

Jean CARASSUS

ÉCONOMIE DE LA FILIÈRE CONSTRUCTION



Presses de l'école nationale des
Ponts et chaussées

Jean CARASSUS

**ÉCONOMIE
DE LA FILIÈRE
CONSTRUCTION**

Avant-propos d'Alain MAUGARD

Presses de l'école nationale des
Ponts et chaussées

Sommaire

Avant-propos	Page 3
Introduction	11

PREMIÈRE PARTIE

LA FILIÈRE CONSTRUCTION, SES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Chapitre 1 : La filière construction

1. Le concept de filière	15
<i>Définitions générales / La filière comme outil de découpage du système productif / La filière comme outil d'analyse concrète d'un processus.</i>	
2. Filière construction et système productif	17
<i>Une vingtaine de filières nationales de production / Définition et place de la filière construction.</i>	
3. Le processus d'élaboration des produits de la construction et sa profonde originalité	21
<i>Les produits / Un processus en quatre étapes. Deux conditions de fonctionnement originales / Les conséquences / Deux spécificités des produits de la construction.</i>	
4. Les intervenants de la filière construction	24
<i>Les acteurs principaux : maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises de BTP / Les questions du foncier et du financement / Fabricants de matériel et matériaux.</i>	

Chapitre 2 : Le problème foncier ou une originalité incontournable de la filière

1. Trouver un sol constructible	29
---------------------------------------	----

La constructibilité physique / La constructibilité réglementaire.

2. La formation du prix du sol.....	30
<i>Un sol n'a pas de valeur mais il a un prix : le concept de rente foncière / Le prix du sol dépend de l'usage du sol / Le cas des produits urbains : le compte à rebours du promoteur.</i>	
3. Les trois dimensions du mécanisme de la rente foncière.....	32
<i>La rente minimum périphérique / La rente différentielle / La rente de rareté / Rente foncière et marchés d'agglomération / Rente foncière et division sociale de l'espace.</i>	
4. Constructibilité des sols et transfert de propriété foncière : les principaux outils	36
<i>Constructibilité et répartition de la rente : les plans d'occupation des sols / Limitation de la rente : réserves foncières, plafond légal de densité, zones d'aménagement différé / Le transfert de propriété du sol : zones d'intervention foncière, zones d'aménagement concerté, lotissements.</i>	
Un enjeu permanent pour les intervenants de la filière	38

Chapitre 3 : Financement : la dépendance de la filière

1. Les trois étapes du mécanisme de base : collecte de la ressource, transformation, affectation	39
<i>La collecte de la ressource / La transformation de la ressource / L'affectation de la ressource transformée.</i>	
2. Les mécanismes du financement de la filière construction hors logement	41
<i>Le bâtiment et génie civil à financement public / Le bâtiment et génie civil à financement privé / La dépendance à l'égard des financements publics.</i>	
3. Les mécanismes du financement du logement	43
<i>Les mécanismes de collecte, transformation et affectation par type de financement / Les quatre circuits de financement / Le financement public et parapublic et ses difficultés.</i>	
La question du financement est devenue la première condition de fonctionnement de la filière.....	49

DEUXIÈME PARTIE
LE FONCTIONNEMENT
DE LA FILIÈRE CONSTRUCTION

Chapitre 4 : Le processus d'élaboration des produits de la construction

1. Un schéma organisationnel de base en quatre étapes 53
- Le montage de l'opération par le maître d'ouvrage / Conception du projet et choix des entreprises : le rôle central de la maîtrise d'œuvre / L'organisation et la réalisation des travaux : la tâche des entreprises / Réception et gestion de l'ouvrage / L'évolution des tâches de maîtrise d'œuvre.*
2. Les variantes d'application du schéma de base 62
- Sept variantes principales / La maison sur catalogue : le schéma bouleversé / Le cas spécifique de la réhabilitation d'ouvrages existants.*
3. Procès de travail de chantier et transformation de la matière 65
- Le travail sur chantier : un procès spécifique, ni « archaïque », ni « en retard » / Transformation de la matière : les sept états / Transformation de la matière par l'entreprise de bâtiment ou par l'industriel.*

Chapitre 5 : Formation des prix et valorisation du capital dans la construction

1. Prix des produits finaux et valorisation du capital dans la maîtrise d'ouvrage 70
- La formation des prix immobiliers / La logique du promoteur-vendeur / L'investisseur locatif / Le constructeur de maison sur catalogue / La réhabilitation.*
2. Prix de la construction, conception, entreprises et industriels 81
- Conception et coût de construction d'un ouvrage / Prix de vente, prix de revient et rentabilité des entreprises / La logique de base des fabricants de matériaux.*

Chapitre 6 : Les professions : produits et intervenants

1. Produits finaux et maîtres d'ouvrage 91

Matrices simplifiées produits-mâtres d'ouvrage / Le logement / Les autres bâtiments / Le génie civil / Typologie des maîtres d'ouvrage et nature des marchés.

2. Produits du BTP, ingénierie et entreprises	97
<i>Architectes et ingénierie : une activité très dispersée / Des entreprises de BTP spécialisées / Marchés de la construction et taille des entreprises selon l'activité / Une tripolarisation de l'offre de BTP.</i>	
3. Matériaux, matériel et industriels	105
<i>Les matériaux de construction : neuf types de produits / Hors filière les principaux secteurs industriels fournisseurs / Marchés des matériaux et concentration industrielle et financière / Matériel de BTP : produits et intervenants.</i>	
Une filière éclatée.....	113

TROISIÈME PARTIE

MISE EN PERSPECTIVE HISTORIQUE



Chapitre 7 : Une tentative de transformation de la filière : l'industrialisation du bâtiment (1945-1985)

1. Définitions	117
<i>Préfabrication, industrialisation / En France, l'importance de la préfabrication en éléments en béton.</i>	
2. Les étapes historiques	118
<i>1945-1957 : expérimentations et mise en place de la préfabrication par grands panneaux en béton / 1958-1968 : grands ensembles et programmes triennaux / 1969-1977 : politique des modèles et débats sur l'industrialisation ouverte.</i>	
3. Politiques et pratiques récentes (1978-1985).....	122
<i>Les systèmes constructifs : un compromis aux résultats décevants / Le programme « Produits industriels et productivité » (PIP) / Les quatre éléments de base du programme / Le schéma théorique éclate au contact de la réalité.</i>	
4. Les raisons de l'expansion de la préfabrication par grands panneaux en béton	127

La résolution par l'État des contradictions de la filière / L'intégration de la conception et de la réalisation / Un contexte historique particulier.

5. Le pourquoi du reflux 128

Une absence de compétitivité économique vis-à-vis des techniques concurrentes / L'erreur sur l'hypothèse de départ / Pourquoi une telle originalité de la filière construction ? / Une logique à l'opposé de celle d'un industriel.

- Quelques enseignements 132

Chapitre 8 : Éléments sur l'expansion puis la crise de la filière construction (1960-1985)

1. 1960-1968/70 : une forte expansion 133

La croissance de la commande / Un appareil de production à son maximum historique / Une rentabilité élevée grâce à l'augmentation du prix relatif.

2. 1968/70-1974 : moindre progression et premières difficultés 135

Une augmentation moins forte de la commande / L'appareil de production : stabilité des effectifs et un investissement en difficulté / Une rentabilité moindre.

3. 1975-1980/81 : la crise 137

La baisse de la commande / Une crise plus grave dans la construction que dans la moyenne de l'économie.

4. 1980/81-1985 : la récession 139

Chute des commandes / Les mutations qualitatives de la commande / Les difficultés de la maîtrise d'ouvrage / L'aggravation de la crise de l'appareil de production / Les débuts d'une concentration financière de la filière.

- Conclusion 145

**Annexe statistique :
dix indicateurs sur la période 1960-1985**

1. Logements commencés par catégorie de financement et type d'habitat (1960-1986) 150

2. Évolution de l'emploi dans l'ensemble de l'économie, dans l'industrie et dans le BTP (1960-1985)	151
3. Évolution de la concentration dans le secteur BTP (1962-1983)	151
4. L'activité de la filière construction en 1985 : commandes, travaux, produits	152
5. Le financement du logement (1965-1985)	153
6. Le financement public et parapublic du logement (1975- 1985)	153
7. Évolution du taux d'intérêt des crédits bancaires immobiliers acquéreurs, des prix à la consommation (1965-1986) et du taux des prêts en accession à la propriété PAP (1979-1986)	154
8. Évolution en francs constants de l'indice du coût de la construction, de l'index BT 01 et de l'indice du prix des matériaux et fournitures (1960-1985)	155
9. Répartition de la consommation des ménages (1963-1984 - prévisions 2000)	155
10. Mutations de la population française (1962-1985 - prévisions 2000) : âge, taille des ménages, groupes sociaux, secteurs d'emploi, localisation	156
Bibliographie sélective	157

Chapitre 7

Une tentative de transformation de la filière : l'industrialisation du bâtiment (1945-1985)

1. Définitions

Préfabrication, industrialisation

La *préfabrication*, mot qui n'apparaît dans la langue française que vers 1950, lors de la mise en œuvre des premiers procédés de préfabrication, est la « fabrication d'éléments de construction (maison, navires) assemblés ultérieurement sur place » (1).

« *Préfabriqué* » qui apparaît dès 1932, lors des débats qui ont alors lieu sur ce thème, « se dit d'une maison montée avec des éléments faits au préalable ».

La préfabrication est donc la fabrication préalable à l'assemblage sur chantier d'éléments de construction habituellement fabriqués sur ce chantier.

La large utilisation du terme « *industrialisation* » s'explique aisément. L'*industrie* est « l'ensemble des activités économiques ayant pour objet (...) la transformation des matières premières (animales, végétales ou minérales) en produits fabriqués ». Si l'on reprend le processus de transformation de la matière en sept états (cf. chapitre 4), en toute rigueur la préfabrication concerne donc non seulement les composants, mais aussi tous les éléments de construction assemblés tels quels sur le chantier : parpaings, briques, tuiles, poutrelles...

En France, l'importance de la préfabrication en éléments en béton

En France, l'industrialisation du bâtiment a longtemps essentiellement utilisé le béton comme produit de base. Une première forme de préfabrication béton est celle mise en œuvre par des *industriels* indépendants des entreprises, le plus souvent des PMI, qui fabriquent des produits en béton en grande quantité (leur chiffre d'affaires est presque équivalent à celui de la première activité des matériaux de construction, le ciment).

Ils produisent des éléments de murs (parpaings, blocs béton), de plancher (poutrelles — de loin leur première production — prédalles, hourdis), des tuiles, des marches et escaliers, des tuyaux et gaines.

(1) Les définitions citées dans cette partie sont tirées du dictionnaire *Robert*, édition 1985.

Une seconde forme de préfabrication béton concerne non pas des éléments proposés par des industriels mais, le plus souvent, un système d'éléments défini par une *entreprise de bâtiment* ou par un bureau d'études techniques, les usines de préfabrication étant sous le contrôle des entreprises.

C'est ce type d'industrialisation qui a été soutenu en France par les pouvoirs publics depuis une quarantaine d'années selon le schéma suivant : *une entreprise* ou un bureau d'études techniques *met au point un procédé*, un modèle ou un système constructif mettant en œuvre des éléments de construction, des composants, des sous-ensembles, voire des cellules tridimensionnelles pour la construction de tout ou partie d'un bâtiment ; les *pouvoirs publics garantissent un certain niveau de commande* pour rentabiliser l'investissement de l'usine de préfabrication, en offrant des marchés réservés de gré à gré (sans soumission à un appel d'offres) de logements sociaux ou de constructions publiques.

2. Les étapes historiques

Avant la deuxième guerre mondiale de nombreux débats, particulièrement entre architectes, définissent les principes de base d'une politique d'industrialisation du bâtiment : *typification* et *répétition* avec, si possible, un chantier réduit à une activité de montage d'éléments à sec.

Mais les réalisations restent en France à l'état de prototypes ou d'opérations isolées, qui d'ailleurs ont tendance à utiliser plus le métal que le béton. En effet le béton, et plus encore le plâtre, sont le plus souvent alors considérés comme étant des matériaux archaïques.

Une politique d'industrialisation ne sera mise en œuvre en France qu'après la guerre avec l'ajout d'un troisième terme aux deux principes de base déjà définis : la *continuité de la commande* par l'État.

Trois grandes étapes ont précédé la période actuelle.

1945-1957 : expérimentations et mise en place de la préfabrication par grands panneaux en béton

A partir de 1945-1946 des chantiers expérimentaux visent à tester les possibilités de la préfabrication en béton ou en métal.

En 1951 celui de la cité Rotterdam, de 800 logements sociaux, à Strasbourg, est l'occasion d'un concours conception-réalisation s'adressant à des équipes rassemblant architectes, ingénieurs, industriels, entrepreneurs. Le souci de normalisation se traduit par la mise en œuvre d'un seul type de plancher, de revêtement de façade, de porte-fenêtre. La même année sur le chantier de Shape Village (200 logements) sont comparées la technique du béton banché et celle des grands panneaux en béton conçus selon le procédé Camus.

En 1952, l'État garantit à ce procédé un marché sur deux ans de 4 000 loge-

ments, ce qui permet la construction de la première usine de préfabrication de grands éléments en béton, d'une capacité de 2 000 logements par an.

A partir de cette date, l'État commence à garantir des marchés importants pour assurer une continuité de la commande.

De 1952 à 1957, le « *secteur industrialisé* » est l'occasion d'études préalables très détaillées de bureaux d'études techniques mettant en rapport éléments de construction répétitifs, en partie sélectionnés dans une consultation nationale, et organisation de chantier. 12 000 à 15 000 logements locatifs sociaux furent construits chaque année dans des opérations rarement inférieures à 1 000 logements, niveau minimum jugé nécessaire pour rémunérer correctement les bureaux d'études.

En 1953 et 1954, les opérations « *Million* » et « *Lopofa* » (logements pour les familles) avaient comme objectif la construction de 3 pièces de 50 m² pour 1 million de francs de l'époque, soit environ la moitié du coût habituel d'un logement social. Un concours conception-réalisation fut organisé avec programme détaillé, dossier type, éléments typifiés. 40 000 à 50 000 logements furent ainsi édifiés.

En 1956 et 1957, l'opération « *Économie de main-d'œuvre* » sélectionne une vingtaine de procédés qui économisent particulièrement la main-d'œuvre qualifiée ; 12 000 logements furent réalisés sur marchés réservés ; mais, en fait, ce concours mit en évidence l'économie réalisée avec des coffrages métalliques autant qu'avec la préfabrication.

Parallèlement le financement « *Logéco* » (logements économiques) est assorti de l'obligation de plans types homologués de maisons individuelles et de petits collectifs.

Durant cette période, une première génération d'usines de préfabrication est construite essentiellement en région parisienne.

1958-1968 : grands ensembles et programmes triennaux

En 1958, le rapport Denvers sur la politique industrielle dans le bâtiment confirme la nécessité de la trilogie *typification, répétition, continuité*. Les procédures de Zones à Urbaniser en Priorité (ZUP) et de rénovation urbaine contribuent à résoudre le problème foncier. Le financement est assuré par des programmes triennaux qui réservent des marchés de logements sociaux locatifs, sur trois ans, aux procédés industrialisés essentiellement sous forme de grands panneaux béton. Le nombre de logements ainsi financés chaque année passe de 1 500 en 1959 à 60 000 en 1966.

Le parc d'usines de préfabrication s'étend alors à la province et à l'étranger. La France devient *leader mondial en préfabrication par grands panneaux en béton*.

Le procédé Camus est alors exploité dans 6 usines en France, 23 à l'étranger ; le procédé Coignet dans 5 usines en France, 9 à l'étranger ; depuis leur

mise au point jusqu'en 1968, le procédé Costamagna a été utilisé dans 60 000 logements, le procédé Fiorio dans près de 100 000 logements.

Des bureaux d'études (Estiot, Foulquier, Tracoba, Baretts...) mettent au point des procédés dont la fabrication est ensuite concédée à des entreprises. Les progrès de productivité, mesurés en temps nécessaire pour la construction d'un logement, sont alors importants.

Parallèlement, notons que la technique des coffrages-outils métalliques fait également de grands progrès de productivité, notamment sous la forme de coffrages-tunnels.

A cette époque, en 1965, un concours sur des éléments de façade légère, tentative pour diversifier la préfabrication dominante, fut un échec.

Dans le second œuvre un concours lancé en 1964 vise à imposer dans une partie de la construction de logements sociaux des éléments et équipements industrialisés, il eut semble-t-il peu de succès.

Dans le domaine de l'éducation l'explosion démographique pousse l'État à favoriser l'industrialisation des collèges d'enseignement secondaire (CES). A partir de 1962, l'État devient dans la plupart des cas maître d'ouvrage à la place des collectivités locales et passe directement commande. Mais durant cette période c'est essentiellement la construction métallique qui est privilégiée par l'État dans ce secteur.

Cette possibilité de regrouper les commandes au niveau de la maîtrise d'ouvrage est la raison d'être, en 1968, du concours national de conception-construction pour la réalisation de 15 000 logements ; il n'eut pas les résultats attendus en terme de prix.

Les maîtres mots de la construction sociale de l'époque sont *économie et rapidité d'exécution*.

L'économie porte sur le prix du terrain, le plus souvent très périphérique ; elle est le souci principal des maîtres d'œuvre qui conçoivent de grandes opérations avec plan masse distribuant barres et tours et cellules de logements répétitives ; ceci permet l'amortissement d'usines de préfabrication fixes ou foraines, une rationalisation de l'organisation de chantier, une économie de main-d'œuvre de chantier, en particulier qualifiée, une utilisation intensive du matériel qui souvent exige la répartition répétitive des logements le long du « chemin de grue ».

1969-1977 : politique des modèles et débats sur l'industrialisation ouverte

Dès le milieu des années soixante, les grands ensembles commencent à être critiqués pour leur isolement, leur gigantisme, la répétitivité de leur architecture et l'insuffisance de leurs équipements. De plus, cette politique favorise essentiellement les grandes entreprises dont elle permet le développement.

Les principes de base, typification, répétition, continuité sont alors appliqués de façon différente; au lieu de construire un même type de logement dans

une grande opération, l'idée est de construire ce *même type de logement dans un grand nombre de petites opérations* ; c'est le fondement de la *politique des modèles*, devant éviter le gigantisme des grands ensembles et ouvrir le marché des logements préfabriqués aux PME du bâtiment. Les premiers modèles sont issus de projets des programmes triennaux, mais les suivants deviennent essentiellement des projets typifiés pour lesquels peu de recherches technologiques sont effectuées, puisque sont utilisés indifféremment préfabrication ou béton banché, voire maçonnerie (2). En 1970 cette politique donne également lieu à une expérimentation prenant l'opération de construction dans son ensemble, foncier inclus : le « prêt à construire » autorise les entreprises à construire des modèles sur des terrains achetés par elles. Cette expérience fut un échec, les entreprises étant semble-t-il peu prêtes à exercer ce nouveau métier.

De 1973 à 1975, la politique des modèles-innovation contribuent à renouveler l'architecture critiquée des modèles mais ne débouche pas sur des innovations technologiques.

L'objectif d'ouverture aux PME des marchés réservés n'est que partiellement atteint ; en 1975, les entreprises de plus de 900 salariés participent, seules ou en association avec d'autres entreprises, à la construction de 30 000 logements sur les 40 000 réalisés cette année-là dans le cadre de la politique des modèles (3).

Fin 1976, est créée la procédure des marchés-cadres sur marchés réservés par l'État, procédure qui permet de regrouper et de garantir la commande de plusieurs maîtres d'ouvrage pour un modèle donné.

La politique d'industrialisation des constructions scolaires se poursuit, le marché est partagé entre quelques groupements d'entreprises qui progressivement imposent la préfabrication par panneaux béton à la place de l'ossature métallique.

Cette technique est également largement utilisée pour les constructions hospitalières suite aux concours conception-réalisation lancés entre 1967 et 1970, notamment pour des unités de soins normalisés. La politique d'industrialisation d'autres constructions publiques (complexes sportifs, maisons de jeunes, piscines, centres des impôts, centraux téléphoniques) fut plus modeste.

Le *Plan Construction, créé en 1971*, tente de relancer l'industrialisation sur des bases nouvelles.

La recherche et l'expérimentation sur des matériaux et technologies innovantes est menée en collaboration avec plusieurs groupes industriels ; trop cen-

(2) Ce lien de plus en plus lâche entre politique des modèles et industrialisation apparaît clairement dans les textes du ministère de l'Équipement. La circulaire du 31 octobre 1968 précise qu'il s'agit de logements « utilisant un certain processus de fabrication ou des installations industrielles existantes », celle du 23 juin 1972 indique qu'un modèle est « un projet de logements défini avec précision, assorti d'un engagement de prix et susceptible d'être réalisé sur des opérations non déterminées au préalable » ; la circulaire du 8 novembre 1977 est encore plus explicite : un modèle peut « aussi bien faire appel aux techniques dites traditionnelles qu'à la construction par composants, cette distinction ne constituant pas un critère de sélection ».

(3) Cf. F. Benguigui et C. Cohen : « Les entreprises de bâtiment et la politique des modèles de logements en 1975. » Direction du Bâtiment et des Travaux publics et de la Conjoncture. Ministère de l'Équipement et de l'Aménagement du Territoire, novembre 1977.

trée sur la technologie des panneaux semble-t-il, et effectuée à un moment où les marchés de la construction commencent à se réduire, elle ne débouche pas sur des sauts technologiques significatifs.

Pour remplacer une industrialisation fermée à base de grands panneaux béton, un débat est engagé sur la nécessité d'une *industrialisation ouverte* fondée sur la mise au point de normes de coordination dimensionnelle permettant l'utilisation de composants de provenances diverses (et non d'une seule usine) pour un même bâtiment.

3. Politiques et pratiques récentes (1978-1985)

Les systèmes constructifs : un compromis aux résultats décevants

L'idée sous-jacente à l'industrialisation ouverte est en fait, plus ou moins, celle d'un meccano national ouvert à la fabrication de composants compatibles.

Le compromis réalisé, voulu par les entreprises de bâtiment, soucieuses de garder le contrôle de la préfabrication et de rentabiliser leurs usines existantes (4), fut la politique des *systèmes constructifs* définis comme « des « meccanos » de structure, qui peuvent être éventuellement complétés par des composants de second œuvre pour donner lieu à des systèmes constructifs complets » (5).

Vingt systèmes furent agréés par l'État entre 1979 et 1981. Dix-sept utilisent la préfabrication béton, deux le bois, un le métal. La technologie dominante est celle de murs porteurs et dalles préfabriquées (12 systèmes) devant celle des poteaux-poutres (3 systèmes) et celle du tridimensionnel assemblé sur chantier (2 systèmes). L'assemblage se fait le plus souvent à sec, par soudure ou boulonnage pour certains systèmes. Il s'agit en fait de systèmes relativement fermés dépendant du procédé mis au point par le bureau d'étude ou l'entreprise.

La procédure de marchés-cadres, utilisée entre 1977 et 1979 pour appliquer la politique des modèles, permet de garantir un marché réservé à chaque système en vue d'amortir les investissements réalisés dans les usines de préfabrication.

Le bilan est décevant. Une analyse portant sur environ 220 opérations, soit 9 000 logements PLA, réalisées en 1985 en systèmes constructifs, permet de le préciser.

La motivation principale des entreprises et des maîtres d'ouvrage est l'accès à des crédits préférentiels réservés par l'État.

Cette motivation est telle que dans les trois quarts des cas les principaux cons-

(4) En 1979, le parc d'usines de préfabrication est évalué à une centaine d'unités regroupant environ 5 000 salariés et réalisant un chiffre d'affaires de l'ordre d'un milliard de francs.

(5) Cf. circulaire du 23 juin 1978 du ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie relative aux systèmes constructifs.

tituants préfabriqués du système ne sont pas utilisés ; les prédalles du commerce sont, par exemple, employées pour la fabrication des planchers dans plus de la moitié des cas.

Le bureau d'étude (de l'entreprise ou indépendant) auteur du système n'intervient que dans un cas sur cinq, le maître d'ouvrage a connaissance du catalogue des prix des composants dans un cas sur quinze, la méthode d'estimation rapide des coûts liée au système est utilisée dans un cas sur vingt-cinq. Les délais d'exécution du chantier sont jugés par les maîtres d'ouvrage plus courts que ceux de leurs opérations habituelles dans un cas sur trois, mais ils ne semblent réellement performants que dans un cas sur dix.

Le prix du bâtiment est soit égal, soit supérieur à celui correspondant aux techniques de béton banché ou de maçonnerie.

Dans la quasi totalité des cas les usines de préfabrication existantes ont été faiblement modernisées, certaines unités étant particulièrement anciennes et d'une productivité faible.

Le processus de production n'est pas transformé ; pratiquement aucune innovation n'apparaît tant pour la préparation et le transport du béton que dans l'équipement des tables, les armatures et le moulage.

De fait, aucun système ne parvient à être commercialisé en dehors des marchés réservés par l'État, à l'exception du procédé de SES Dumez vendu en 12 000 exemplaires à l'exportation et en cours de test sur le marché des hôtels à prix de chambre bas.

Le programme « Produits Industriels et Productivité » (PIP)

En 1981-1982 le débat sur l'industrialisation est vif. On pourrait le schématiser ainsi :

— « d'un côté les héritiers de trente années de politique d'industrialisation. Cela s'est appelé successivement le secteur industrialisé, le programme triennal, les modèles, plus récemment les systèmes constructifs. Ceux-là font valoir que, par cette longue évolution, ces méthodes ont permis de surmonter la contradiction entre production industrielle qui exige la répétitivité (...) et la conception de l'habitat qui (...) maintenant (...) exige souplesse et variété (...) [mais] les systèmes constructifs ne sont pas parvenus au niveau de production qui permet des séries et la baisse du coût de construction. Dans la continuité de la politique passée, il venait donc naturellement à l'esprit de créer un secteur industrialisé d'un volume de logements suffisant, réservé par gré à gré à ces systèmes ;

— de l'autre côté, tous ceux qui pensent que le progrès ne peut venir d'une stratégie aussi fermée, opposant un secteur pilote, abrité de la concurrence, fatalement très concentré, au reste de la construction. On y trouve des argumentations très variées (...) : nécessité de permettre aux PME d'accéder (...) au progrès, crainte que le concepteur retombe dans une position d'infériorité vis-à-vis de l'entreprise titulaire du gré à gré (...) incapacité des industriels

à se développer de manière autonome (...) prime donnée par l'intermédiaire de l'industrialisation du gros œuvre à l'entreprise générale (...) développement insuffisant des filières autres que le béton » (6).

Les seconds sont partisans de la mise en place du programme « Produits Industriels et Productivité » (PIP).

Les quatre éléments de base du programme

Ce dernier comporte quatre éléments essentiels : des *usines de préfabrication*, des *conventions de fournitures* de composants passées directement entre maîtres d'ouvrage et usines, des *guides de conception* économique et technique appelés « logiciels », un *monitorat* par les usines de préfabrication de *PME* poseuses des composants.

Les usines doivent être indépendantes de l'entreprise de bâtiment, celles qui ne le sont pas doivent se filialiser. Les conventions-programmes de fournitures (CPF) sont des engagements vis-à-vis d'un industriel de la part de maîtres d'ouvrage à prescrire l'utilisation des éléments préfabriqués ; elles doivent comporter pour une durée déterminée un catalogue de composants, la liste des prix, le volume indicatif de la commande potentielle. Les « logiciels » ne doivent pas être des modes d'emploi de composants mais des outils informatisés d'aide à une conception utilisant ces éléments, avec notamment une méthode d'estimation rapide du coût du bâtiment. Enfin, les entreprises dont l'usine est filiale ne doivent pas poser les éléments fabriqués par cette usine, la pose est assurée par des *PME* locales qui se familiarisent ainsi à l'industrialisation avec un monitorat de l'industriel.

Lors du montage de chaque opération le bureau d'étude de l'usine intervient au niveau de l'avant-projet. Des variantes avec intervention en amont d'une ingénierie indépendante ou liée à une entreprise générale sont proposées.

Le programme PIP, testé dans cinq régions pilotes, devait progressivement concerner environ 50 000 logements par an.

Une trentaine d'usines est sélectionnée, des protocoles d'accords, devant déboucher sur des CPF, sont signés avec des usines rassemblées en « groupes d'affinité » qui reprennent pour l'essentiel une sélection des systèmes constructifs antérieurs.

Il est prématuré de vouloir tirer des enseignements sur la pratique de ce programme. Il est cependant possible d'avancer quelques remarques.

Le schéma théorique éclate au contact de la réalité

A la mi-1985 une dizaine de protocoles entre maîtres d'ouvrage HLM et usi-

(6) Déclaration au *Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment* du 24 mai 1982 de M. Mercadal, Directeur de la Construction au ministère de l'Urbanisme et du Logement.

nes de préfabrication représentant une commande potentielle de 3 à 4 000 logements locatifs sociaux par an sont signés. Il semble que ces protocoles ne font pas l'objet de véritables négociations sur le prix et la compétitivité des composants, la logique dominante est celle d'usines exigeant un niveau de marchés réservés sous forme soit de protocoles PIP, soit de marchés-cadres dont la procédure continue jusqu'en 1986.

Le schéma national PIP fonctionne mal au niveau régional. Cela se traduit dans certains cas par des distances usine-chantier importantes. Les entreprises générales appartenant au « groupe d'affinité » rassemblant les usines signataires de protocoles acceptent mal l'interdiction qui leur est faite de ne pas poser les éléments fabriqués par ces usines. Il est demandé en fait aux usines d'exercer un monitorat de PME devant ultérieurement concurrencer les entreprises générales propriétaires des usines ! Les PME, parfois obligées d'investir en matériel pour la manutention des éléments en béton, hésitent à le faire.

La séparation de la fabrication du composant et de la pose se traduit par une difficulté à maîtriser l'ensemble fourniture et pose en terme de prix total. Ceci est aggravé par l'inexistence, la plupart du temps, de logiciels de conception-réalisation opérationnels.

Le schéma théorique PIP éclate au contact de la réalité. Les usines restent en général dans la logique d'une filiale d'entreprise générale et leur préoccupation est plus souvent celle de la survie grâce à un marché réservé plutôt que celle d'un investissement important. Seules deux usines semblent avoir tenté une modernisation réelle du processus de production avec démoulage immédiat du béton et, pour l'une d'entre elles, automatisation partielle du processus, mais elles connaissent toutes deux des difficultés importantes (7).

Bref, le programme PIP n'atteint pas ses objectifs et les chances pour les composants de gros œuvre béton de ne plus être un jour dépendants des marchés réservés par l'État et de concurrencer réellement les techniques de béton banché et de maçonnerie sont manifestement très minces.

De fait, la place de la préfabrication pour les éléments de structure des logements neufs diminue (cf. tableau 33) ; mais si la préfabrication des éléments porteurs est en général de moins en moins utilisée, cela ne veut pas dire que la préfabrication régresse : en 1985, trois planchers sur quatre utilisent des poutrelles préfabriquées, et les éléments non liés à la structure (cloisons, escaliers en collectif) utilisent également de plus en plus d'éléments préfabriqués.

De façon générale les produits industriels poursuivent leur pénétration des marchés de la construction mais le phénomène concerne plus le second œuvre et plus généralement les parties d'ouvrage qui ne constituent pas la structure du bâtiment en rapport direct avec le sol.

(7) Il s'agit des usines Costamagna en Provence, qui a finalement fermé ses portes en 1986, et Sonetrel (ex-Sogetrel) en région Ile-de-France qui, après d'importantes difficultés, a été reprise en location-gérance par la société Dumez.

Tableau 33
ÉVOLUTION DES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION DANS LE LOGEMENT NEUF ENTRE 1973 ET 1980-1981
 (total de chaque colonne = 100 % des logements).

Élément du bâtiment	Refends (1)			Façades				Planchers				
	Collectif	Individuel		Collectif	Individuel		Collectif	Individuel		Collectif	Individuel	
groupé		à l'unité	groupé		à l'unité	groupé		à l'unité	groupé		à l'unité	
Préfabriqué	10 % ↗ 13 %	14 % ↘ 3 %	7 %	38 % ↘ 18 %	15 % ↘ 4 %	15 %	7 % ↘ 4 %	5 % ↘ 2 %	2 %			
Coulé en place	71 % ↘ 64 %	2 % ↗ 17 %	3 %	21 % ↗ 46 %	1 % ↗ 10 %	46 %	52 % ↗ 62 %	1 % ↗ 52 %	34 %			
Autres	19 % ↗ 23 %	84 % → 80 %	90 %	41 % ↘ 36 %	84 % → 86 %	82 %	41 % ↘ 34 %	94 % ↘ 46 %	64 %			
Élément du bâtiment	Toitures (2)			Cloisons				Escaliers (2)				
Technologie utilisée	Collectif	Individuel		Collectif	Individuel		Collectif	Individuel		Collectif	Individuel	
		groupé	à l'unité		groupé	à l'unité		groupé	à l'unité			
Préfabriqué	10 % ↗ 48 %	33 % ↗ 73 %	60 %	45 % ↗ 70 %	24 % ↗ 70 %	40 %	68 % ↗ 77 %	63 % ↗ 64 %	22 %			
Coulé en place	43 % ↘ 20 %	— → 1 %	—	— — —	— — —	—	32 % ↘ 23 %	32 % ↗ 36 %	78 %			
Autres	47 % ↘ 32 %	67 % ↘ 26 %	40 %	55 % ↘ 30 %	76 % ↘ 30 %	60 %	— — —	— — —	—			

(1) En 1973, refends et façades porteuses.

(2) Les toitures et escaliers en éléments préfabriqués assemblés sur chantier sont comptabilisés dans la rubrique « préfabriqué ».

Nota : les données relatives à l'individuel à l'unité concernent les années 1980-1981.

Source : Logements mis en chantier en 1973 : « Les techniques industrielles dans la construction de logements neufs ». *Études statistiques sur la construction et l'équipement*, n° 44, 1978. Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture. Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Logements mis en chantier en 1980-1981 : « Techniques de construction ». *Statistiques et Études* n° 115. Direction des Affaires Economiques et Internationales. Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, 1985.

4. Les raisons de l'expansion de la préfabrication par grands panneaux en béton

Avec l'expansion de la préfabrication l'appareil de production a répondu à une demande sociale pressante de manière compétitive. Le retard considérable en matière de logements de la France, mesuré tant par rapport aux besoins liés à la forte urbanisation et salarisation de l'époque que vis-à-vis de ses voisins (Grande-Bretagne, République Fédérale Allemande), a été progressivement comblé grâce à cette politique. Il est difficile de mesurer les gains réels de productivité alors réalisés dans la production de logements sociaux mais ils furent réels. En temps de travail hors frais généraux de l'entreprise, c'est-à-dire en déboursé total de chantier (main-d'œuvre directe et indirecte, matériaux et fournitures, frais de chantier), l'ordre de grandeur du saut alors effectué semble correspondre à un passage de 30 à 40 heures par mètre carré habitable à 15 à 20 heures (8) avec un temps d'études préalables il est vrai plus long.

Deux conditions ont assuré le succès économique de cette forme d'industrialisation du bâtiment :

- la résolution par l'État des contradictions spécifiques à la filière construction ;
- la globalité de l'approche en terme de conception et réalisation d'une opération de construction.

La résolution par l'État des contradictions de la filière

C'est en effet une filière construction étatique qui fut alors mise en place ; en ce qui concerne l'industrialisation du logement, l'État :

- résolvait le problème *foncier* par la création de zones réservées où l'expropriation était possible ;
- résolvait le problème du *financement* en réservant systématiquement une fraction importante du financement du logement social locatif ;
- résolvait le problème de la *maîtrise d'ouvrage*, cet intervenant lié à l'existence des deux spécificités de base de la filière (le foncier et le financement), en mettant en place une maîtrise d'ouvrage publique et parapublique (9).

La marge de manœuvre de l'État était d'autant plus grande que la demande est alors captive tant dans les couches populaires que dans les couches moyennes, vu l'ampleur de la crise du logement.

L'intégration de la conception et de la réalisation

Cette seconde condition du succès économique fut généralement assurée par une équipe intégrée comprenant trois intervenants : *l'agence d'architectes*,

(8) Cf. « Quels gains de productivité dans le bâtiment ? » : R. Urien. *CSTB Magazine*, septembre 1986.

(9) Les anciens organismes HBM deviennent les organismes HLM en 1950, l'outil juridique des sociétés d'économie mixte est créé en 1953, la SCIC est créée en 1954, la SCET en 1955.

le (ou les) bureau(x) d'études techniques, l'entreprise générale. Le montage des opérations étant assuré directement ou indirectement par l'État, ces trois intervenants assumèrent la cohérence de la conception-réalisation, la gestion ultérieure des opérations n'étant pas prise en compte.

Il y avait tout d'abord convergence d'intérêts économiques de ces trois intervenants qui définissaient le projet en fonction de leurs objectifs de rentabilité.

Ensuite, l'équipe intégrée qu'ils formaient définissait le processus de conception-réalisation en fonction d'un souci d'économie systématique soumettant le projet notamment aux exigences du procédé technique utilisé. Taille de l'opération, plan masse, architecture des bâtiments, plans de cellule, organisation du chantier, intensité et durée d'utilisation du matériel, amortissement de l'usine fabriquant les grands panneaux de béton étaient analysés dans une même logique. Les contradictions entre acteurs de la filière étaient alors abolies par la vision convergente de ces trois intervenants, l'élimination du maître d'ouvrage en tant qu'intervenant autonome et celle de l'utilisateur final en tant que client.

Il faut reconnaître que ce fut une victoire à la Pyrrhus.

Certes l'échec des grands ensembles est avant tout lié à des questions de localisation et d'occupation sociale mais il est évident que la taille, la répétitivité et la faible qualité d'exécution des opérations ont été des facteurs aggravants.

De plus, sur un plan strictement économique, les progrès de productivité liés à l'industrialisation du bâtiment semblent être restés confinés aux marchés réservés, la productivité du secteur BTP restant inférieure à celle de la moyenne de l'industrie pendant cette période.

Un contexte historique particulier

En fait, cette forme d'industrialisation a vu le jour dans un contexte historique particulier caractérisé par :

- l'existence de gros besoins en matière de logements ;
- une croyance très forte dans le progrès technique en tant que tel ;
- un État fort et centralisé.

On peut noter que l'industrialisation par grands panneaux béton a été utilisée à grande échelle surtout dans les pays où ces trois conditions étaient (ou sont encore) rassemblées (URSS, République Démocratique Allemande...).

D'autres pays, où ces conditions n'ont pas été réalisées, n'ont pas fait ce choix, même quand leur parc de logements locatifs sociaux pouvait être deux fois plus nombreux qu'en France (Grande-Bretagne).

5. Le pourquoi du reflux

Une absence de compétitivité économique vis-à-vis des techniques concurrentes

Quand la crise du logement s'atténua et que l'État se mit à douter du bien-fondé de ses choix, l'industrialisation par grands éléments en béton ne par-

vint pas, comme nous l'avons constaté, à prouver sa compétitivité vis-à-vis des techniques concurrentes.

Comparés aux techniques actuellement dominantes (refends banchés, planchers en prédalles, remplissage de l'ossature en maçonnerie), l'utilisation de systèmes constructifs utilisés dans le cadre du programme PIP se traduit par un *déboursé sec plus élevé de 10 à 25 % selon le système* ; cela veut dire que l'économie de main-d'œuvre de chantier ne parvient pas à compenser le surcoût des composants préfabriqués. Des économies peuvent être réalisées sur les frais de chantier mais l'expérience montre que le déboursé total de chantier (hors marge brute) est en général supérieur à celui résultant des techniques dominantes (10).

Les promoteurs de cette forme d'industrialisation ont quatre types d'arguments pour expliquer cette situation :

— les séries garanties par les marchés réservés sont insuffisantes pour faire baisser les coûts ; mais la question principale est de savoir s'il y a une demande hors marchés réservés pour ces composants ; or l'expérience montre que seul un avantage économique important, une baisse du prix de l'ordre de 20 % *à qualité égale*, peut convaincre les intervenants de la filière ; une telle compétitivité n'a jamais été atteinte ;

— les responsables des usines n'ont pas une attitude assez commerciale ; l'argument est valable à condition qu'il ne soit pas à sens unique comme c'est le cas le plus souvent : un procédé est d'abord défini, on se préoccupe de savoir ensuite seulement s'il y a une demande ;

— il y a un problème technique concernant les joints pour la mise en œuvre de ces éléments ; durant les années soixante et soixante-dix il y eut effectivement de nombreux sinistres relatifs à l'étanchéité des terrasses et façades, mais ces difficultés semblent maintenant maîtrisées ;

— tant que le coût de la main-d'œuvre de chantier sera peu élevé, l'industrialisation ne pourra pas être compétitive. Or l'expérience montre que dans les pays où cette main-d'œuvre est chère (États-Unis, Grande-Bretagne) le processus de construction a été certes très rationalisé mais cette forme d'industrialisation n'a pas eu un succès important.

L'explication est donc ailleurs.

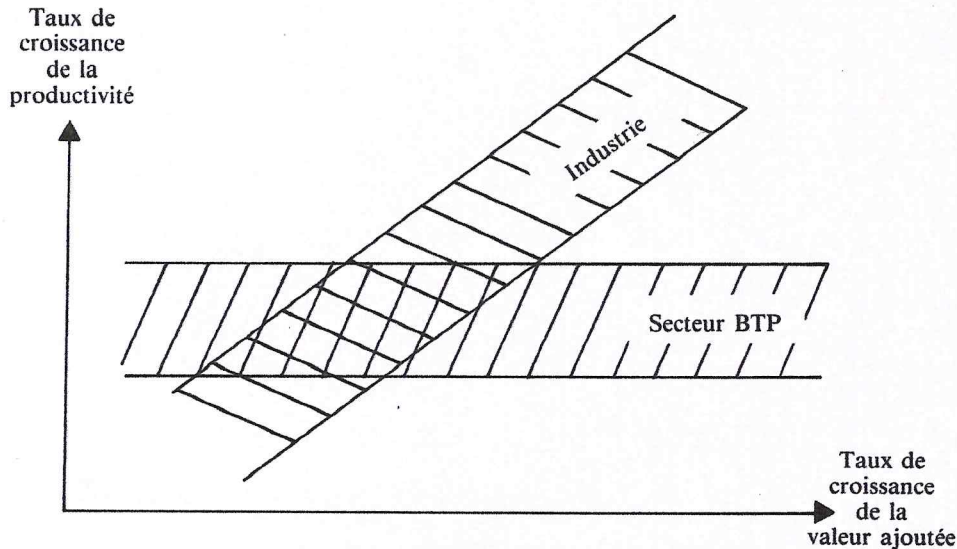
L'erreur sur l'hypothèse de départ

L'industrialisation du bâtiment, telle qu'elle a été définie en France et dans la plupart des autres pays sur la base de la trilogie typification-répétitivité-continuité, repose sur une hypothèse économique qui n'est pas vérifiée dans le cas de la filière construction.

Dans cette dernière, une plus grande quantité de produits n'implique pas une hausse de la productivité et une baisse des prix.

(10) Cf. les expertises du CSTB, notamment G. Melchior, J. Pérès, R. Urien : « Les systèmes constructifs : appareil de production, degré d'industrialisation, ouverture économique, compétitivité et rentabilité ». *Cahiers du CSTB* n° 1921, avril 1984.

En effet, des recherches (11) ont montré que la corrélation étroite qui existe dans l'industrie entre la croissance de la valeur ajoutée et la croissance de la productivité n'existe pratiquement pas dans le secteur du BTP ; les résultats obtenus, qui portent non seulement sur le cas de la France mais aussi sur celui de cinq autres pays européens (République Fédérale Allemande, Royaume-Uni, Italie, Pays-Bas, Belgique) sont de la forme :



Des séries plus longues ne permettent pas particulièrement une productivité plus élevée (12).

Par ailleurs, le prix total d'un bâtiment ne dépend pas en général de la quantité produite, différentes organisations pouvant aboutir au même prix ; même dans le cas d'un produit où cette loi de l'économie a plus tendance à s'appliquer, la maison individuelle répétitive à l'unité, les difficultés récentes des grands constructeurs ont mis en évidence une plus grande flexibilité des entreprises moyennes pour une compétitivité qui ne semble pas plus faible.

Pourquoi une telle originalité de la filière construction ?

Cela provient essentiellement de la spécificité de sa production sur un chantier forain et de l'organisation de la filière, sans acteur vraiment dominant, qui en résulte.

(11) Source : R. Boyer : « Production et emploi dans le BTP : à propos de quelques recherches récentes. » Colloque du Plan Construction : « Le travail en chantiers », 16-17 novembre 1983.

(12) De plus, même quand il y a progrès de productivité, l'entreprise n'est motivée en faveur de ce progrès que s'il y a convergence de la productivité et de la rentabilité, ce qui est loin d'être toujours le cas à cause du mouvement des prix ; ces gains de productivité peuvent être absorbés par une augmentation des salaires et du prix des consommations intermédiaires ; inversement une forte rentabilité peut être obtenue grâce à une augmentation du prix relatif du produit sans gain important de productivité (cette dernière situation a d'ailleurs été longtemps le cas du BTP).

Toute modernisation de la filière doit donc partir de cette *spécificité du chantier* et de l'analyse de la construction comme un *processus global* incluant toutes les phases d'une opération et les intervenants correspondants.

Partir du chantier veut dire que le produit doit s'adapter au terrain et le plus souvent à son environnement, que nier le savoir-faire de cette main-d'œuvre de chantier en aggravant la coupure bureau d'étude-chantier est une erreur, que les conditions de transport des matériaux et de la main-d'œuvre jusqu'au lieu de travail sont essentiels.

Considérer la construction comme un processus global permet de ne pas isoler un élément du reste de l'ensemble montage-conception-réalisation-gestion et de la totalité du prix du produit.

Une baisse de 10 % du prix d'éléments ou composants de gros œuvre se traduit au maximum par une baisse de 1 à 1,5 % du prix de revient total du bâtiment pour le maître d'ouvrage, cette baisse n'étant pas garantie si ce n'est pas l'entreprise générale propriétaire de l'usine qui pose les éléments. Pourquoi, dans une région d'importance moyenne, des maîtres d'ouvrage s'engageraient à assurer pendant cinq ans la construction de 450 logements par an avec le même procédé, en vue d'amortir les 9 millions de francs de l'investissement de l'usine, alors qu'en retour la baisse espérée du prix de revient total de leurs opérations ne serait que de l'ordre de 1 % ? (13).

Un maître d'ouvrage privé de maisons individuelles répétitives a procédé à une analyse fine du coût des travaux de VRD et de construction de ses produits et a conclu qu'un système constructif ne représente que 12 % de ce coût contre 13 % pour le poste fondations et adaptation au sol (en maison individuelle !) et 26 % pour le poste VRD (voirie et canalisations), ce qui limite la part du système constructif à environ 8 % du prix de vente total (14).

Une logique à l'opposé de celle d'un industriel

De plus, la rentabilité de cette préfabrication est aléatoire du point de vue de l'usine ; filiale d'une entreprise générale, une telle usine a tendance à ne pas fabriquer des éléments d'un système trop banalisé (qui deviendrait une structure d'accueil des produits de la concurrence) ni des éléments de structure à haute valeur ajoutée ayant un marché trop limité ; la solution est alors souvent la production d'éléments banals qui ne sont pas banalisés.

En préfabrication par grands éléments en béton, l'investissement nécessaire est faible, la technologie souvent pauvre, les barrières à l'entrée de concurrents potentiels donc peu élevées.

Nous sommes à l'opposé de la stratégie de tout industriel qui recherche un *investissement immatériel* (recherche-développement) et *matériel important*

(13) Résumé d'une négociation en Champagne-Ardenne dans le cadre du programme PIP. Cf. B. Giraud : « Politique industrielle et entreprises de gros œuvre. » CSTB, 1985, pp. 27 et suiv.

(14) Si on estime que l'ensemble VRD et construction représente les deux tiers du prix de vente. Ce type de calcul a été effectué par le Groupe Maison Familiale (GMF).

avec une technologie impliquant des barrières à l'entrée élevées permettant d'avoir un *avantage relatif* vis-à-vis de la concurrence suffisant pour amortir, et au-delà, l'investissement initial.

Quelques enseignements

L'expansion puis le reflux de l'industrialisation par grands éléments en béton est très riche d'enseignements ; quatre d'entre eux émergent de cette expérience.

Tout d'abord il est vain de vouloir *résoudre artificiellement les contradictions internes* de la filière par l'intervention de l'État.

Ensuite imposer à la filière un schéma qui lui est étranger est voué à l'échec ; il faut donc au contraire *partir des spécificités de son fonctionnement* pour transformer ce dernier. Tous les discours et analyses sur le « retard » ou « l'archaïsme » du BTP constituent une erreur. Comme nous l'avons déjà noté la construction n'est pas en retard ou archaïque, comparée à l'industrie, elle est autre.

Puis il est impératif de considérer cette filière comme un *processus d'ensemble regroupant quatre étapes : montage, conception, production, gestion*. Isoler une étape, voire une partie d'étape, est une erreur.

Enfin le *progrès technique* n'existe pas en soi ; il doit être analysé (et promu) *dans son interconnection avec les rapports économiques et sociaux* : organisation et logiques des intervenants, procès de travail, évolution de la demande.

ÉCONOMIE DE LA FILIÈRE CONSTRUCTION

Cette introduction à l'économie de la filière construction analyse, sur le plan économique, l'ensemble des activités de la construction intéressant tous les partenaires du BTP.

Trois parties structurent cette approche synthétique.

La première définit la filière construction, son originalité vis-à-vis d'un processus industriel, et examine ses deux conditions spécifiques : le problème foncier et celui du financement.

La seconde partie traite de son fonctionnement : processus d'élaboration des produits et originalité du chantier, formation des prix et valorisation du capital, professions concernées et leurs marchés.

La troisième partie aborde l'évolution de la filière dans le temps. L'industrialisation du bâtiment, promue depuis la dernière guerre, est analysée sans complaisance à la lumière de l'approche économique développée dans les deux premières parties. Sur la base d'indicateurs chiffrés sur la période 1960-1985, l'expansion puis la crise de la filière sont enfin examinées.

Ce regard critique débouche sur le constat que les activités de la construction ne sont ni en retard ni archaïques, mais tout simplement différentes. Pour promouvoir leur modernisation, il faut inventer des voies originales et non pas copier les solutions utilisées dans d'autres filières industrielles.

Cet ouvrage s'adresse à tous ceux qui souhaitent avoir une vision économique synthétique de la filière construction.

Né en 1948, diplômé de HEC, docteur en Economie, Jean CARASSUS, après avoir débuté au service des Affaires Economiques et Internationales du ministère chargé de l'Équipement et du Logement, est actuellement responsable du bureau des Coûts à la direction de la Construction de ce ministère.

Il est également maître de conférences à l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Couverture : dessin de Denis POUPPEVILLE



9 782859 781002

ISBN 2-85978-100-5

F 190/87-9