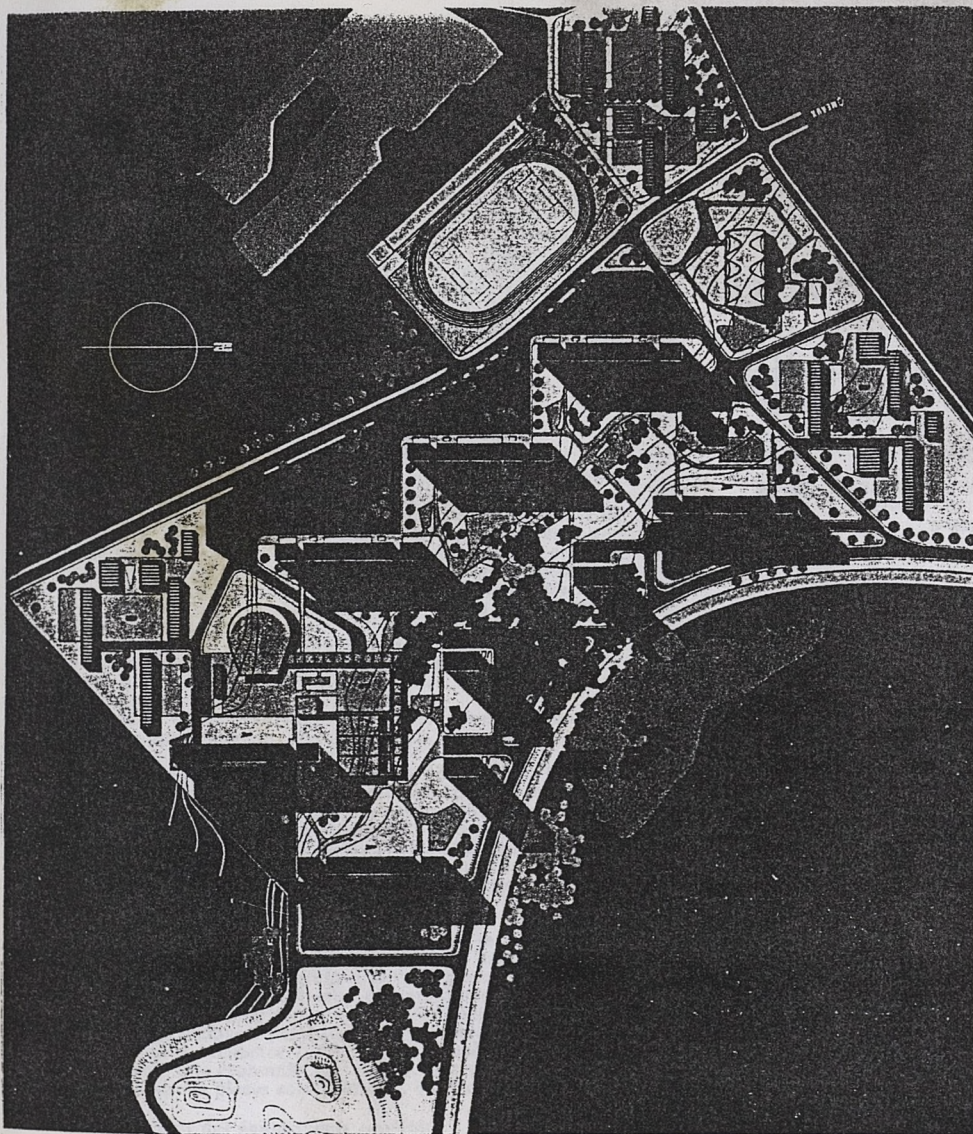
Elle présente 7 bâtiments de 10 niveaux avec trois types de composition (A.B.C.).

Les structures sont toujours à refends porteurs espacés de 5,40 m, mais l'escalier replacé en façade introduit une nouvelle trame de 4,30 m qui constitue un léger recul par rapport à la trame systématique de la deuxième esquisse.

Pour la distribution, l'architecte a pu intégrer les logements 5 et 6 pièces en duplex. Mais ce résultat ne le convainc pas : il n'a pu éliminer la simple orientation pour les 3, 5 et 6 pièces.

Le 4 pièces comporte deux types, l'un à double exposition (quand il est associé aux 5 et 6 pièces), l'autre à simple exposition (quand il est associé au 3 pièces). L'architecte décide alors de s'affranchir de cette sujétion d'orientation en plaçant l'appartement de base (type 3) dans la trame; il reprend l'idée de la coursive, avec une combinaison d'escaliers intérieurs parallèles aux murs de refends, et desservant les logements au centre du bâtiment.

Nous voici donc à la quatrième esquisse qui comporte 4 bâtiments *avec aile en queue*.



Doc. "L'Architecture d'aujourd'hui"

**MEAUX • 1890 logements**

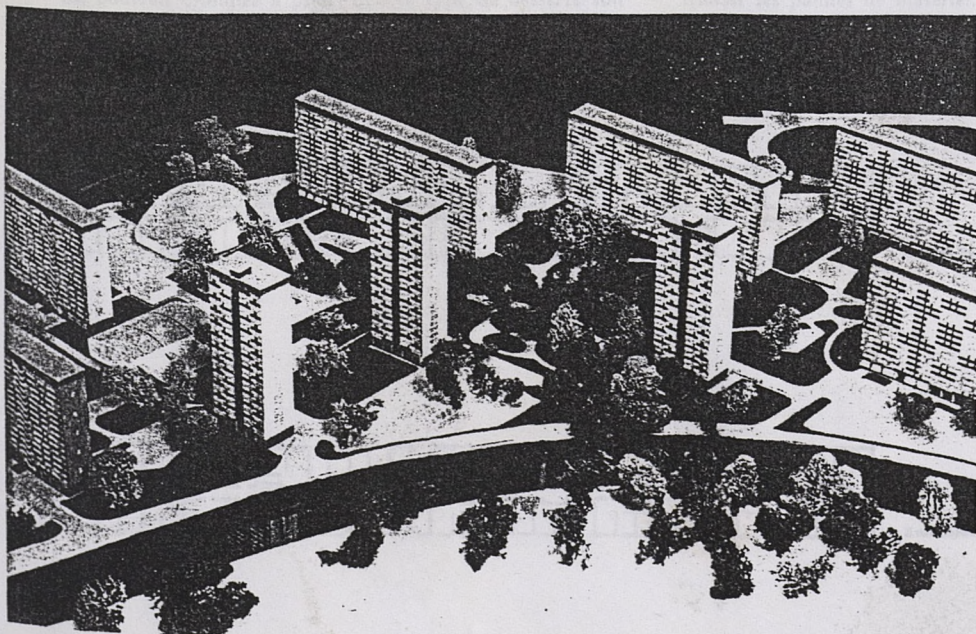
J. GINSBERG, ARCHITECTE CHEF DE GROUPE

M. DOIGNON-TOURNIER, ARCHITECTE D'OPÉRATION

A. ILINSKI, M. SCHULTZ VAN TREECK, L. MARCEAU, ARCHITECTES COLLABORATEURS

**Entreprises**

*Grossistes* : Ganier et Petetin, Chelles ; *Eclairage* : Huberod, Paris ; *Electricité* : Société Française d'Équipement et d'Entreprises Électriques, Dijon ; *Peinture vitrerie* : Porro, Reims, Fresnes Saint-Mames ; *Ascenseurs* : Edoux-Samain, Paris ; *Mécaniques extérieures* : Houot, Gerardmer ; *Stores* : Belzeq, Paris ; *Bloes-bois* : Poutrex, Paris ; *Meubles cuisine* : Fournier, Thones ; *Chauffage central* : Neumeyer, Forbach ; *Cloisons* : S.O.C.E.B. ; *Plomberie* : S.I.E.T.R.A., Pierrelatte ; *Sols* : Lucas-Tarsiguel, Paris ; *Serrurerie* : Cuzin, Châtillon-sur-Seine ; *Mécaniques complémentaires* : Vianey, Chateau-Thierry.



### III - avant-projet

Le maître de l'ouvrage, en accord avec l'autorité de tutelle, avait décidé de consulter les entrepreneurs sur « avant-projet » et de laisser ensuite le soin aux techniciens de dresser le dossier d'exécution en accord avec l'entreprise adjudicataire.

Quel était donc le but à atteindre dans l'élaboration de l'avant-projet ? Il s'agissait de définir les ouvrages avec suffisamment de précision et d'étudier minutieusement les incidences réciproques pour que les entrepreneurs puissent s'engager sur un prix forfaitaire. Ceci impliquait pour le bureau d'études la nécessité de présenter des solutions détaillées (notamment de préfabrication), non pour les imposer à l'entrepreneur, mais pour lui montrer l'importance des répétitions, les diverses possibilités de fabrication, et la relative facilité de construction d'un projet apparemment compliqué.

#### a - retour sur l'esquisse

##### 1 - Simplification des schémas d'assemblage

Cette première partie est à vrai dire un retour sur le choix du parti, en vue d'améliorer la disposition des escaliers intérieurs des appartements de 3 pièces jugée peu satisfaisante. Elle constitue, en effet, pour chaque groupe de 2 appartements une desserte peu pratique (escalier étroit et balancé). Son emprise compromet la distribution de l'appartement de 3 pièces du niveau coursive. La fabrication en est délicate et diffère totalement de celle des appartements de 5 pièces (volée droite parallèle aux façades).

La présence de ces deux types d'escaliers constitue un handicap sérieux pour la standardisation: murs, dalles, gaines, différent d'un type à l'autre créant 2 séries systématiquement indépendantes.

Il semblait donc avantageux de tenter d'homogénéiser les accès des appartements. L'esquisse qui vous est présentée satisfait à cet objectif.

Grâce à cette simplification, les grands appartements (type V) peuvent être placés dans les coursives inférieures en raison du grand nombre d'enfants qui les occuperont. Il en résulte 2 coursives de 5 pièces et 3 coursives de 2 et 3 pièces.

En définitive, le programme se trouve satisfait par un schéma de répartition simple, et la symétrie réalisée pour chaque double trame, par rapport à son axe vertical, constitue un progrès très important pour la standardisation.

Bien que n'étant pas une conséquence directe des nouvelles dispositions envisagées, la détermination de la position des escaliers principaux est à rattacher à cette nouvelle étude d'esquisse. Le bâtiment long étant devenu parfaitement autonome (création du bâtiment-tour en remplacement des ailes comprenant les 4 pièces), rien ne s'opposait à réaliser la symétrie des escaliers principaux par rapport à un axe vertical. Cette disposition, sans incidence sur les voies d'accès apportait, en préfabrication, une économie notable (division par 2 du nombre de moules pour les pièces correspondant à cet ouvrage).

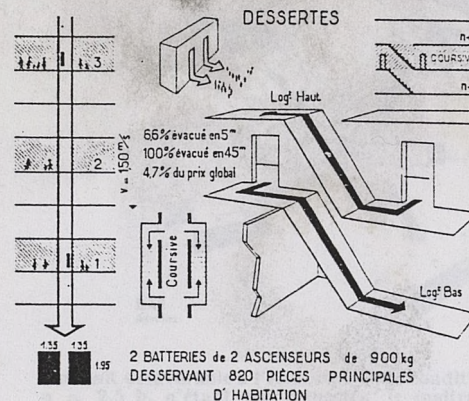
##### 2 - Mise au point des équipements généraux

Nous étudierons plus particulièrement 3 points essentiels :

###### a) Dessertes

— escaliers principaux, coursives, escaliers intérieurs :

On pourrait craindre a priori que ce type de desserte soit



particulièrement défavorable du fait de l'importance des surfaces construites qui lui sont réservées.

Vérification faite, le pourcentage représenté par ces circulations est à peine supérieur à 10 % de la surface habitable.

Remarquons que seule la surface des escaliers intérieurs des 5 pièces, considérée comme dégagement, est exclue de ce pourcentage, et indiquons à ce propos la valeur des circulations intérieures des différents types de logements :

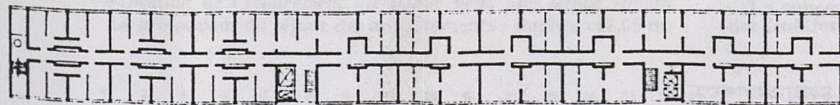
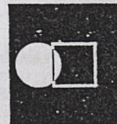
1 P = 6,6 %	3 P = 6,2 %
2 P = 9,5 %	5 P = 8,4 %

##### Ascenseurs :

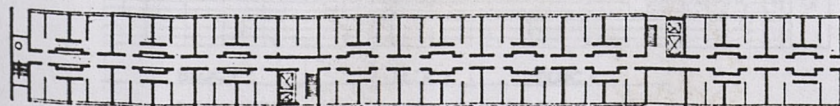
Dans les solutions classiques de dessertes (1 escalier par bloc d'habitation) ce poste est particulièrement important pour les bâtiments hauts et son montant dépasse fréquemment les 5 % du prix de construction réservés à cet effet.

Les solutions techniques qui correspondent à ces crédits présentent des caractéristiques de débit généralement insuffisantes avec des cabines de petites dimensions.

Dans les bâtiments hauts à coursives, la concentration des dessertes verticales dans un nombre restreint d'accès (1 ou 2) permet d'utiliser des cabines de grandes dimensions avec les mécanismes les plus modernes (moteur sous tension variable par exemple). L'arrêt à chaque coursive (tous les 3 niveaux) constitue une condition favorable au débit: enfin, dans le cas de 2 batteries d'ascenseurs comme à Meaux, l'intercommunication réalisée par les « rues intérieures » permet de neutraliser les pannes de matériel.

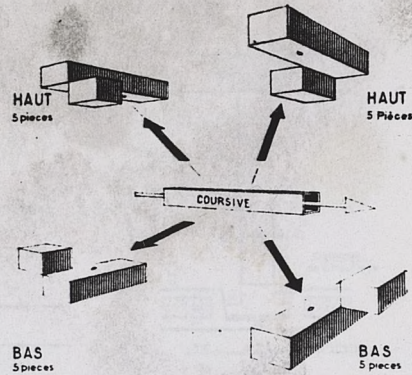
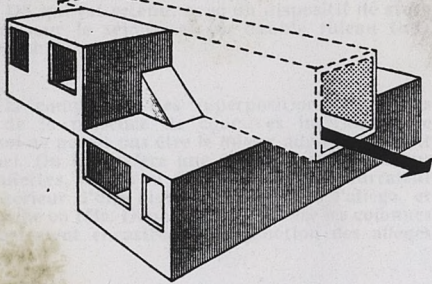


Rappel de l'esquisse.



Amélioration de l'esquisse au stade avant-projet.

Assemblage des volumes.



b) Fluides

Les schémas sont arrêtés à cette phase sur les principes suivants :

- gaz : colonnes montantes dans gaine au droit des appartements;
- eau (EF et EC) : colonnes montantes dans gaine au droit des appartements;
- évacuations : colonnes montantes dans gaine au droit des appartements;
- chauffage central : colonnes montantes dans gaine au droit des appartements;
- électricité : colonnes montantes dans chaque escalier principal et colonnes rampantes dans coursives;
- télécommunications : colonnes montantes dans chaque escalier principal et colonnes rampantes dans coursives.

c) Chauffage

Elle est conçue totalement en superstructure avec possibilité de déplacement et d'agrandissement dans une phase ultérieure (programme de 4 000 logements de la zone industrielle).

Pour remplir cette condition du programme, nos ingénieurs de chauffage ont adopté la solution qui consiste à attribuer les deux fonctions du vase d'expansion à deux réservoirs distincts : 1) vase d'expansion proprement dit placé sur le bâtiment le plus haut de l'opération; 2) vase de sécurité sous pression en chaufferie. Celle-ci peut ainsi être implantée très librement ce qui donne satisfaction à l'architecte. En effet, bruits, fumées, circulations des camions de combustible peuvent être rejetés à l'extérieur de l'unité d'habitation.

3 - Mise au point des logements

Travail sur maquettes

Très tôt, les dispositions en « duplex » ont fait ressentir le besoin d'une maquette. Confectionné d'une façon rudimentaire et à petite échelle (0,02 p.m.), cet outil de travail a fourni les premiers éléments d'appréciation du volume des différentes pièces d'habitation. Ainsi, entre autres, est-il apparu qu'on améliorerait considérablement le volume du séjour par le simple déplacement en façade de la cloison séparative de la cuisine.

Cette maquette d'étude s'est avérée si utile qu'il a été décidé, plus tard, de produire une maquette de construction en bois à une échelle plus grande (0,10 p.m.), pour présenter à l'entrepreneur le découpage, l'échantillonnage et le montage des éléments de structure.

Vérification de l'éclairage du séjour dans une cellule témoin  
La profondeur du séjour des appartements « duplex » (7,05 m)

semblait défavorable à l'éclairage : la condition réglementaire  $p \leq 2,5 h$ , n'étant pas respectée, le maître de l'ouvrage a demandé à l'architecte de présenter à l'autorité de tutelle une cellule témoin à échelle grandeur dans une de ses constructions en cours. Cette cellule, réalisée dans des conditions de prospect plus défavorables que celle du plan-masse de Meaux, a permis de faire la preuve que les conditions d'éclairage de la pièce étaient en définitive satisfaisantes.

Equipements propres aux logements

L'étude de l'équipement propre aux logements a un triple aspect :

- déterminer l'équipement maximum possible dans le cadre des prix de l'opération;
- localiser les points singuliers que sont les gaines, trémies, etc., et les typifier pour permettre une standardisation d'éléments ou d'ensembles constructifs;
- préparer l'intégration de certains éléments d'équipement dans la fabrication des ouvrages de structure.

Le lecteur pourra peut-être s'étonner que le bureau d'études se préoccupe de tous ces détails alors que les problèmes de structures ne sont pas encore précisés. C'est qu'en effet, l'étude des équipements nous paraît devoir précéder les calculs de détail des éléments porteurs. Rappelons à ce propos que chaque esquisse a fait en son temps l'objet des calculs de stabilité indispensables.

4 - Les façades

Une analyse technique et économique avec sous-détails de prix est effectuée, parallèlement aux esquisses d'architecture.

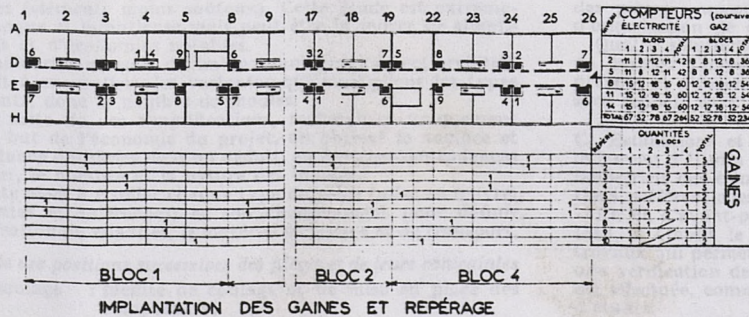
Sur le plan des prix, le rideau de façade léger étant encore très coûteux à l'époque, les parois extérieures sont proposées en éléments de béton avec isolant incorporé. Ces éléments sont constitués par des allèges passant devant les planchers et couvrant les têtes de murs. Le choix du revêtement extérieur (gravillon concassé lavé, grès cérame, pâte de verre) est subordonné à la réalisation d'un logement prototype à échelle grandeur.

Du point de vue plastique, façades, sans saillies importantes ni loggias, que l'architecte entend animer par la couleur des revêtements.

Ouvertures extérieures

Ouvertures extérieures en éléments légers de menuiserie bois avec panneaux opaques isolants devant les têtes de murs de refends.

La conception d'allèges s'associe particulièrement bien avec des fenêtres panoramiques de grandes dimensions du type DS



(châssis à la fois pivotants et coulissants). Malheureusement, avec ce type d'ouvrant, l'occultation des chambres et la protection solaire sont difficiles à résoudre : l'étude de fermetures coulissantes aluminium remet un instant en question le châssis pivotant au profit de l'ouvrant à la française, mais c'est finalement le châssis DS qui est retenu, avec un dispositif de store vénitien intérieur pour le séjour, et un double rideau toile intérieur pour les chambres.

#### Chauffage

Par suite de la complexité des superpositions de pièces d'habitation et de la présence de coursives intérieures, le chauffage par le sol ne paraît pas être le mieux adapté du point de vue fonctionnel. On lui préfère une émission de la chaleur par radiateurs à ailettes, simple ou double tube, qui pourraient être placés à l'intérieur d'une niche réservée dans l'allège, et protégés par un cache en tôle. Dans cette hypothèse les colonnes devraient être également encastrees à la jonction des allèges et des refends.

#### 5 - La structure

A) Le système constructif. — Le choix du système constructif a été orienté par deux considérations essentielles :

- satisfaire les architectes au point de vue fini de réalisation (recherches des dispositifs autocollants);
- conduire à une standardisation poussée pour réduire le nombre de types de pièces.

De plus, dans ce cas de construction préfabriquée, on s'est attaché à trouver des solutions satisfaisantes aux problèmes posés par la résistance mécanique de la structure et les assemblages des pièces :

- les surfaces d'appui des planchers sont réduites au minimum pour permettre la continuité des murs de refends transversaux (ergots porteurs placés sur les rives de chaque dalle);
- les profils des pièces sont suffisamment écartés pour permettre l'ancrage et l'enrobage correct des aciers, le remplissage des chaînages par un béton de bonne compacité ainsi que le passage de l'aiguille du pervibrateur;
- les arrachements réalisés sur certains profils de pièces assurent une bonne adhérence du béton de liaison et de l'élément préfabriqué;
- les clés d'appui concourent à l'application des efforts perpendiculairement aux liaisons et à la suppression des plans de glissement.

Pour les liaisons en façade, les profils des panneaux sont conçus en fonction de la nature et de la position du joint (cordon étanche maté de l'extérieur) ainsi que de l'utilisation de matériaux destinés à supprimer les ponts thermiques (polystyrène expansé).

Les refends longitudinaux décalés à chaque niveau posent un problème délicat de transmission des efforts horizontaux, celle-ci s'effectue de la façon suivante :

En rez-de-chaussée les refends transversaux apportent d'importantes sujétions à l'architecte, alors qu'il souhaiterait précisément une grande liberté; la solution des portiques, malgré sa plus-value, a été retenue à Meaux dans certains cas particuliers tels que les halls d'entrée et la galerie extérieure qui relie ces accès.

B) Etudes de fabrication et de mise en œuvre. — Nous avons indiqué, en tête de chapitre, que l'avant-projet devait aboutir à un prix forfaitaire d'entrepreneur, ce qui implique pour ce dernier la connaissance très précise de ses investissements.

La définition du matériel de levage et des moules résulte d'une étude très complète des fabrications et de la mise en œuvre, exécutée dès cette phase par les techniciens spécialisés du bureau d'études.

##### 1) Standardisation des opérations et des éléments

On cherche à grouper les pièces par familles de moules (éléments coûteux) à l'intérieur desquels on pourra obtenir des pièces dérivées par adjonction ou suppression de jous variables (éléments moins coûteux). Cette étude est extrêmement longue et minutieuse mais peut être la source de simplifications et d'économies notables.

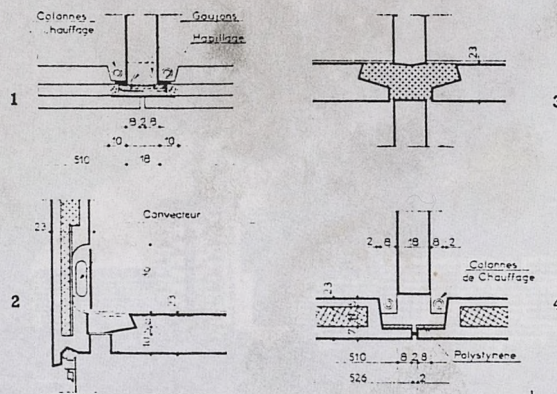
Par ailleurs, on essaie d'éliminer, sans que l'aspect architectural ait à en souffrir, les variantes qui multiplient les types d'éléments, donc le nombre de moules.

À la suite de ces simplifications, recherchées uniquement dans le but de l'économie du projet, on obtient le nombre et l'importance des séries dont on déduit, en fonction des cadences à assurer, le nombre et la nature des moules.

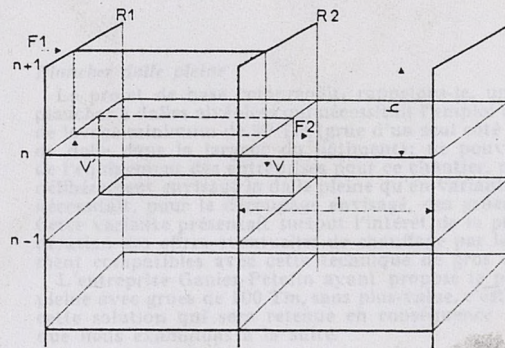
Il reste alors à étudier chaque type de pièce (mise en œuvre, contraintes et tolérances) et son cheminement pour définir l'organisation du chantier, le matériel de levage et de transport.

##### 2) Etude des positions successives des pièces et de leurs contraintes

- moulage : facilité de coulage et de mise en place des composants;



1 - Fenêtre et gros œuvre (coupe horizontale); 2 - Façade plancher et chauffage (coupe verticale); 3 - Liaison - murs et planchers (coupe verticale); 4 - Liaison façade - refend (coupe horizontale).



Une force  $F1$  appliquée au niveau  $n - 1$  (transmise par le refend longitudinal) donne au niveau  $n$  une force  $F2$  égale à  $F1 h$ . Ce moment est équilibré par deux forces égales et opposées  $V$  et  $V'$  telles que  $V1 = F1 h$ .  $V$  donne une compression du refend transversal  $R2$  et  $V'$  une traction du refend transversal  $R1$ .  $F2$  se transmet par l'intermédiaire des planchers aux refends longitudinaux du niveau inférieur et ainsi de suite jusqu'aux fondations. Les contraintes dans les refends longitudinaux doivent être étudiées sous l'effet de forces telles que  $F1$ .

- démolage : étude des profils et des dépouilles, détermination des armatures pour les efforts correspondants;
- transport : armatures de levage;
- stockage : étude des profils résistants;
- levage : étude des profils de transport;
- pose : dispositifs de mise en place et de liaisons.

##### 3) Détermination des coles de fabrication.

En particulier, définition des tolérances admissibles, aussi bien pour le fini des fabrications et de pose, que pour la bonne coordination des opérations sur chantier, notamment la liaison avec les autres catégories de travaux.

##### 4) Utilisation optimum des matériels

À partir des nomenclatures de pièces et d'opérations de pose, cette utilisation est traduite par un diagramme de rotation des pièces proposé à l'entrepreneur dans diverses solutions d'organisation de chantier.

Quatre solutions sont ainsi présentées dans le simple but de préciser l'importance des investissements en matériels à prévoir, et d'éviter que ne soient prises des marges de garantie sans rapport avec les difficultés réelles.

C) Estimations et vérifications. — Au cours de cette phase, le bureau d'études effectue, par sous-détails, les études de prix industriels des éléments répétitifs qui font apparaître les solutions préférentielles.

En fin d'avant-projet, après l'établissement du devis quantitatif, il établit le détail estimatif complet par catégorie de travaux qui permet la comparaison avec les crédits. De même, une vérification de conformité avec le programme fonctionnel est effectuée, comme il est de règle, à la fin de chaque phase d'études.



## IV - consultation des entreprises

Elle fait l'objet de deux concours distincts :

- 1) Concours principal :
  - groupements d'entreprises pour le gros œuvre et 11 lots.
- 2) Concours séparés :
  - ouvertures extérieures; portes intérieures;
  - chauffage;
  - meubles de cuisine;
  - placards séparatifs de chambres.

### I - dossier de consultation

Les dossiers de consultation comportent :

#### Concours principal

##### 1) Les plans

A) *Plans d'architecture* : plans d'ensemble; bâtiments à 0,01; logements à 0,05; façades — coupes — détails à 0,02 et 0,05; ouvrages hors bâtiments (chaufferie).

B) *Plans techniques* : G.O. bâtiments (fondations — ensembles préfabriqués — gaines et conduits — escaliers); corps d'état d'équipements :

- ouvrages hors bâtiments;
- notice d'organisation de chantier.

##### 2) Les pièces écrites

— pièces administratives, clauses techniques, devis descriptifs de position, devis quantitatifs.

#### Concours séparés

Le dossier de ces concours est constitué d'extraits de plans et pièces écrites du dossier de concours principal.

## 2 - examen des offres

#### Concours principal

Quatre groupements d'entreprises ont remis des offres complètes: deux d'entre elles, les mieux classées, répondent au projet de base en préfabrication totale, les autres, de 8 à 12 % plus chères, proposent soit une préfabrication partielle, soit une exécution traditionnelle.

Examinons brièvement l'offre des deux préfabricants :

Propo- sition	Type d'organisation	Matériel de levage	Variante sans économies	
			G. O.	Équipement
A	Foraine : Atelier et chantiers en pied de bâtiment	Grues de 100 tm	Dalles pleines	Neant
B	Usine	Grues de 60 tm	Dalles pleines modification de découpage (4 p dans largeur du bâtiment au lieu de 3)	Enduit général sur les pièces préfabriquées

#### Plancher dalle pleine

Le projet de base comprenait, rappelons-le, un système de plancher à dalles alvéolées qui nécessitait l'emploi d'un matériel de levage minimum de 90 Tm (grue d'un seul côté et 3 éléments de dalle dans la largeur du bâtiment); ne pouvant présager de l'équipement des entreprises pour ce chantier, nous n'avions délibérément envisagé la dalle pleine qu'en variante, puisqu'elle nécessitait, pour le découpage envisagé, des grues de 100 Tm. Cette variante présentait surtout l'intérêt de la prise en considération des offres éventuelles de chauffage par le sol, uniquement compatibles avec cette technique de gros œuvre.

L'entreprise Ganier-Petetin ayant proposé le plancher dalle pleine avec grues de 100 Tm, sans plus-value, c'est en définitive cette solution qui sera retenue en conséquence du chauffage que nous examinons à la suite.

#### Concours séparés

Notons seulement deux corps d'état où les variantes apportent des modifications à l'avant-projet et pour l'examen desquelles les spécialistes du bureau d'études ont été particulièrement sollicités :

##### 1) Chauffage

L'entreprise la mieux disante présentait une offre conforme au projet de base (radiateurs et ailettes en allèges) et une variante (chauffage par le sol) qui, liée à la réalisation, sans plus-value, de la dalle pleine, apportait une économie de 20 % sur le prix de l'installation intérieure proprement dite, soit sensiblement : 250 NF par logement.

##### 2) Ouvertures extérieures et fermetures

Comme nous l'avons signalé ce problème avait reçu une solution considérée comme provisoire, la réalisation des fermetures étant difficilement compatible avec le type d'ouvrant (châssis pivotants et coulissants).

Pour aboutir à une solution plus satisfaisante, l'architecte avait décidé, sur conseil du bureau d'études, de solliciter, à l'appel d'offres, une variante avec ouvrants latéraux à la française et châssis central pivotant.

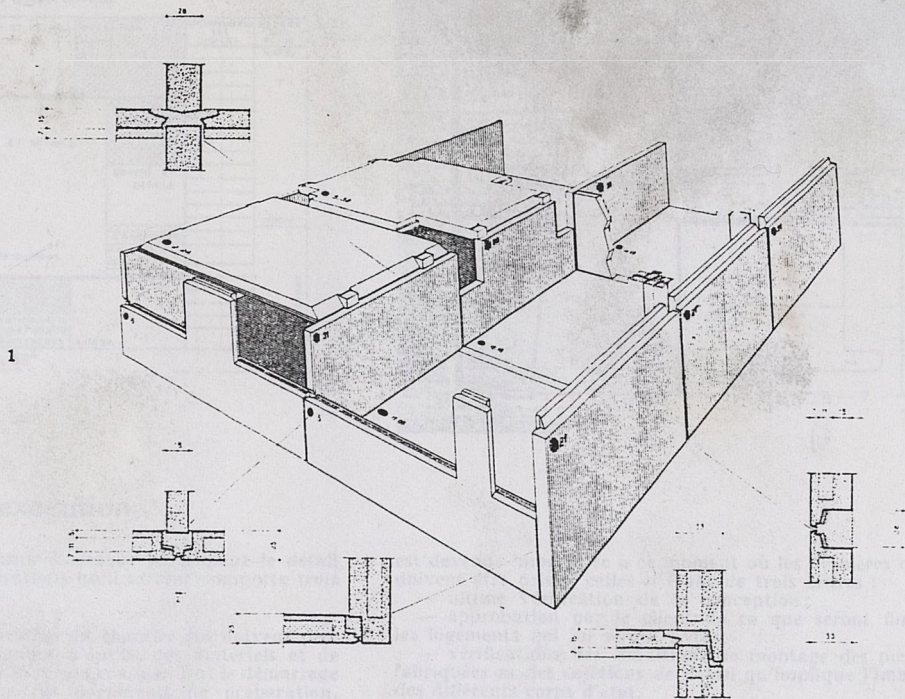
Avec ce type d'ouvertures, l'occultation et la protection solaire se trouvaient résolues par la mise en place d'un store vénitien sur toute la longueur de la baie, rendant possible la ventilation du séjour par ouverture totale des vantaux latéraux. A la suite de l'examen du prototype des 3 entreprises mieux disantes, le rapport du spécialiste du bureau d'études proposait à l'architecte de retenir cette solution plus économique et techniquement satisfaisante, sous réserve de quelques améliorations à demander à l'entreprise attributaire des travaux (possibilité de retournement complet du châssis central).

## 3 - préparation des marchés

C'est la phase des ultimes mises au point de l'avant-projet. Les variantes retenues pour chaque entreprise adjudicataire sont incorporées dans le dossier de base en vue de la constitution du dossier marché.

Citons en exemple la modification apportée pendant cette période au revêtement des façades et des coursives intérieures :

L'avant-projet comportait, dans les coursives, un revêtement mosaïque de pâte de verre, et pour les allèges, l'incorporation, en dessus de moule, de gravillons concassés. Malgré de nombreuses recherches de carrières et de multiples essais de plaques,



- 1 - La structure.
- 2 - Deux hommes suffisent à la pose.
- 3 - Les panneaux très encombrants et ne nécessitant pas de soins particuliers sont fabriqués au pied du bâtiment.

l'entreprise n'a pu réaliser des panneaux blancs et noirs en gravillon donnant entière satisfaction aux architectes. Aussi a-t-il été proposé de substituer le grès cérame 5 x 5 à ce revêtement. Cette modification avait pour conséquence la transformation totale des joues de moules puisque le grès cérame, contrairement au concassé lavé, est à placer directement sur les tables des moules. Ce seul exemple suffira sans doute à montrer au lecteur tout l'intérêt que présente la réalisation d'échantillons et de prototypes.

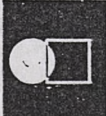
Les mises au point n'ont d'ailleurs pas été uniquement le fait de variantes d'entreprises; en effet, l'architecte et le bureau d'études s'étaient réservé la possibilité de reconsidérer un certain nombre de problèmes, notamment celui des ouvertures extérieures qui vient d'être réexaminé avec les prototypes de menuiseries. Citons encore celui de la standardisation des escaliers principaux à partir de la conception du bâtiment-tour. En effet, à ce stade de l'étude, il est apparu souhaitable d'appliquer aux bâtiments longs, qui comportaient l'escalier à l'intérieur des halls d'étages, la solution retenue pour la tour (escalier anti-fumée en façade). Cette modification permettait en outre, conformément aux règles de sécurité incendie, d'introduire une nouvelle répartition des trames aux extrémités, et de supprimer l'escalier de secours en pignon. Il en résultait pour le projet une meilleure standardisation pour les pièces

d'escaliers adaptables à tous les types de bâtiments et une moins-value non négligeable.

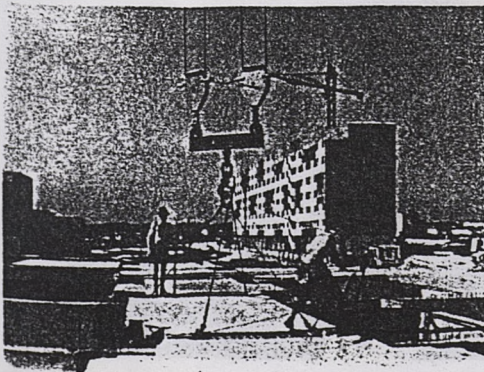
D'autres problèmes cependant devaient recevoir des solutions approchées. C'est en particulier celui de l'isolation phonique aux bruits d'impacts, résultant de la superposition des cuisines et des chambres d'appartements différents. Malgré nos recherches, en collaboration avec le CSTB, nous n'avons pu le résoudre à ce stade. En effet, dans la gamme des matériaux économiques existant à la date de l'étude, aucun ne pouvait satisfaire totalement à la double condition de résistance à l'humidité (échelle E2 du classement UPEC) et d'affaiblissement sonore ( $\geq 10$  dB) sans être adjoint à une chape sur isolant; seule la condition de résistance à l'humidité se trouvait satisfaite par le revêtement vinyle-amiante finalement proposé. Ce problème de confort devait d'ailleurs faire ultérieurement l'objet d'essais et de mesures dans le bâtiment témoin.

Toutes les dispositions constructives étant fixées, la coordination des partis techniques et architecturaux étant assurée, on peut alors travailler à préciser les caractéristiques des ouvrages à l'intérieur de chaque catégorie de travaux: c'est ce que feront les ingénieurs et projeteurs d'exécution.

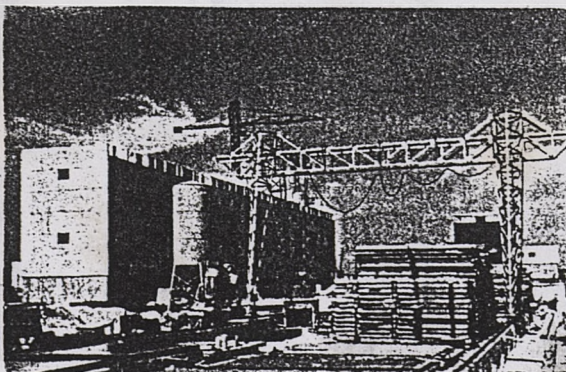
Sans nous attarder à la description de cette tâche (au demeurant longue et ingrate), feuilletons rapidement le dossier d'exécution, en commentant l'esprit de sa réalisation.

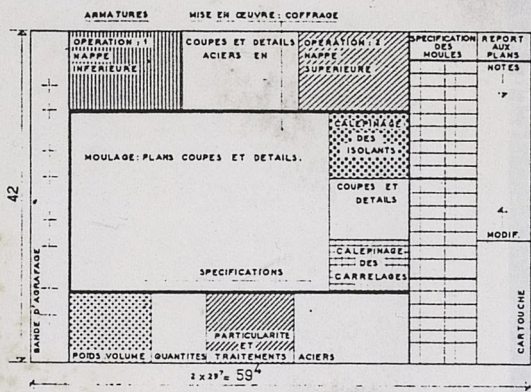


2

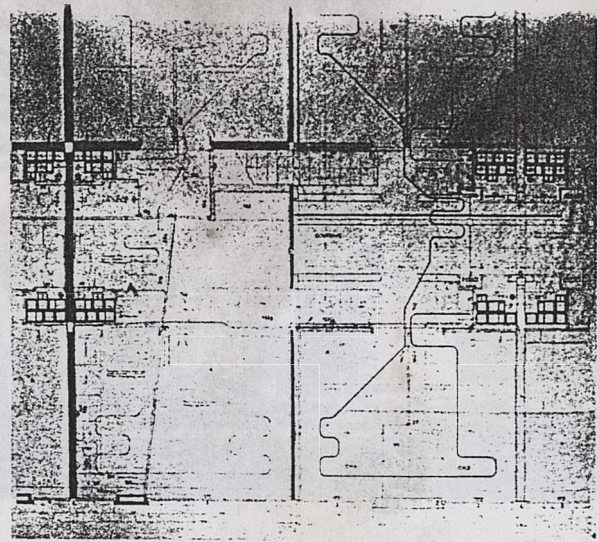


3





1 2



## V - le dossier d'exécution

Le dossier destiné à fournir à chaque participant le détail des fabrications et des opérations qu'il assume comporte trois parties principales :

1) **Les documents de préparation** du chantier qui doivent permettre d'établir les commandes d'outils, des matériels et de matériaux dont les délais de livraison commandent le démarrage effectif des travaux. Dans ces documents de préparation, sont à classer les plans d'organisation de chantier et les plans d'infrastructure (soubassements exécutés en traditionnel).

2) **Les documents de fabrication et de pose** qui seront mis à la disposition de tous les exécutants.

Pour éviter d'utiliser des documents trop complexes et trop chargés, les plans sont groupés :

- par *opération* (F) (fabrication — pose — liaisons, etc.);
- suivant le *lieu d'application* (L) (planchers — refends — façades — pignons);
- à des *temps différents* (T) (planification générale : tableaux chronologiques — élévations schématiques, etc.).

La présentation en format réduit (62 x 42) donne à ces documents une grande maniabilité.

Ils constituent ainsi des fiches d'ouvrages, qui sont réparties aux différents postes par le conducteur des travaux comme le fait dans l'industrie le « chef de fabrication ».

3) **Les documents de coordination.** — Ce sont tous les plans directeurs qui ont servi de base à l'étude, sur lesquels sont repérés tous les éléments de la construction et leurs liaisons. Ils permettent aux entreprises de réaliser toutes les connexions; à l'architecte et au bureau d'études de vérifier la bonne coordination des travaux aux stades du projet d'exécution et de la réalisation.

Ils comprennent notamment : les plans de cellule à grande échelle (1/10) où sont figurés les structures, tous les équipements et les tableaux quantitatifs.

Cette partie du dossier peut être fractionnée par catégories de travaux suivant les besoins du chantier.

Mais, de plus, la nécessité de maquettes et de prototypes

est devenue impérieuse à ce moment où les dernières décisions doivent être prises, celles-ci étant de trois ordres :

- ultime vérification de la conception;
- approbation par le client de ce que seront finalement les logements qui lui seront livrés;
- vérifications des conditions de montage des pièces préfabriquées ou des sujétions de détail qu'implique l'imbrication des différents corps d'état.

Il a été ainsi réalisé 1 maquette au 1/10 et 3 prototypes grandeur, chacun d'eux visant à atteindre un but particulier.

### Maquette bois au 1/10

Destinée à vérifier la mise en place et l'échantillonnage des pièces et à exposer le principe constructif aux conducteurs de travaux.

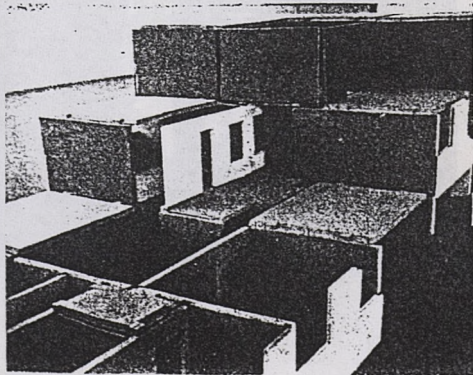
### Prototype de Chelles

Réalisé avec des pièces grandeur moulées dans des coffrages bois, cet ensemble était destiné à vérifier la maniabilité des allèges et refends, la flexion des dalles (souplesse des 4 appuis) et à projeter l'outillage de pose. Il a constitué une école de montage où les chefs d'équipe sont venus prendre connaissance du procédé.

### Prototype de Meaux

En fin d'avant-projet, l'architecte et le bureau d'études avaient proposé au maître d'ouvrage de réaliser, dès que serait connue l'entreprise adjudicataire, un bâtiment témoin comprenant les 9 cellules types de l'opération. Dans ce bâtiment devaient figurer tous les détails des logements finis tels qu'ils apparaîtraient à l'usager. La construction était envisagée avec des matériaux traditionnels en respectant intégralement les cotes intérieures des pièces d'habitation. Ce serait en effet un non-sens d'attendre d'avoir les éléments préfabriqués pour faire ce prototype, car il serait beaucoup trop tard pour parler à une erreur de conception.

Notons que pendant le chantier, les logements sont occupés par l'entreprise et son personnel de direction et par l'agence technique de l'architecte et du bureau d'études dont nous allons devoir parler prochainement.

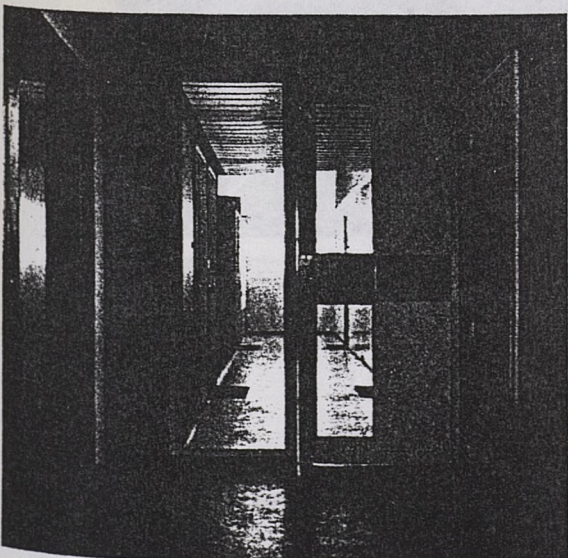
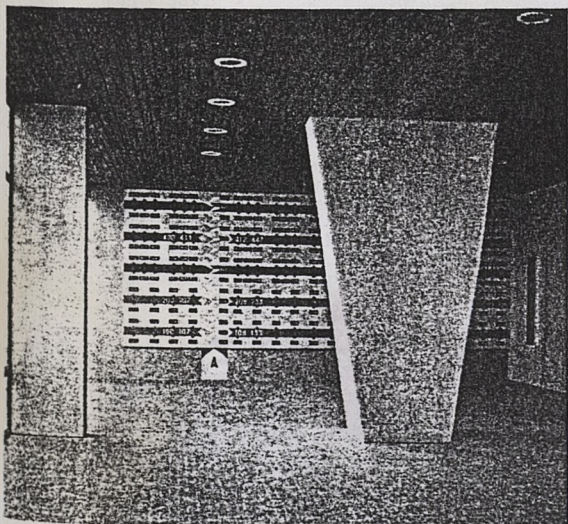


3

- 1 - Fiche d'ouvrage : gros-œuvre, fabrication.
- 2 - Plan « toutes catégories de travaux ».
- 3 - Maquette de montage (éch. 1/10).

- 4 - Bâtiment prototype : Exécution : procédés traditionnels.
- 5 - Hall d'entrée : on remarque au fond le schéma de situation des logements.
- 6 - Coursive de distribution des logements.
- 7 - Accès au logement bas.

4



5

#### Maquette de plomberie à Pierrelate (Sietra)

Les structures n'étaient pas seules, dans le projet, à donner matière à préfabrication. L'entreprise de plomberie du groupement, très expérimentée dans ce domaine, a mis au point un système de platelage sur échafaudage tubulaire qui lui permet de réaliser les cellules prototypes des opérations qu'elle exécute. Les coupes, coudes, raccords, soudures sont déterminés sur maquettes: les divers éléments sont réalisés dans son atelier et transportés dans leurs longueurs d'utilisation au chantier.

L'architecte et le bureau d'études ont pu réaliser une mise au point sur cet outil de travail mis très opportunément à leur disposition (vérification des tracés et position — choix des appareils et de la robinetterie).

4) Les documents de mise à jour. — Ces documents constituent les ultimes mises au point des fabrications: elles résultent précisément de tous les enseignements tirés des prototypes. Nous parlons à dessein de « mise à jour » ou de « mises au point », parce qu'il ne peut plus s'agir, à ce stade, de modifications qui seraient le signe d'une étude incomplète ou erronée.

5) Délais d'études. — Cinq mois se sont ainsi écoulés entre le début du dossier d'exécution et la première pose au chantier.

Comme nous venons de le voir, il a fallu pendant ce délai:

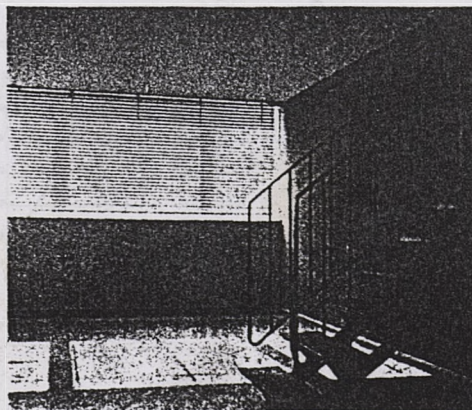
- exécuter les prototypes et les maquettes;
- arrêter tous les détails d'exécution;
- dresser les plans de fabrication, de pose et de coordination;
- usiner les moules.

Ce délai, inhabituellement long, est à considérer comme un minimum pour les chantiers de préfabrication qui, malgré cet handicap d'études et de préparation de l'outillage, constituent les chantiers de plus haute productivité.

Aux Etats-Unis, généralement cités pour la rapidité d'exécution des travaux, le délai d'études se trouve être du même ordre de grandeur que le délai d'exécution.

6

7



## VI - exécution des travaux

Nous nous limiterons à dégager quelques points particuliers de l'exécution.

### I - phase de mise en régime

Nous voudrions insister sur la nécessité impérieuse, particulièrement en matière de constructions industrialisées, de prévoir une phase de mise en régime, de rodage, pour toutes les opérations répétitives de construction.

Nous avons vu, dans la phase « Projet d'exécution », l'importance qu'il convenait d'accorder à la mise au point préalable des outils de fabrication et de mise en œuvre. Cette mise au point doit être poursuivie au cours de la première période des travaux pendant laquelle les ingénieurs d'études et de travaux cherchent à détecter et à vaincre toutes les difficultés de réalisation. C'est en somme une période de transition entre études et travaux. Elle permet en particulier :

— de ne pas démarrer une fabrication en grande série tant que les modes opératoires ne donnent pas entièrement satisfaction.

(Si les mises au point des modes industriels de réalisation de chacune des opérations répétitives ne sont pas effectuées parfaitement dès le début, il y a peu de chances de redresser ultérieurement les mauvaises habitudes ou les fautes techniques du départ) :

— d'établir un planning, toutes catégories de travaux, satisfaisant aux règles de bonnes successions des diverses opérations et tenant compte de temps élémentaires expérimentaux ;

— de réviser éventuellement certaines dispositions ou spécifications du projet.

La phase de mise en régime comporte de plus une importante part de contrôles que nous pouvons qualifier de « préventifs » : il faut en effet, dès le démoulage des premières pièces, contrôler la précision et la constance des cotes obtenues, et comparer les résultats aux tolérances de fabrication préalablement fixées.

Ces précautions, dont la nécessité est évidente, même pour le chef d'atelier de l'industrie, paraissent quelquefois vaines et superflues à un personnel qui, par nature, et peut-être par une fâcheuse tradition, est peu enclin à ce souci de précision.

Ce qui est vrai pour la fabrication et la mise en œuvre l'est également pour la pose, où la précision doit être obtenue par des outils de chantier (plomb — équerre — gabarit, etc.) qui

effectuent le report des dimensions à partir de bases précises déterminées géométriquement par des appareils optiques (niveaux — théodolites).

Pour le bureau d'études, la phase de mise en régime se caractérise par l'intervention sur le chantier des ingénieurs spécialisés, jusqu'à mise au point du prototype et des opérations de fabrication et de pose. Elle se réduira au fur et à mesure du lancement des différentes opérations élémentaires.

Citons à titre d'exemple les activités du spécialiste des menuiseries : après avoir participé au dépouillement des offres et à l'examen des échantillons, il intervient à nouveau, au moment de la réalisation du bâtiment témoin, pour la mise au point des réglages et calfeutremments des ouvertures extérieures ; il normalise la méthode de pose et rédige un programme d'essai d'étanchéité dont il vérifiera l'exécution et les résultats. Au chantier, enfin, il assure le contrôle des premières réalisations (cadence de pose — imperfections) et détecte les anomalies possibles des structures dans lesquelles s'insèrent les ouvrages de menuiserie. Il est amené, en conséquence, à adapter la méthode de pose pour les cas singuliers où les tolérances sont effectivement dépassées.

A la fin de cette phase, quand toutes les opérations élémentaires sont situées avec précision, dans le temps et dans l'espace, l'ordonnement des travaux définitivement mis au point et les cadences de production sont établies.

### 2 - phase de plein régime

Cette phase se caractérise par un niveau de production pratiquement constant ; la légère augmentation que l'on est susceptible de constater, au fur et à mesure du déroulement des travaux, correspond à une plus grande maîtrise des opérations.

Dans cette progression réside tout le mérite de l'entreprise qui, malgré les incidents inévitables et les circonstances extérieures défavorables, parvient à améliorer les rendements et la qualité.

Dans son rôle de conseiller technique, le bureau d'études apporte au maître de l'œuvre, et du même coup à l'entreprise, toute une série de contrôles destinés à favoriser cette progression tant quantitative que qualitative.

#### A) Contrôle de qualité

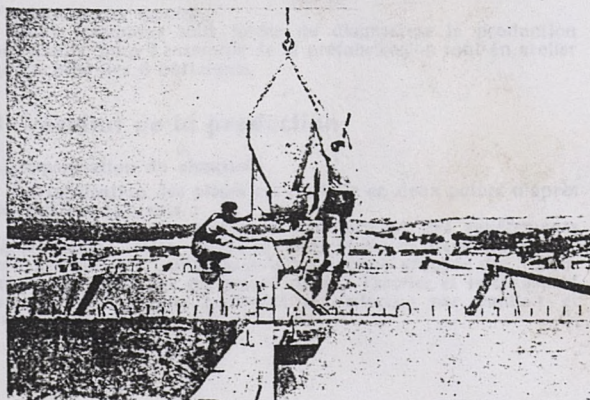
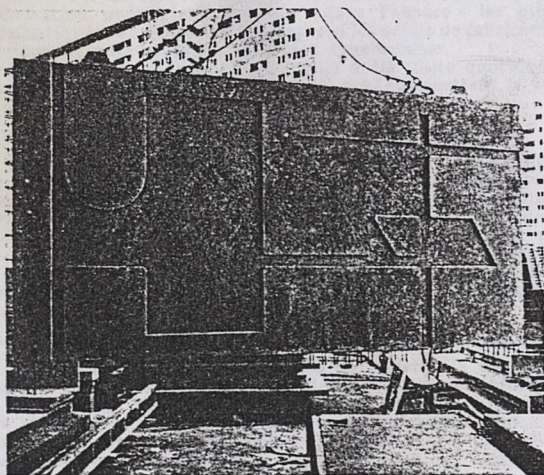
##### Fabrications

Il ne peut s'agir là d'un contrôle détaillé par pièce, mais seulement d'un contrôle de séries organisé pour tenir compte de l'accoutumance des ouvriers et des imperfections de l'outil. Les caractéristiques et la capacité de production de chaque moule permettent de déterminer les fréquences des vérifications qui sont nécessaires.

##### Pose

1) *Etat des pièces* : les éléments devant subir plusieurs manutentions avant la pose, l'agence technique vérifie également, par de fréquents sondages aux stocks de reprise, qu'aucune fissure importante ne s'est produite à la suite d'un choc. Dans le cas de dégradations, la pièce est marquée pour être mise au rebut (ce cas est d'ailleurs exceptionnellement rare, compte tenu des précautions importantes prises par l'entreprise pour les manutentions).

2) *Position des pièces* : ce contrôle concerne essentiellement l'aplomb des têtes de refends (verticalité et alignement) et l'horizontalité des planchers. Les vérifications d'aplomb sont faites par visées au théodolite, celles d'horizontalité par un nivellement de contrôle tous les 6 niveaux. Les cotes inté-



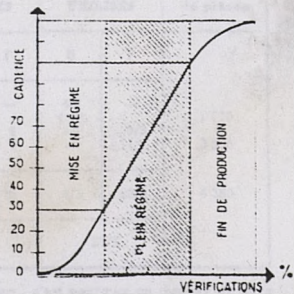
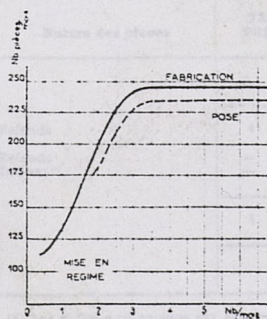
1

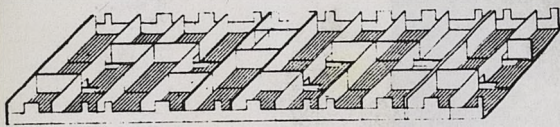
2

- 1 - Motif de façade : fond de cage ascenseurs du bâtiment-tour.
- 2 - Coulage d'une liaison verticale.
- 3 - Diagramme de production de l'usine.
- 4 - Fréquence des contrôles de fabrication.

3

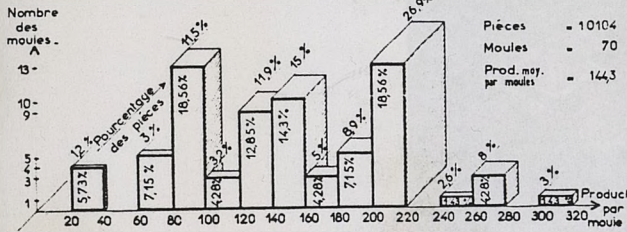
4





MEUX, 3 Bâtiments longs - 792 logements.

Production générale des moules.



- 5 - Visuel d'avancement.
- 6 - Production des moules pour l'ensemble du chantier.
- 7 - Fiche de finition.

rieures des pièces d'habitation, et notamment celles relatives à la position des escaliers intérieurs, font l'objet de vérifications systématiques.

3) *Coulage* : pour ce poste, il est également procédé par sondages : ils concernent la disposition des fers en attente au droit de chaque liaison, la composition du béton assurant les liaisons et la mise en œuvre du béton (pervibration, reprises de coulage, etc.).

#### B) Contrôle du rythme de construction

*Fabrications* : fiches de préfabrication

Les fiches de préfabrication indiquent les quantités de chaque élément à préfabriquer avec leurs repères : elles permettent de cocher au fur et à mesure les pièces préfabriquées qui sont numérotées et datées par l'entreprise.

*Pose* : visuel d'avancement

Le visuel d'avancement vient compléter les fiches de préfabrication permettant de voir « dans l'espace » les pièces préfabriquées et de se rendre compte si les délais de fabrication, séchage et mise en place, sont bien synchronisés.

Ces documents, complétés à l'issue de la visite quotidienne des chantiers de préfabrication et de pose, permettent la mise à jour du planning d'exécution.

#### C) Contrôle des finitions

Sont dénommés « finitions » tous travaux intervenant après la mise en place des cloisons. Pour bien contrôler leur durée, l'agence technique a adopté le système de fiches de finitions de notre méthode générale : ces fiches définissent dans le détail l'ordre d'intervention de chacun des entrepreneurs et permettent de connaître à tout moment l'avancement des travaux à l'intérieur de chaque logement. Chaque fiche remplie par les entreprises est vérifiée sur place par l'ingénieur coordonnateur de travaux.

#### D) Contrôle des ouvrages exécutés en vue des règlements

L'établissement des propositions de règlements des entreprises, généralement issu d'une décomposition en millièmes, a reçu pour ce chantier une application particulière. Empruntée au chantier industrialisé de Reims, dont l'organisation avait retenu l'attention du maître d'ouvrage de Meux, cette méthode est basée sur une exploitation directe du planning d'exécution complété par les valeurs/semaine.

*Production des moules*

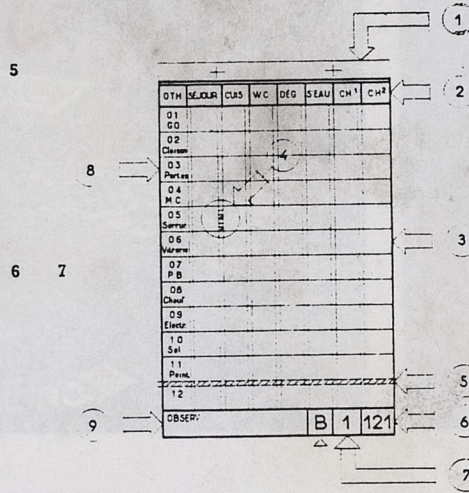
Nous indiquons sous forme de diagramme la production par moule, pour l'ensemble de la préfabrication tant en atelier qu'au pied des 3 bâtiments.

### 3 - résultat de la production

#### 1) Organisation du chantier

La fabrication des pièces est répartie en deux points d'après les critères suivants :

a) Les pièces ouvragées et comportant des revêtements (grès cérame, pâte de verre) sont moulées dans un atelier couvert qui sera utilisé pour la production groupée des 3 bâtiments. Le stockage est assuré devant l'atelier et le transport au pied de chaque bâtiment est effectué par camion et remorque;



b) Les pièces lourdes, ne nécessitant pas de moules complexes, sont moulées et stockées au pied de chaque bâtiment.

#### 2) Organisation des fabrications

Pour l'ensemble de la préfabrication, les moules sont constitués par des tables en béton armé sur lesquelles viennent s'adapter des joues métalliques. Suivant la nature et la complexité des pièces ces tables sont :

- fixes (dalles);
- basculantes (refends — allèges).

Notons que ces dernières permettent de réaliser, pour les éléments verticaux, l'économie des aciers de flexion qui seraient indispensables pour un démoulage à plat.

Chaque table comprend un serpentín de chauffage qui peut être utilisé en période d'hiver pour maintenir constants les délais de prise.

#### RÉPARTITION DES MOULES

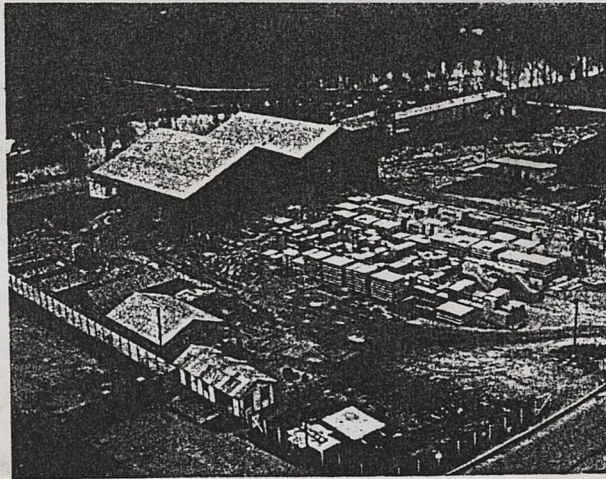
Nature des pièces	TABLES PRÉVUES		MOULES UTILISÉS		Nombre de pièces
	*B	*F	B	F	
Allèges	13	—	11	—	3 870
Refends	18	—	16	—	
Pignons	—	6	—	4	
Acrotères	—	2	—	1	
Rampants d'escaliers	—	1	—	1	
Escaliers intérieurs	—	6	—	6	1 350
Éléments vide-ordures	—	1	—	1	
Dalles paliers	—	3	—	3	
	31	19	27	16	
Nombre total	50		43		5 724

\* B = basculant, F = fixe.

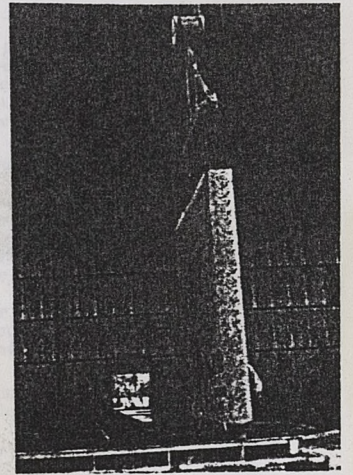
Nature des pièces	TABLES PRÉVUES		MOULES UTILISÉS		Nombre de pièces
	B	F	B	F	
Refends	4	—	4/3	—	1 770
Refends Dalles (**)	—	9	—	9/3	
	—	7	—	14/3	2 610
	4	16	4/3	23/3	
	20		23/3		4 380

(\*) Les dalles sont coulées par superposition : c'est pourquoi on dispose de deux jeux de règles par table.

(\*\*) L'indication 4/3 signifie que le même jeu de moule est utilisé sur les 3 bâtiments.



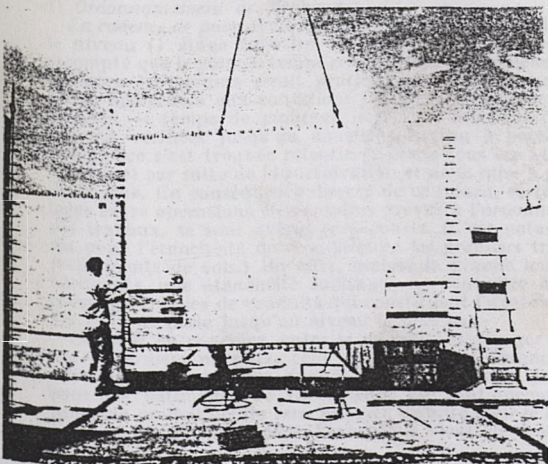
1



2



3



4

## VII - étude critique du projet et principaux enseignements

Bien que les travaux de la première tranche ne soient pas encore achevés, au moment où nous rédigeons cet article, nous pouvons d'ores et déjà faire un rapide tour d'horizon des imperfections et des difficultés rencontrées, en indiquant les améliorations qui pourraient être apportées, soit au projet lui-même, soit à sa mise en œuvre.

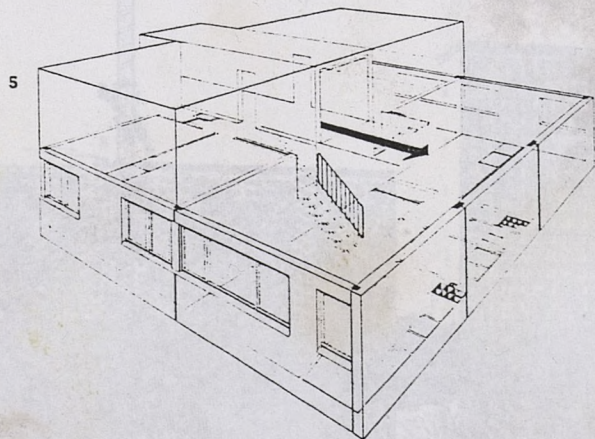
### confort

#### a) Isolation phonique

Ces améliorations doivent, à notre sens, être orientées vers le renforcement de l'isolement sonore des pièces d'habitation, entre les appartements d'une part, et avec les coursives d'autre part :

— entre cuisine et chambres superposées : ce problème, difficile à résoudre au moment du projet, pourrait trouver une solution dans l'emploi sous le revêtement vinyle-amiante d'une

- 1 - Atelier de préfabrication.
- 2 - Manutention d'un refend après démoulage.
- 3 - Stockage au pied du bâtiment.
- 4 - Pose d'un refend.
- 5 - Le logement.



sous-couche mince de carton imprégné au bitume type « Perla » qui a été introduite récemment sur le marché;

— entre coursives et logements : les portes palières donnant toutes accès sur les coursives pourraient être améliorées grâce aux progrès réalisés dans certaines fabrications de séries : âme de densité supérieure, seuil et joint néoprène au pourtour des huisseries afin de supprimer les « effets de fente ».

#### b) Equipements généraux

Les ascenseurs à « paroi lisse » pourraient être utilement améliorés par des cabines à porte automatique.

#### c) Séchoirs

Les séchoirs sont actuellement prévus en terrasse, dans des boxes grillagés, à affecter à des groupes de locataires. La position de ces séchoirs et les conditions de leur affectation étant de nature à créer des difficultés aux usagers, le maître d'ouvrage a envisagé de tenter l'expérience d'une buanderie et séchoirs collectifs placés en rez-de-chaussée de chaque bâtiment. Une vingtaine de boxes subsisteraient cependant en terrasse, pour ne pas donner un caractère obligatoire à cette création.

### technique

#### a) Fabrication

1) *Qualité de « fini » des pièces* : par suite du manque de protections contre les intempéries, les pièces fabriquées au pied des bâtiments présentent, pour un certain nombre, un état de surface de qualité insuffisante. Aussi, l'entrepreneur doit-il recourir, dans certains logements, à l'enduit garnissant.

Tout en conservant cette organisation de chantier qui évite le transport des pièces lourdes, il serait incontestablement intéressant, pour obtenir des finis satisfaisants, de prévoir des protections mobiles sur les rails du portique. C'est en fait un problème de rentabilité que l'entreprise envisage d'étudier de plus près pour de futurs travaux.

2) *Moules* : malgré les mises au point, faites au moment de la mise en régime, quelques moules ont donné lieu à des difficultés au démoulage : c'est en particulier le cas des règles de dalles où, par suite du coulage par superposition, tout abaissement, même léger des règles, ne pouvait intervenir pour aider au décollage des boîtes coffrantes des ergots.

Il s'en est suivi des arrachements partiels, qui, s'ils ne sont pas préjudiciables à la résistance des pièces, sont du moins défavorables à l'aspect. Remède : prévoir, pour le renouvellement de ces règles, des dépouilles plus accusées.

3) *Isolant* : la grande fragilité du béton cellulaire placé en « sandwich » pour les allèges de façades laisse à penser qu'un autre matériau isolant (polystyrène par exemple) voire même d'autres techniques (béton de perlite en paroi intérieure), donneraient une meilleure isolation.

Les spécialistes n'ont pu jusqu'alors établir une doctrine très nette en la matière : l'emploi du polystyrène seul est quelquefois déconseillé pour les minces parois revêtues de grès cérame et pâte de verre, et sa stabilité dans le temps n'a pu encore être établie :

— on appréhende le béton cellulaire à cause de son pouvoir de rétention de l'eau de prise;

— on est tenté de rejeter le béton de perlite à cause des difficultés de sa mise en œuvre.

Nul doute que l'isolant idéal sera trouvé dans les années qui viennent !

#### b) Mise en œuvre

##### 1) Ordonnement des travaux

La cadence de pose avait été prévue constante quel que soit le niveau (1 étage tous les 10 jours); nous avions en effet escompté que le gain de temps résultant du phénomène d'accoutumance des poseurs serait pratiquement annulé par les difficultés inhérentes aux conditions de hauteur (renforcement de sécurité — temps de montage, etc.). De fait, nos prévisions ont été vérifiées jusqu'au douzième niveau à partir duquel la cadence s'est trouvée ralentie (1 étage tous les 14 jours en moyenne) par suite de la surélévation et de la mise à point fixe de la grue. En conséquence directe de ce retard, certains décalages entre opérations élémentaires prévus à l'ordonnement des travaux, se sont avérés trop courts. (C'est notamment le cas pour l'étanchéité qui conditionne les premiers travaux de revêtements de sols.) En effet, malgré la grande hauteur des bâtiments, une étanchéité suffisante ne peut être obtenue à cause des trémies de conduits qui constituent l'exutoire naturel des eaux de pluie jusqu'au niveau le plus bas.

On peut en conclure, outre la nécessité d'allonger les délais des 3 derniers niveaux, celle de prévoir une étanchéité des trémies à un plancher donné. Cette disposition jugée utile pour les bâtiments de 15 niveaux est pratiquement indispensable au-delà. (Elle sera prise en compte pour le bâtiment-tour de 22 niveaux, dont l'exécution vient de commencer.)

Les travaux de « finitions » pendant la période d'hiver se trouvaient conditionnés par la mise en température des appartements. Malgré les retards apportés à la construction de la chaufferie (incidences du programme voisin), nous comptons maintenir les dispositions envisagées grâce à la réalisation d'une chaufferie volante.

##### 2) Matériel de levage des entreprises de second œuvre

Il avait été initialement proposé pour chaque bâtiment l'installation d'un monte-charge provisoire dans la cage d'ascenseur. Bien que séduisante, cette installation intervenait nécessairement trop tard dans le planning. Certaines entreprises avaient à prévoir leurs outils de levage dès les sixième et dixième niveaux (plomberie — cloisons) de sorte que peu d'entreprises restaient intéressées.

Cette expérience nous conduira à repenser le problème pour d'autres opérations, en recherchant par exemple des installations provisoires à partir d'un niveau intermédiaire.

##### 3) Tolérance

Dans sa conception, l'avant-projet autorisait des tolérances assez larges; les plus réduites correspondaient d'ailleurs aux conditions esthétiques des joints de façades. Il n'en est résulté, pour l'ensemble de la construction, aucun incident notable de pose ni aucune nécessité de retouche ni de rebuchage des pièces.

### conception

#### Simplification des structures

Nous ouvrons ici le chapitre bien délicat réservé au « doute de Descartes ». Aurait-on pu, en effet, simplifier les structures en évitant de couper les refends transversaux par les escaliers intérieurs, ou, en d'autres termes, aurait-on pu placer les escaliers dans la trame ? Nous pouvons répondre, pour l'avoir envisagé à l'avant-projet, que cette solution est possible à partir d'une trame légèrement plus grande, c'est-à-dire avec des cellules d'une surface supérieure. A l'époque du projet de Meaux (1958) la conjoncture économique ne nous permettait pas de dépasser les surfaces maxima, déjà atteintes pour les logements de 3 et 4 pièces (57 et 70 m<sup>2</sup>) sans compromettre le standing des équipements. L'évolution vers des surfaces plus grandes, qui s'est dessinée depuis, va d'ailleurs dans le même sens que celle de la préfabrication (modules d'éléments plus grands), elle nous amène à souhaiter entreprendre de nouvelles études de logements duplex, avec desserte par coursives, pour utiliser notre expérience technique et la pousser plus avant.

Le bilan global que nous avons essayé d'établir ici nous paraît en effet très favorable sur le plan technique à la construction de semblables unités d'habitation.

Gageons que les maîtres d'œuvre trouveront là matière à études et à améliorations.

H. D. et A. B.

