



L'industrialisation du bâtiment : le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973)

Aleyda Resendiz-Vazquez

► To cite this version:

Aleyda Resendiz-Vazquez. L'industrialisation du bâtiment : le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973). Architecture, aménagement de l'espace. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM, 2010. Français. <NNT : 2010CNAM0716>. <tel-00554230>

HAL Id: tel-00554230

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00554230>

Submitted on 10 Jan 2011

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.

Conservatoire National des Arts et Métiers
Centre d'Histoire des Techniques et de l'Environnement

Thèse

en vue de l'obtention du grade de docteur en
Histoire des Techniques et de l'Environnement

Aleyda RESENDIZ-VAZQUEZ

L'industrialisation du bâtiment

**Le cas de la préfabrication dans la construction
scolaire en France
(1951-1973)**

Soutenue à Paris, le 13 juillet 2010

Directeurs de thèse

Sabine Barles

Professeur des universités à Institut français d'urbanisme, Université de Marne-la-Vallée

André Guillerme

Professeur du CNAM, Chaire d'histoire de techniques et chaire UNESCO de mémoire
des métiers vivants

Membres du jury

Anne-Marie Châtelet, rapporteur

Professeur d'histoire et de culture architecturales à l'Ecole nationale supérieure
d'architecture de Strasbourg

Valérie Nègre

Maître assistant (Histoire et culture architecturale) à l'Ecole nationale supérieure
d'architecture de Paris La-Villette

Hélène Vacher, rapporteur

Maître de conférences, HDR, Université d'Aalborg, Institut de langues, cultures et études
internationales, Danemark

Jean-Luc Salagnac

Ingénieur en chef, pôle services, process, innovation, Centre Scientifique et Technique
du Bâtiment

*A ma grande mère
A mes parents
A mes petits parents parisiens*

Table des matières

INTRODUCTION

<i>Chapitre A.</i>	Genèse d'une problématique	03
	a) Le problème : l'urgence; la solution: la préfabrication	03
	b) De la panacée à l'échec de la préfabrication	06
<i>Chapitre B.</i>	Méthode et sources	08
	a) Bornes de l'industrialisation du bâtiment	08
	b) Etat de l'art	13
	c) Sources et synopsis	19
PARTIE 1. PREFABRICATION ET LOGIQUE DE PRODUCTION		21
<i>Chapitre 1.1.</i>	Préfabrication (s)	22
	A. Types de préfabrication	25
	B. Echelles	33
	C. Terminologie dualiste et actions	42
<i>Chapitre 1.2.</i>	Industrialisation du bâtiment	53
	A. Paramètres de l'industrialisation du bâtiment	54
	B. Industrialisation et architecture	70
	C. Les méthodes de l'industrie	74
<i>Chapitre 1.3.</i>	Productivité & échec de la préfabrication industrielle	84
	A. Productivité	84
	B. Remise en cause de la préfabrication	91
	C. Acteurs	100
PARTIE 2. POLITIQUES PUBLIQUES ET PREFABRICATION DU BATIMENT SCOLAIRE		109
<i>Chapitre 2.1.</i>	Pourquoi industrialiser et comment?	111
	A. Un problème d'urgence	112
	B. De la Reconstruction à la préfabrication scolaire	125
<i>Chapitre 2.2.</i>	1951-1962 Recherche de la série	138
	A. Industrialiser ! Comment?	138
	B. Recherche d'une échelle	143
	C. DESUS et autres acteur	167

<i>Chapitre 2.3.</i>	1962-1973 Un collège par jour	180
	A. Continuité technique	180
	B. Secteur industrialisé	192
	C. Des modèles aux composants	203
PARTIE 3. DE LA CONCEPTION A LA REALISATION		215
<i>Chapitre 3.1.</i>	Morphologie de la préfabrication	216
	A. Découpage du bâtiment	216
	B. Découpage du processus de production	219
	C. Forme, matériaux, structure	224
<i>Chapitre 3.2.</i>	Architectes et préfabrication (1951-1962)	241
	A. Concours pour l'agrément de prototypes	241
	B. Commandes groupées	271
<i>Chapitre 3.3.</i>	Procédés de préfabrication (1964-1973)	283
	A. Procédures	284
	B. Préfabrication lourde	291
	C. Préfabrication légère	317
CONCLUSION		
	L'industrialisation du bâtiment	330
	La préfabrication dans la construction scolaire	331
	Des chantiers à ouvrir	334
ANNEXES		
	Bibliographie	III
	Sources	XXXII
	Liste des illustrations	LVII
	Liste des tableaux	LX
	Tableau : les paramètres de l'industrialisation du bâtiment	LXI
	Procédés constructifs	LXVIII

Introduction

A. Genèse d'une problématique

Le problème : l'urgence ; la solution : la préfabrication

En France, comme dans les pays industrialisés soumis à l'idéologie économique au sens de Jean-Baptiste Say, idée générale partagée par les élites, les besoins de construction ou de reconstruction s'inscrivent dans un certain contexte sociétal et répondent à des contraintes de sécurité, de délai, de qualité, d'économie qu'on qualifierait volontiers aujourd'hui de développement durable... La France libérée, de nombreux systèmes constructifs sont inventés ou développés pour faire face aux besoins massifs de construction. Pour beaucoup, les techniques et outils traditionnels paraissent quelque peu obsolètes « Les méthodes de bâtir dites traditionnelles ne pouvant satisfaire aux besoins très importants et urgents de la Reconstruction, il est devenu indispensable d'appliquer au Bâtiment les méthodes de l'industrie »¹, pour résoudre l'urgence constructive. Ce manifeste s'inscrit d'abord dans le contexte de pénurie de main-d'œuvre qualifiée, puis dans le redressement économique de la France des Trente Glorieuses, d'abord freiné par les guerres coloniales, puis accéléré avec l'indépendance de l'Algérie.

Les « idées » récurrentes associées à l'industrialisation du bâtiment, issues de l'entre-deux-guerres, éclairent une pensée de l'architecture qui se veut en accord avec ces temps « modernes » : de masse, en série, standard². C'est la période où les pionniers de la préfabrication - Charles-Henri Besnard de Quelen³, Le Corbusier, Auguste Perret, Pol Abraham, André Lurçat, Eugène Beaudouin, Marcel Lods, Georges-Henri Pingusson, Jean Ginsberg - matérialisent leurs idées en utilisant des éléments standardisés, en construisant des maisons en série, en usine et à la chaîne⁴ ; ils mettent en exergue la méthode fordiste et

¹ A. GUILLERME (dir.), E. TALMON, M. GRIMBERT, *Histoire des métiers du bâtiment aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles*. Bibliographie. Paris : Plan Construction et Architecture, 1993. p.184.

² Ce sont les principes maintes fois signalés provenant de « Vers une architecture ».

³ Il a défini, avec l'ingénieur Julien-Pierre Bessoneau, dans un brevet déposé au CNAM, les procédés fondamentaux de la préfabrication en béton moulé et en ciment mousse.

⁴ Le Corbusier construit la maison Domino (par éléments standardisés), la Maison Citroën (dite la Maison-automobile), la maison des avions Voisin (construction de maisons comme des avions,

tayloriste, la construction normalisée et l'importance de l'uniformité⁵. Le Corbusier, dans son célèbre *Vers une architecture* publié en 1921, évoque l'industrie par la série et le standard, et expose l'architecture par le module. Le défi des architectes modernes, selon lui, consiste à construire des bâtiments en accord avec les nouveaux modèles technologiques, c'est-à-dire en appliquant les standards des sciences aux techniques. C'est l'époque du machinisme qui doit rendre un « esprit nouveau »⁶. Les idées de Le Corbusier, reprises de Walter Gropius⁷, étudiées au Bauhaus⁸, discutées dans les CIAM⁹, brandies dans les manifestes de l'ASCORAL¹⁰ et dans la Charte d'Athènes, sont celles qui fondent la doctrine de la modernité architecturale - fonctionnaliste et rationnelle. Elles sont à la base du modèle urbain « progressiste » décrit par Françoise Choay et au centre duquel se trouve un « homme-type », universel, interchangeable¹¹, « identique sous toutes les latitudes et au sein de toutes les cultures »¹², « Un homme moyen », fils de « l'homme moyen »¹³.

Modernisme et industrialisation représentent, selon les paroles de Pierre Chemillier ancien directeur de CSTB, l'épanouissement de l'ingénieur. Ce n'est pas par hasard que Michel Ragon, dans son *Histoire de l'architecture et de l'urbanisme moderne* (1986), insère le sous-chapitre « Préfabrication et industrialisation du bâtiment » dans le chapitre dénommé « L'influence des

en série). Perret propose une maison en série. Sauvage envisage des cellules usinées à la chaîne. Il construit, en France (à Paris, rue des Amiraux), la première unité d'habitation avec des éléments préfabriqués. Prouvé réalise des maisons métalliques usinées.

⁵ Notamment par la Cité Kieffhoek du J.J.P. Oud à Rotterdam. En France, à cette époque E. Beaudoin et M. Lods expérimentent le principe de tour-barre à ossature métallique à la cité de la Muette à Drancy (850 logements).

⁶ En 1920, Charles-Édouard Jeanneret-Gris, dorénavant Le Corbusier, publie le premier numéro de « L'Esprit nouveau ». Cette revue propage les idées des CIAM (Congrès International d'Architecture Moderne).

⁷ M. RAGON, *Histoire de l'architecture et de l'urbanisme modernes*. [Paris] : Casterman, 1986, p. 124.

⁸ Pour Walter Gropius, il n'y avait pas de différence entre dessiner une maison ou dessiner une machine.

⁹ Le premier congrès se tient en 1928. Celui de 1933 produit la charte d'Athènes, manifeste de l'architecture et de l'urbanisme.

¹⁰ Association de constructeurs pour un renouveau architectural.

¹¹ Auquel s'oppose l'urbanisme basé sur un modèle « culturaliste » qui conçoit l'individu comme un élément irremplaçable. F. CHOAY, *L'urbanisme, utopies et réalités : une anthologie*. Paris: Editions du Seuil, 1965.

¹² *Ibid*, p. 34 et 16.

¹³ A. QUÉTELET, *Sur l'homme et le développement de ses facultés, essai d'une physique sociale*, Paris, 1835, cité par S. BARLES, *La ville délétère, médecins et ingénieurs dans l'espace urbain, XVIIIe-XIXe siècles*, Seyssel : Champ Vallon, 1999, 1^{ère} partie, chap. 3, « La recherche d'une crédibilité scientifique ».

ingénieurs »¹⁴, dont les représentants français sont notamment : Bernard Lafaille, Eugène Freyssinet, Jean Prouvé, Henri Sauvage. Ce sont les ingénieurs qui « (...) à partir des années cinquante (...) ont pris à leur compte la politique d'industrialisation du bâtiment »¹⁵. Les grands ingénieurs de l'Etat, qui se succèdent à la direction de la Construction : Adrien Spinetta, Gérard Blachère, Marc Aubert, Robert Lion, participent largement à l'idéologie de ce mouvement : « Seule l'industrialisation permettra de construire mieux, plus vite et moins cher », martèlent-ils.

A la fin de la Seconde Guerre mondiale, la *préfabrication* en béton¹⁶, l'une des techniques de l'industrialisation du bâtiment, est considérée comme la meilleure solution au problème d'une construction massive, bon marché et rapide. Les séismes, par l'amplitude des dégâts qu'ils causent, engendrent des besoins de reconstruction similaires. Ainsi le séisme de Mexico, en 1985, a nécessité la reconstruction rapide et par nature non planifiée d'environ six mille logements et bâtiments publics¹⁷. Les solutions apportées par la préfabrication sont particulièrement pertinentes dans ces situations ; le *procédé* Camus est utilisé en 1966 lors de la reconstruction de Tachkent, capitale de l'Ouzbékistan. Le « *mythe* » de la préfabrication ayant été exporté, il est évoqué, par exemple au Mexique, lorsque qu'il est question de construction massive et urgente¹⁸.

“Within thirty years, France has known changing conditions which obliged it to use, compare and improve all sorts of techniques. Our experience can be useful to other countries”¹⁹... “For developing countries, the apparent advantages of industrialized building are compounded by the

¹⁴ RAGON, *op.cit.*, p. 200.

¹⁵ *Ibid.*, p. 15.

¹⁶ Y. DELEMONTEY, *Le béton assemblé, préfabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)*. Thèse de doctorat en architecture, Université Paris 8 (Ecole doctorale Ville et Environnement)/Université de Genève (Institut d'architecture -IAUG), 19 nov. 2009. Dir. J.-L. COHEN.

¹⁷ E. PADILLA, (Coord.), C. CASTRO, A. PERALTA, *Vulnerabilidad, sísmos y sociedad (En la ciudad de México, 1985 y el futuro) [Vulnérabilité, séismes et société]*. México: Centro de Información y Estudios Sociales/Dirección General de Protección Civil, 1996.

¹⁸ Les systèmes préfabriqués/industrialisés et la référence française ont constitué l'une de mes principales sources – au moins d'inspiration – lors de la réalisation de ma thèse de maîtrise d'architecture dans le domaine des systèmes constructifs. A. RESENDIZ, *Los sistemas constructivos mixtos (Nuevo reto para el control de obra)*. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias con especialidad en arquitectura, México, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, unidad Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional, 2002. Dir. F. LUNA.

¹⁹ P. CHEMILLIER, "Technological evolutions in France after 1950 and present trends", p. 10-14, in *Seminar on construction and building materials*. Actes du séminaire organisé par SASO, CSTB, AFNOR, CEBTP, S.I., 6-7 February 1984. S.I. : S.I., s.d.

*apparent ease with which the problems could be solved, given the supposed existence of technical solutions in the industrialized countries*²⁰...
*"Newly industrialised countries tend pretty much to follow the development trends of the 1960s and 1970s, which were characterised by mass production... They also have the advantage of being able to learn from the mistakes of countries which developed sooner"*²¹.

C'est la rencontre de deux mondes qui a donné lieu à cette problématique : l'un marqué par les besoins de construction massive et urgente, l'autre semblant offrir la solution apportée par la préfabrication. C'est donc avec le « mythe fondateur », comme le décrit Bruno Vayssière, de la préfabrication comme solution à une construction d'urgence, qu'est née cette recherche.

De la panacée à l'échec de la préfabrication

L'histoire du développement de l'industrialisation du bâtiment, en France est concomitante à l'histoire de son échec. « Rarement sujet n'a été aussi unanimement décrié, pis, collectivement refusé : les médias d'abord, puis la critique universitaire ont vivement critiqué le grand ensemble après 1963-1964 »²². Au fond, la préfabrication du bâti, parce qu'elle est sérielle et identique, parce qu'elle normalise et nivelle la production, rend le citoyen médiocre, moyen, reproductible comme un lapin. La préfabrication signifie travail à la chaîne, ouvriers spécialisés, hommes machines. Elle a tous les attributs d'incitation à la révolte urbaine. Ses formes – nervures de caisse, cube, parallélépipède, panneau, toit plat – s'appellent communément clapier, poulailler, boîte à chaussure²³.

À la fin des années 1960, fin de la précarité, le redressement du niveau de vie exige davantage de sécurité, de bien-être et de confort. Le souhait, partagé de plus en plus unanimement d'une plus grande diversité, remet en cause dès le milieu des années 1950 et jusqu'au milieu des années 1960, la préfabrication dominante dite « lourde et fermée », jugée standardisée et rigide. Le problème

²⁰ R. T. McCUTCHEON, "Science, technology and the state in the provision of low-income accommodation: the case of industrialized house-building, 1955-77", *Social studies of science*, vol.22, n°2, 1992, p. 364.

²¹ A. SARJA (ed.), *Open and industrialised building*. London/New York: CIB International Council for Building Research Studies and Documentation, 1998, p. 85.

²² B. VAYSSIERE, *Reconstruction : déconstruction : le hard French ou l'architecture française des Trente Glorieuses*. Paris : Picard, 1988. 327 p. 9.

²³ Propos d'André Guillerme.

est supposé être réglé par d'autres typologies de préfabrication : « ouverte » et « légère », que les pouvoirs publics essaieront, à plusieurs reprises, de mettre en œuvre ; notamment avec les premiers résultats d'une « industrialisation ouverte » vers 1965, puis cinq ans après, avec la naissance du Plan Construction et Architecture.

« L'INDUSTRIALISATION du bâtiment : chacun en parle. Tout le monde en rêve. [Pierre] Consigny, directeur de la construction au ministère de l'Équipement, ne vient-il pas d'annoncer qu'une nouvelle commission préparatoire du VII^{ème} Plan allait traiter de ce problème »²⁴, expose *La vie française* pour le salon *Batimat* de 1975. La préfabrication, panacée ou échec, est un thème culturel, souvent discuté, suggéré, critiqué, méprisé, mais pas encore décrypté. Dès la fin de la Seconde Guerre mondiale, la préfabrication passe pour être un étendard d'innovations, de solutions neuves, mais aussi de suspicion. La publication traitant de l'exposition « Architecture et Industrie, passé et avenir d'un mariage de raison », présentée à la fin de 1983 au Centre Georges Pompidou, introduit l'ouvrage avec cette inquiétude : « Voici plus d'un siècle que le monde du bâtiment se dit qu'il serait temps d'industrialiser la construction de nos maisons. Combien de fois, en préparant cette exposition, avons-nous pu lire et entendre que le bâtiment restait une des dernières productions à n'avoir pas encore franchi le cap de la manufacture ! »²⁵.

Lorsque l'industrialisation du bâtiment est acceptée comme « la solution » la meilleure, quelle est alors la typologie la plus convenable ? « C'est la cacophonie : industrialisation lourde ou légère, préfabrication foraine ou en usine, systèmes fermés ou systèmes ouverts, coordination modulaire ou meccano national... »²⁶, souligne Jean-Louis Vénard. Jean-Luc Salagnac, dans une réunion du Conseil international du bâtiment (CIB) à la fin 2004, commence son intervention avec l'intitulé « *We do not lack experience in construction*

²⁴ M.-F. SORLIN (Enquête de), « Bâtiment : le mirage de l'industrialisation », *La vie française (L'Opinion)*, n° 48, 1^{er} déc. 1975, p. 18.

²⁵ CENTRE GEORGES POMPIDOU (ed.), *Architecture et industrie : passé et avenir d'un mariage de raison*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983 p. 5

²⁶ J.L. VENARD, « L'industrialisation comme transformation permanente de l'acte de bâtir », p. 6-11, in CENTRE GEORGES POMPIDOU (ed.), *op.cit.*

industrialisation »²⁷, pour se poser les mêmes questions, encore sans solutions. « L'industrialisation n'est donc pas cet événement toujours prédit et toujours attendu pour demain... »²⁸.

C'est ainsi qu'au croisement de deux faits se pose notre problématique : d'une part l'industrialisation du bâtiment considérée comme « La » solution, et d'autre part, sa remise en cause permanente. Cela impose d'analyser *les potentialités, les difficultés et les enjeux de l'industrialisation du bâtiment*.

B. Méthode et sources

Bornes de l'industrialisation du bâtiment

Les bornes matérielles, spatiales, et temporelles se sont imposées logiquement : nous étudions la technique de construction la plus utilisée dans la période postérieure à la Seconde Guerre mondiale de sa naissance à son déclin relatif, et ce dans la construction scolaire, secteur clé de la construction peu étudié jusque là. De ce bornage résulte notre objet de recherche : *la préfabrication dans la construction scolaire en France de 1951 à 1973*.

Préfabrication

A la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'industrialisation du bâtiment semble apporter une solution pour reconstruire le pays dévasté. La période de la Reconstruction est l'opportunité d'expérimenter différentes procédures administratives, méthodes et techniques de construction. Avec des systèmes de construction dits en « traditionnel évolué »²⁹ sont réalisées quelques opérations emblématiques : la reconstruction du Havre par l'architecte Auguste Perret ou celle d'Orléans par l'architecte Pol Abraham.

²⁷ J.-L. SALAGNAC, « Some questions raised by industrialisation in construction », communication présentée le 14 décembre 2004 lors d'une réunion du groupe de travail n° 57 du Conseil International du Bâtiment. La présentation sous format power-point nous a été fournie par l'auteur.

²⁸ VENARD, *op. cit.*

²⁹ Le système traditionnel évolué et se définit parfois comme le système de construction utilisant des éléments industrialisés de petite ou moyenne dimension, nécessitant d'importants travaux sur chantier ; ou bien comme celui pour lequel les matériaux traditionnels (pierre, brique,...) sont mis en œuvre de façon rationnelle, mécanique, selon une organisation planifiée.

Dans la décennie suivante, le secteur du logement, prioritaire, exige, comme pour le choix industriel, la série et le volume ; la continuité et la répétitivité s'imposent dans les opérations de logements massives — Grands Ensembles, Zones à Urbaniser en Priorité (ZUP). La préfabrication lourde et fermée devient synonyme d'industrialisation. Cette politique de construction semble s'essouffler, selon Pierre Chemillier, à la fin des années soixante, notamment en 1968-69³⁰, avec la réduction de la demande de construction qui se traduit par des opérations de moins en moins importantes et des chantiers dispersés. La continuité est alors recherchée en groupant les commandes et en développant des projets types, selon la politique des modèles caractérisée par la répétition d'un même projet sur des sites différents ; l'une de ses caractéristiques qui se retrouve notamment dans la construction scolaire.

Secteur scolaire

Dans les années 1960, l'industrialisation touche d'autres secteurs que le logement, notamment le secteur scolaire³¹. Dès la fin des années 1940 le ministère de l'Éducation nationale s'engage dans un long chemin vers l'industrialisation du bâtiment. A la suite d'un concours lancé en 1948, les premières constructions expérimentales sont réalisées. Elles mettent en lumière les premiers problèmes à résoudre, à savoir la *série* et la *normalisation*. La Direction de l'équipement scolaire universitaire et sportif (DESUS), créée en 1956, met en place les procédures techniques et de gestion, intégrant la typification, la répétition et la continuité. Ainsi, cette direction applique à son équipement la politique nationale d'industrialisation du bâtiment, encourageant les différents procédés de construction préfabriqués, largement utilisés ensuite au niveau national, principalement dans la construction de collèges, lycées et instituts universitaires. En 1964, le « secteur industrialisé », est mis en place, et donne l'exclusivité, dans les premières années du programme, aux procédés métalliques. En 1970 Jacques Minot déclare : « L'Éducation nationale est, à

³⁰ Pierre Chemillier, ingénieur général honoraire des Ponts et Chaussées, « L'épopée de l'industrialisation du bâtiment après la guerre 1939-1945 », Conférence du 14 juin 2002, Comité d'histoire, ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du territoire, du Tourisme et de la Mer.

³¹ P. CHEMILLIER, I. BUTTENWIESER, H. CHEVET, CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), *Panorama des techniques du bâtiment 1947-1997*. Paris : CSTB/Plan Construction et Architecture, 1997, p. 25.

l'heure actuelle, le plus gros service constructeur de France [...] »³², ce qui, d'ailleurs, n'était pas sa vocation. Dès le début des années 1970 cependant, la conjoncture économique et sociale, associée à des événements spécifiques comme l'incendie d'un collège préfabriqué en 1973, font basculer cette politique jusque là très volontariste.

1951-1973

Lors d'un concours lancé en 1948, le ministère commence par agréger des prototypes. Nous préférons cependant commencer notre enquête en 1951, date du premier rapport du Plan de l'Équipement scolaire, représentatif non seulement des techniques de construction, mais aussi de l'expression d'une politique étatique et industrialiste. Notre parcours pourrait s'arrêter en 1983, lorsque le ministère de l'Éducation nationale décide de cesser de construire sur la base de « systèmes constructifs ». Néanmoins, nous avons décidé de garder la date emblématique de 1973 comme ultime borne car elle coïncide avec l'inflexion des besoins en termes de quantité et de rapidité, et par conséquent, elle illustre une rupture architectonique basée sur de nouveaux paradigmes technologiques : qualité et diversité architecturale.

Productivité

Notre objectif est de mettre en évidence les ressorts et les blocages techniques de la préfabrication industrielle, mais aussi les coupures et ruptures technologiques qui la caractérisent, grâce à une démarche fondée sur l'histoire des techniques et l'épistémologie.

Dès l'entre-deux-guerres, l'industrialisation du bâtiment se présente comme la possibilité de rattraper la modernité alors en vogue. Le projet est mis en veille à cause de la Guerre, et il faut attendre les années qui suivent, pour que l'État lance *la machine*. Les moyens prescrits puis utilisés par les acteurs qui s'engagent dans la création de ce système (*i.e.* les constructeurs du système) sont d'abord la préfabrication, puis la rationalisation, la mécanisation, les méthodes, les techniques de construction nouvelles.

³² J. MINOT, *L'entreprise Education nationale*. Paris: Armand Colin, 1970.

La préfabrication devient alors symbole de modernité, de progrès social : sous drapeau français, d'immenses chantiers et de grandes grues, enlevant les grands panneaux pré-moulés, dessinent le paysage et l'avenir. Les figures d'avant-garde américaine et les références allemandes encouragent des explorations pour appréhender la productivité. Celle de l'industrialisation du bâtiment, par la préfabrication, a pour modèle d'efficacité les grandes industries comme celle de l'automobile. C'est ainsi que la notion de productivité est devenue le fil conducteur de cette recherche et les paradigmes technologiques des grandes industries, les grands repères de sa remise en cause. D'emblée, trois questions s'imposent.

Quels sont les facteurs de productivité privilégiés durant cette période et à quoi leur choix correspond-il ? Quels sont les moyens de productivité mis en œuvre ? Correspondent-ils aux grands paradigmes de l'industrie automobile ou cette analogie fait-elle obstacle à l'industrialisation dans le bâtiment ?

Paradigmes et trajectoires

Ce questionnement, à partir d'une démarche déductive, renvoie aux trois parties de notre thèse. La première propose des hypothèses de trajectoires technologiques à partir de l'analyse des notions et des concepts de la préfabrication et de l'industrialisation du bâtiment. La seconde analyse d'abord les actions et les politiques techniques, notamment celles du ministère de l'Éducation nationale. La dernière présente la phase de réalisation.

Du point de vue méthodologique, nous nous sommes inspirée de l'approche théorique des « Grands systèmes techniques » (*Large technical systems*), qui étudie le changement technologique (conception, développement, échec) des *systèmes socio-techniques*, portant un regard sur la technologie comme système multi-phase et complexe indissociable d'autres dimensions, notamment sociales, économiques et politiques. Par cette approche, comme celles d'Alain Bertrand et Pascal Griset³³, nous considérons que la technologie forme la société aussi bien que la société forme la technologie³⁴. Évitant de n'appréhender l'évolution des techniques qu'à travers la description de leurs

³³ A. BELTRAN, P. GRISET, *Histoire des techniques aux XIX^e et XX^e siècles*. Paris: A. Colin, 1990.

³⁴ J. SUMMERTON, (ed.), *Changing large technical systems*. Oxford Westview press, 1994.

mécanismes technologiques, nous nous demandons dans quelle mesure la préfabrication, comme moyen d'industrialiser le bâtiment, répond à l'attente technique mais aussi sociale. L'environnement économique, la pression sociale, la volonté politique, les habitudes culturelles, comme le signalent les deux manuels de François Caron, agissent directement sur les recherches techniques et expliquent échecs et succès. Ainsi, nous analysons les procédés de préfabrication utilisés durant cette période dans la construction scolaire, comme produits à la fois d'une industrialisation du bâtiment, en train de se remettre en cause - voire même en échec -, et d'une technique de construction qui accroît ses gains de productivité. Les « constructeurs du système », en sont les créateurs : inventeurs, ingénieurs, architectes concepteurs. Pour Thomas Hughes, les constructeurs du système sont aussi ses défenseurs ; ils utilisent certaines tactiques pour promouvoir et défendre leurs systèmes ; ils essaient de bloquer les reconfigurations qui menacent leur contrôle ; ils cherchent, dans l'évolution du système, à « discerner le point le plus faible et (...) à le renforcer »³⁵. Finalement, ce qu'ils tentent de résoudre, ce sont les problèmes contrariant la croissance du système, de nature technique, mais aussi économique, organisationnelle ou politique (Hughes, 1994 et 1998 ; Summerton, 1994³⁶). Dès lors, il s'agit aussi de décortiquer le chemin suivi par les *constructeurs du système*, par lequel ils ont dépassé ou contourné les *blocages* techniques.

Les approches théoriques des *grands systèmes techniques* et des *paradigmes technologiques* nous ont donné les premières pistes de recherche. La première propose, comme démarche, de déterminer les facteurs d'impact qui jouent sur les grands systèmes et les incitent, ou les forcent à se reconfigurer³⁷. Leur parcours peut cependant présenter de nombreuses reconfigurations donnant lieu à différents systèmes : ceux qui franchissent les limites territoriales ; ceux hétérogènes, résultant de la combinaison des systèmes de fonctions

³⁵ T. HUGHES, « L'histoire comme système en évolution », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 53, n° 4, 1998, p. 843.

³⁶ T. HUGHES, « The evolution of large technological systems », p.50-82, in W. BIJKER, T. HUGHES, T. PINCH, (eds.), *The social construction of technological systems (New directions in the sociology and history of technology)*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1994 ; HUGHES, « L'histoire (...) », *op.cit.*, p. 839-57 ; et, J. SUMMERTON, "Introductory essay: the systems approach to technological change", p.1-21, in J. SUMMERTON (ed.), *Changing large technical systems*. Oxford: Westview press, 1994.348 p.

³⁷ SUMMERTON, "Introductory essay (...)", *op.cit.*

différentes ou de différentes parties des divers systèmes³⁸ ; enfin, les systèmes dérivés de monopoles, reconfigurés par la concurrence et le libre accès. D'emblée, une première hypothèse est posée : les moyens de productivité donnés à la préfabrication, sur la base des grands chantiers du logement, transférés aux chantiers scolaires - petits et dispersés -, forment un système reconfiguré de parties de divers systèmes.

Par ailleurs, l'approche théorique basée sur des paradigmes technologiques³⁹, identifie deux types de cheminement : « radical » ou « incrémental ». Le premier présente une rupture de modèle, comme c'est le cas des paradigmes technologiques de l'automobile remis en cause par ceux de la diversité et de la flexibilité de l'architecture. Le second ne fait que continuer le cheminement déjà tracé⁴⁰. Sachant que la grande entreprise, privilégiée par les pouvoirs publics, est le moteur de la construction durant la période étudiée, en particulier du secteur du logement, nous avons supposé, pour la préfabrication de la construction scolaire, une trajectoire incrémentale ; par conséquent, il s'agirait d'un secteur où ont lieu moins d'inventions que d'innovations.

Etat de l'art

« L'industrialisation de la construction est certes un thème classique dans le monde professionnel du bâtiment, mais trop souvent utilisé comme un alibi pour maintenir des traditions »⁴¹. En effet, si les recherches foisonnent, très peu s'attachent à l'étude de la préfabrication, à ses techniques et ses moyens ; encore moins à son utilisation dans la construction scolaire.

L'objet de cette thèse se place à l'interface de trois grands sujets : la théorie de préfabrication et l'industrialisation du bâtiment, la politique technique du ministère de l'Education nationale et les procédés de construction préfabriqués dans cette période. Certes, chacun de ces thèmes pris isolément

³⁸ Crossing boundary systems

³⁹ L'approche de grands systèmes techniques et celle des paradigmes technologiques, sont des approches rivales. Le premier soutient que les changements technologiques se déroulent de manière progressive. Le second propose que tout changement (trajectoire technologique) est introduit par des ruptures.

⁴⁰ C. DU-TERTRE, C. LE-BAS, *L'innovation et les entreprises à ingénierie intégrée dans le bâtiment*. Plan Construction et Architecture (PCA), mars 1997. exempl. Imprimé : PCA (Coll. Recherche).

⁴¹ C. GOBIN, *Composants d'enveloppe : de l'industriel au chantier*. Paris : PCA, 1996.

pourrait faire l'objet d'une thèse. Cependant, quels sont les acquis antérieurs sur ces sujets ?

La thèse de Robert T. McCutcheon relative à « l'industrialisation du logement de 1955 à 1977 »⁴² expose comment, malgré leur « échec relatif », différentes autorités ont appliqué les principes de la science et de la technologie pour améliorer la productivité de l'industrialisation du bâtiment. Parmi les références françaises, trois travaux nous ont spécialement guidée : d'abord, celui du Conseil à la décision et à la réalisation en aménagement urbain et régional (CODRA), qui réalise, en 1979, un rapport sur *les évolutions historiques des concepts en matière d'industrialisation* ; la deuxième partie de ce document analyse « la période de l'après-guerre 1945-1970 », présentant en trois sous-périodes les « idées » de l'industrialisation de la construction par le changement de mentalités, de structures et de politiques^{43/44}. Le projet de fin d'études, réalisé à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées par Franck Boutte sur les « Matériaux pour une réflexion critique sur l'industrialisation de la construction des logements » (1992)⁴⁵, présente un parcours des techniques de construction de 1943 à 1977, et esquisse les grandes lignes de la politique étatique « industrialiste » ; de même, il présente les procédés de construction utilisés dans les chantiers d'expériences du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme entre 1947 et 1948, notamment dans le secteur du logement. Finalement, un troisième *Panorama des techniques du bâtiment 1947-1997*, réalisé lors du cinquantième anniversaire du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)⁴⁶, révèle les techniques constructives et leur contexte, en découpant la période en avant et après 1974.

⁴² R. T. McCUTCHEON, "Science, technology and the state in the provision of low-income accommodation : the case of industrialized house-building, 1955-77", *Social studies of science*, vol. 22, 1992, 353-71.

⁴³ CONSEIL A LA DECISION ET A LA REALISATION EN AMENAGEMENT URBAIN RURAL ET REGIONAL (CODRA), ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES (ENPC), *Evolution historique des concepts en matière d'industrialisation de la construction (1919-1970)*. Bagnex : CODRA, 1979.

⁴⁴ Une brève synthèse de ce rapport est publié par Jean-Pierre Portefait en « Soixante ans d'industrialisation : l'évolution des idées », *Techniques et architecture*, n° 327, 1979.

⁴⁵ F. BOUTTE, *Matériaux pour une réflexion critique sur l'industrialisation de la construction des logements*. Projet de fin d'études génie civil et bâtiment, Ecole nationale des Ponts et Chaussées, nov. 1992. Dir. QUEFFELEC, M.

⁴⁶ P. CHEMILLIER, I. BUTTENWIESER, H. CHEVET, CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), op.cit. ; CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), *1947-1997 Des hommes et des bâtiments*. Paris : CSTB, 1997.

Cette trentaine d'années, décortiquée par ces auteurs, est donc subdivisée pour donner lieu à des recherches spécifiques. Par ailleurs, la Reconstruction et les grands ensembles constituent deux événements principaux de l'histoire de l'architecture et de la construction française.

Concernant la Reconstruction, la thèse récente et remarquable d'Yvan Delemontey, *Le béton assemblé - Préfabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)*, illustre les potentialités architecturales du béton et de la préfabrication et rappelle les travaux précurseurs réalisés sur ce sujet, notamment par Anatole Kopp⁴⁷, Bruno Vayssière⁴⁸, Danièle Voldman⁴⁹, Hélène Sanyas⁵⁰, Jacques Rosen⁵¹, Natalya Solopova⁵², Jean-Claude Croizé⁵³, Dominique Barjot⁵⁴.

La destruction de certains grands ensembles, et le rejet des *barres* et des *tours* des années 1950 à 1970, suscite depuis quelques années des recherches sociales, urbaines et architectoniques. L'état des lieux, exhaustif, de ce sujet est présenté par Frédéric Dufaux, Annie Fourcaut et Rémi Skoutelsky dans *Faire l'histoire des grands ensembles*⁵⁵.

Au sein de ces deux grands sujets plusieurs procédés de construction préfabriqués, ou « évolués », caractérisent « les ressorts de l'innovation

⁴⁷ A. KOPP, F. BOUCHER, D. PAULY, *L'architecture de la reconstruction en France 1945-1953*, Paris, Le Moniteur, 1982. Publication suite à KOPP A., F. BOUCHER, D. PAULY, (AR DU), 1945 - 1953 : France : l'architecture de la reconstruction. (Solutions obligées ou occasions perdues ?), Rapport de fin d'étude d'une recherche remise au secrétariat de la recherche architecturale en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Saint Denis: Association pour la recherche et le développement de l'Urbanisme (AR DU), Université de Paris VIII, oct. 1980.

⁴⁸ B. VAYSSIERE, « Reconstruction (...) », op.cit.

⁴⁹ D. VOLDMAN, *La reconstruction des villes françaises de 1940-1954, histoire d'une politique*. Paris: L'Harmattan, 1997.

⁵⁰ H. SANYAS, *Politique architecturale et urbaine de la reconstruction. (France 1945-1953)*. Thèse 3^{ème} cycle, Urbanisme, Paris VIII, 1982. Dir. A. KOPP.

⁵¹ J. ROSEN, *1941-1951, 10 années d'expériences*, mémoire de 3^{ème} cycle, Ecole d'architecture de Nancy, 1980.

⁵² N. SOLOPOVA, *La préfabrication en URSS*. Thèse de doctorat Urbanisme, Paris VIII, 2001. Dir. Y. TSIOMIS.

⁵³ J.-C. CROIZE, « A time when France chose to use prefabricated panel construction systems: the "4 000 logements de la région parisienne" programme (1952-1958) » in M. DUNKELD, J. CAMPBELL, H. LOUW, et. al. (eds.), *Proceedings of the second international congress on construction history (vol. 1)*. Cambridge, Queens' College: Construction History Society, 29th March-2nd April 2006.

⁵⁴ D. BARJOT, *La grande entreprise française de travaux publics (1883-1974) (Contraintes et stratégies)*. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris IV, 1989.

⁵⁵ F. DUFAUX, A. FOURCAUT, R. SKOUTELSKY, *Faire l'histoire des grands ensembles*. Lyon: ENS 2003.

constructive », illustrés dans le récent rapport réalisé dans le cadre de l'axe de recherche « Technique, territoire, architecture » du CDHTE, sous la direction de Guy Lambert et Valérie Nègre, avec la collaboration d'Emmanuelle Gallo et de Denyse Rodriguez-Tomé⁵⁶. Cette étude révèle les procédés de construction utilisés dès les années concomitantes à la fin de la Seconde Guerre mondiale et jusqu'à la fin des années soixante.

Les procédés qui traitent de l'industrialisation ouverte et des « systèmes constructifs », résultant de la nouvelle politique instaurée en 1971 par le Plan construction sont le sujet des recherches de Jean-Luc Salagnac sur « les opérations expérimentales du Plan Construction »⁵⁷, exposés lors du Premier congrès francophone d'histoire de la construction, réalisé à Paris en juin 2008 où nous avons eu l'occasion d'exposer « les typologies de préfabrication dans la préfabrication scolaire française »⁵⁸. A cette occasion, nous avons partagé une table ronde avec Yvan Delemontey qui a évoqué « Camus, un procédé de préfabrication lourde ouverte à l'expérimentation ». Cette manifestation est, comme celles des congrès internationaux d'histoire de la construction, l'occasion d'échanges autour de la culture technique et constructive, où la préfabrication est mise sur le devant de la scène.

Lors du deuxième congrès international d'histoire de la construction, qui s'est déroulé à Cambridge en 2006, Yvan Delemontey⁵⁹, a exposé les concours expérimentaux du MRU, aux côtés de Jean-Claude Croizé qui présentait « le programme de 4000 logements de la région parisienne (1952-1958) »⁶⁰ ; travaux qui ont suscité un vif débat, notamment concernant la question des influences américaines sur la construction française. Lors du troisième congrès de Cottbus,

⁵⁶ G. LAMBERT, V. NEGRE (sous la dir.), *Ensembles urbains, 1940-1977. Les ressorts de l'innovation constructive*, Rapport réalisé dans le cadre de l'axe de recherche « Technique, territoire, architecture » du CDHTE pour la Direction de l'Architecture et du Patrimoine, Sous Direction de l'architecture et du cadre de vie, bureau « création architecturale, paysage et cadre de vie ». Paris: Conservatoire National des Arts et Métiers, Centre d'histoire des techniques et de l'environnement (CDHTE), 2009.

⁵⁷ J.-L. SALAGNAC, « Les opérations expérimentales du Plan Construction ». *Communication au 1er Congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris, 19-21 juin 2008. En cours de publication.

⁵⁸ A. RESENDIZ, « Typologie des procédés de préfabrication. Les cas des bâtiments scolaires en France (1956-1973) ». *Communication au 1er Congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris, 19-21 juin 2008. En cours de publication.

⁵⁹ Y. DELEMONTEY, "The MRU experimental building competitions (1947-1951): the birth of industrialised building in France", in M. DUNKELD, J. CAMPBELL, H. LOUW, *et. al.* (eds.), *op.cit.*

⁶⁰ CROIZE, *op.cit.*

en 2009, deux travaux ont interpellé notre attention, l'un, de Nancy Dembo, sur « l'architecture et l'industrialisation » à travers « des expériences au Venezuela »⁶¹, et l'autre, de Ricardo Gulli, sur « les écoles préfabriquées en Italie »⁶². Dès lors, il est probable que la préfabrication sera encore l'une des thématiques controversées du quatrième congrès international d'histoire de la construction, qui aura lieu à Paris en 2012.

Dans les traités d'histoire de l'architecture, la préfabrication dans la construction scolaire française est exposée de manière très succincte. Gérard Monnier, dans son *histoire de l'architecture*, exprime que « la politique de l'architecture scolaire encourage la programmation et la préfabrication industrielle des constructions »⁶³ dans trois pays : France, Pays-Bas et Grande Bretagne, mais n'en expose des exemples qu'en provenance de ce dernier. En effet, l'histoire de la préfabrication de la construction scolaire française durant cette période n'a pas suscité autant l'attention qu'elle a pu le faire à l'étranger. Ainsi, en Angleterre, Andrew Saint, dans *Towards a social architecture (the role of school building in post-war England)*⁶⁴, analyse le parcours de la politique constructive dans ce pays et les procédés de construction qui en découlent ; dont le procédé « CLAPS », utilisé aussi sur le territoire français. De même, en Italie, l'*Associazione Italiana Tecnico-economica del cemento-Roma*, édite « Industrializzazione et prefabbricazione nell'edilizia scolastica »⁶⁵; dans ce pays, les recherches de Ricardo Gulli, déjà mentionnées, concernent la préfabrication scolaire.

Gérard Monnier, durant la période d'une « croissance innovante (1967-1973) », présente sommairement, parmi « les édifices publics », l'architecture scolaire normalisée issue d'une circulaire de 1952 et de la politique de « modèles ». Il expose également des exemples d'architecture universitaire industrialisée, qui donnent lieu, en 1968, aux grands ensembles universitaires.

⁶¹ N. DEMBO, "Architecture and Industrialization: a friendly relationship (The Venezuelan experience)", p. 483-489, in Proceedings of the third international congress on construction history (Vol. 1), Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany, 20-24 may 2009.

⁶² R. GULLI, « Pre-fabricated school buildings in Italy. The experimental events of the '60", p. 775-782., *ibid.*

⁶³ G. MONNIER, *L'architecture du XX^{ème} siècle*. Paris: Presses universitaires de France, 1997.

⁶⁴ A. SAINT, *Towards a social architecture (The role of school building in post-war England)*. New Haven and London: Yale University Press, 1987.

⁶⁵ ASSOCIAZIONE ITALIANA TECNICO-ECONOMICA DEL CEMENTO-ROMA (AITEC), *Industrializzazione et prefabbricazione nell'edilizia scolastica*. AITEC, 1966.

Les histoires de l'architecture française de Jaques Lucan et Michel Ragon, exposent précisément l'industrialisation du logement, mais donnent peu d'exemples concernant la construction scolaire.

Anne-Marie Châtelet, architecte historienne et spécialiste de l'architecture scolaire du XIX^{ème} siècle⁶⁶, encourage et participe à des travaux concernant le XX^{ème} siècle. Sous sa direction, dans *Paris à l'École [...]*⁶⁷, Bruno Vayssière expose la politique ministérielle, « des trames », qui a donné lieu, par « l'insoutenable légèreté » des composants, aux « CES lourds de béton », dans « les écoles parisiennes des trente glorieuses »⁶⁸. A l'école d'architecture de Versailles, Anne-Marie Châtelet a dirigé plusieurs mémoires de DEA s'intéressant à l'architecture scolaire du XX^{ème} siècle⁶⁹ et nous fait connaître les études de Raphaël Labrunye sur Jean Prouvé, dont notamment « L'ingénieur et l'ingénu (Histoire d'école (s)) », qui nous a aidé dans nos recherches⁷⁰. Actuellement, elle dirige la thèse d'Amel Benissad intitulée « Les écoles prototypes en matériaux légers en France (1945-1960) ou le mythe de la préfabrication »⁷¹, qui étayera la présente thèse en s'intéressant particulièrement à la construction métallique⁷², comme les travaux de Bertrand Lemoine. Anne-Marie Châtelet avec Karima Bensalah dépouillent des revues et en tirent, près de quatre-vingt fiches concernant les constructions représentatives de l'enseignement primaire et secondaire réalisées entre 1830 et 1970, dans la petite couronne de la région Ile-de-France⁷³. Elles prévoient une deuxième

⁶⁶ A.-M. CHATELET, *La naissance de l'architecture scolaire (Les écoles élémentaires parisiennes de 1870 à 1914)*. Paris: Honoré Champion éditeur, 1999. 448 p.

⁶⁷ A.-M. CHATELET, *Paris à l'école, "qui a eu cette idée folle..."* (Ouvrage publié à l'occasion de l'exposition "Qui a eu cette idée folle, Paris à l'école." inaugurée le 28 janvier 1993 au Pavillon de l'Arsenal). Paris: Editions du Pavillon de l'Arsenal/Picard éditeur, 1993.

⁶⁸ B. VAYSSIERE, « Sous l'empire des trames » p. 198-207 in CHATELET, « Paris à l'école, (...) », *ibid.*

⁶⁹ Par exemple : I. GINESTON, *Deux écoles construites dans un contexte d'après-guerre*. Ecole d'architecture de Versailles, année 2001-2002 ; R. LABRUNYE, *L'école maternelle Fabien à Saint-Denis, une œuvre singulière*, Ecole d'architecture de Versailles, mémoire de maîtrise faire de l'histoire, année 2000-2001.

⁷⁰ LABRUNYE, R. « L'ingénieur et l'ingénu (Histoire d'école(s)) », p. 19 in *Annuel des mémoires 2000-2001, mémoires de 1^{er} cycle*. Versailles : Ecole d'architecture de Versailles ; LABRUNYE, R. « Jean Prouvé ou l'impossible industrie », *Le Visiteur*, n° 11, mai 2008, p. 56-63.

⁷¹ Université de Strasbourg, équipe de recherche en sciences historiques. [réf. du 31 mai 2010] disponible sur <http://ea3400.unistra.fr/index.php?id=5130>

⁷² B. LEMOINE, « Industrialisation de l'acier et logement », *Techniques et architecture*, n° 484 Dossier : Acier.

⁷³ A.-M. CHATELET, K. BENSALAH, *L'architecture scolaire en région Ile-de-France (1. La petite couronne)*. Rapport du Laboratoire de recherche histoire architecturale et urbaine, sociétés, Ecole de Versailles. Ministère de la Culture, Direction des affaires culturelles d'Ile-de-France.

étude, consacrée à Paris et une troisième à la grande couronne ; travaux auxquels, nous l'espérons, les résultats de nos recherches pourront contribuer.

Sources et synopsis

Dans un premier temps, des entretiens ont étayé notre propos, notamment avec Pierre Chemillier qui, ayant travaillé au service technique des Ponts et Chaussées de l'Académie de Nancy, a confirmé nos hypothèses, principalement celles concernant le choix de facteurs de productivité. L'entretien avec Michel Bazin, ancien ingénieur de la GEEP, nous a essentiellement aidé à comprendre ce procédé. Une courte conversation téléphonique avec Joseph Belmont, l'un des architectes de « l'école industrialisée à étages », a encouragé notre démarche - ses seuls mots étant « pourquoi faire l'étude d'un échec » -. Enfin, nous avons réalisé plusieurs entretiens avec André Guillerme, qui fut de 1971 à 1974, chargé des relations avec l'AFNOR et la Direction de la Construction, à la Direction du Bâtiment des Travaux Publics et de la Conjoncture (dans le même service que M. Léonard et avec Camille Bonhomme et Jean Prouvé).

Dans un second temps, le croisement de la théorie de la préfabrication, et de l'industrialisation du bâtiment, avec la politique ministérielle et avec la construction scolaire en France, a nécessité trois types de sources documentaires qui structurent l'ordre des trois parties de cette thèse.

La première partie, dont le but est d'explicitier les différentes natures de la préfabrication et de délimiter le sujet, est réalisée à partir de sources imprimées. Il s'agit principalement d'ouvrages et de revues spécialisés dans la préfabrication et l'industrialisation du bâtiment. Du fait d'une surabondance d'articles sur ce sujet, souvent répétitifs, nous avons privilégié les numéros spéciaux des revues d'architecture et de construction et les traités sur la préfabrication et l'industrialisation du bâtiment.

La deuxième partie a pour propos l'analyse de la politique technique, ses procédures et ses moyens. Elle est issue principalement de l'analyse des Plans de l'Équipement scolaire et des fonds d'archives du ministère l'Éducation nationale. Ont été consultés en particulier les versements de la Direction de l'Équipement Scolaire, Universitaire et Sportif, des séries 78522, 78671 et 78202, conservées au Centre des archives contemporaines à Fontainebleau.

La troisième partie souhaite connaître la réalité constructive de la préfabrication dans la construction scolaire. Elle résulte du croisement de différentes sources : les numéros spéciaux des revues d'architecture et de construction scolaire, notamment celles de *Techniques et architecture*, *l'Architecture d'aujourd'hui*, *l'Architecture française* et *Construction* ont été systématiquement dépouillés ; à partir de ces revues nous avons construit une base de données, croisant concepteurs et réalisateurs avec les différents procédés de constructions. Cette information a ensuite été complétée avec la documentation technique fournie par le CSTB (catalogues, agréments et avis techniques) ainsi qu'avec les brochures des modèles du ministère de l'Education nationale.

La jonction de ces trois parties, donne lieu aux conclusions qui portent, pour l'essentiel, sur la trajectoire technologique de la préfabrication dans la construction scolaire - et ses ruptures -, analysant ainsi la logique de l'industrialisation du bâtiment, autre que celle de l'automobile.

PARTIE 1.

PREFABRICATION ET LOGIQUE DE PRODUCTION

La première partie vise dialectiquement trois objectifs :

- Expliciter les différentes natures de la technique de construction préfabriquée ;
- Délimiter le sujet d'étude à partir de la conceptualisation de l'industrialisation du bâtiment;
- Construire une grille d'analyse à partir des notions, concepts et théories présentées.

Cette partie qui comprend la conceptualisation, la théorisation, les premières hypothèses et les paramètres de base nous conduit à décrire l'histoire de la construction du bâtiment scolaire dans la période 1951 à 1973.

Nous tentons de définir cette nouvelle catégorie de la pensée technique : la préfabrication. On se réfère au concept de la *préfabrication*, depuis l'échelle de son utilisation (élément, bâtiment ou ville) ; en passant par ses différents types (lourde, légère, ouverte, fermée) ; jusqu'à leur genèse technique : *la séparation totale du processus de production en usine et sur le chantier*.

Nous introduisons quelques éléments de l'histoire de l'industrialisation du bâtiment qui remettent en cause la productivité industrielle, notamment les constituants et les approches productifs. Cette zététique nous amène à établir une grille d'analyse.

1.1. Préfabrication (s)

Le mot *préfabrication* a, tout au long de son histoire, différentes représentations. Sont-elles liées aux paradigmes technologiques ? Ce chapitre, qui est construit, pour sa plus grande partie, à partir des sources imprimées spécialisées : livres et périodiques [Figure 1]; vise à avancer dans cette question.

En 1965, Louis Léonard⁷⁴, en présentant l'historique de la préfabrication, signale que le terme préfabrication « ne s'est vraiment imposé qu'immédiatement après la guerre [la Seconde] », même si, dans la période de l'entre-deux-guerres, le procédé est fortement utilisé, principalement dans la construction métallique, entreprise ipso facto relevant de l'usine⁷⁵. C'est dans la période d'après la Seconde Guerre mondiale que nous situons nos réflexions.

Les différents usages du mot « préfabrication » contiennent en eux-mêmes des renseignements relatifs à l'évolution de la technique dans un contexte donné. Ce qui est une qualité à une époque, ne l'est plus à une autre. La préfabrication reste, selon les moments, une caractéristique qui, peut, par exemple, dans une période comme celle de la préfabrication « fermée », donner l'agrégation à la construction publique, notamment celle du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB); dans une autre, comme celle de l'industrialisation dite « ouverte », on ne parle plus de « préfabrication », mais

⁷⁴ Louis Léonard, ingénieur divisionnaire des Travaux Publics de l'Etat, était un des meilleurs experts de l'industrie. Il était affecté de 1967 à 1976 à la Direction du Bâtiment des Travaux Publics et de la Conjoncture du ministère de l'Equipement. Jean Prouvé admirait son expertise, propos d'André Guillerme.

⁷⁵ L. LEONARD, « Préfabrication d'hier, industrialisation d'aujourd'hui », *Construction (numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 72.

d'« un jeu »⁷⁶, de « système » ou tout simplement de « construction »⁷⁷. Nous éclaircissons en conséquence chacune de ces connotations⁷⁸.

Comment se constitue ce néologisme ? Préfabrication, d'abord, selon son degré technique : préfabrication simple ou industrielle ; et, pour ce qui concerne la fabrique : préfabrication en usine ou *in situ*. Ensuite, par les différentes échelles aux quelles la préfabrication est appliquée : d'un élément, du bâtiment, ou de plusieurs bâtiments (échelle urbaine). Puis, les différentes acceptions de la préfabrication correspondent aux caractéristiques physiques des éléments préfabriqués et à la compatibilité qu'ils présentent avec d'autres éléments préfabriqués ou non. Finalement, préfabrication par sa genèse technique en fonction de sa particularité par rapport à la construction traditionnelle : la séparation du travail en et hors chantier.

⁷⁶ Dans le cas de l'industrialisation ouverte, il y a eu une politique d'élaboration des « règles du jeu » qui a donné lieu à des rapports de recherche, par exemple : i) FEDERATION NATIONALE DU BATIMENT, *Règles du jeu (permettant la fabrication industrielle de composants destinés à la construction d'immeubles d'habitation du type social)*. Paris : Fédération Nationale du Bâtiment, 10 mars 1975 (D.G.-No. 12.716), exemp. dactylogr. ii) MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DIRECTION DU BATIMENT DES TRAVAUX PUBLICS ET DE LA CONJONCTURE, *Participation à l'élaboration de la règle du jeu de l'industrialisation ouverte* : Alpha-Ingénierie, fév. 1977 (Marché no. 76-61096 du 2 juin 1976), exempl. dactylogr.

⁷⁷ Pour des publications dans lesquelles les mots industrialisation, préfabrication, sont évités, voir par exemple : P. BERNARD, *La construction par composants compatibles*. Paris: Editions du Moniteur, 1980.

⁷⁸ Par la suite, nous faisons référence aux définitions issues de la littérature française, cependant nous avons constaté les ressemblances qu'il y a dans d'autres langues, notamment en anglais et en espagnol. Voir annexe 1 : Définitions de l'industrialisation.

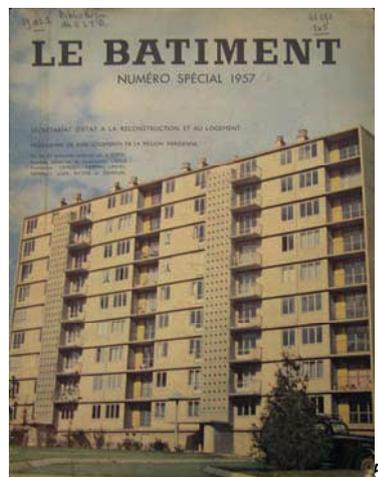
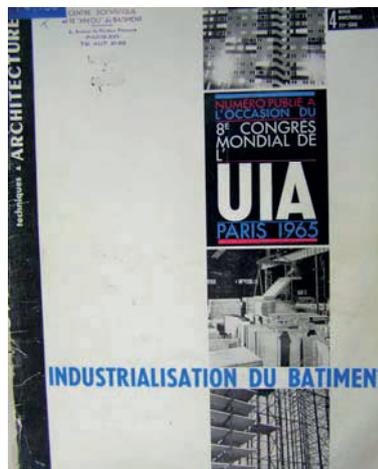
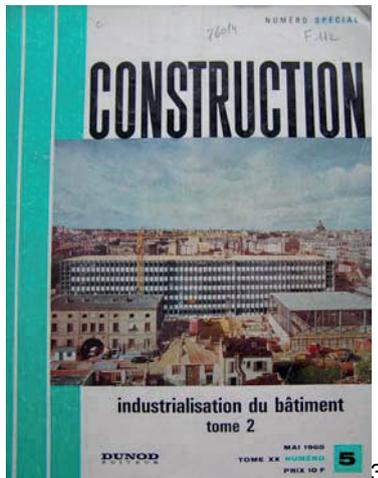
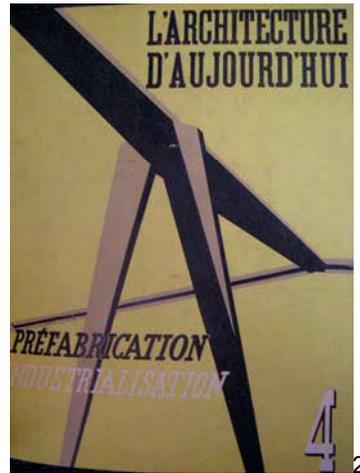


Figure 1. Quelques numéros spéciaux des revues françaises sur la préfabrication et l'industrialisation du bâtiment

Source : 1) « L'industrialisation du bâtiment (Progrès et réalisation en France) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950. 2) « Préfabrication, Industrialisation du bâtiment », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 4, Janvier 1946. 3) « Industrialisation du bâtiment. (Tome II) », *Construction*, Tome XX, n° 5, n° spécial, mai 1965. 4) « Industrialisation du bâtiment (N° publié à l'occasion du 8^{ème} Congrès Mondial de l'UIA, Paris 1965) », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965. 5) « Le bâtiment (Numéro spécial 1957) », *Le bâtiment. Travaux Publics et Particuliers*, n° spécial, 1er juin 1957. 6) « Industrialisation ouverte (2. Systèmes constructifs - composants) », *Techniques e architecture*, n° 28, déc. - janv. 1979.

A. Types de préfabrication

L'Association nationale de la préfabrication (ANPB)⁷⁹, qui regroupe l'essentiel des Sociétés françaises de préfabrication, précise, en 1946, que :

« Dans la définition qu'en donnent les Statuts de l' A.N.P.B., on considère comme conception préfabriquée celle dont les parties constitutives sont en majorité exécutées, mécaniquement, dans des ateliers de chantiers ou dans des usines, avec la précision des méthodes industrielles modernes, en vue de former un système cohérent répondant, suivant sa destination, à des conditions satisfaisantes de résistance, d'aspect, d'habitabilité et de durée avec le minimum d'entretien ; cette construction devant pouvoir, en raison d'une gamme de montage, précise et détaillée, être édifiée rapidement, sans à-coups, retouches, ni modifications, par le moyen d'opérations simples de montage, réglage [sic] et de raccordement, les travaux de parachèvement étant réduits à un minimum »⁸⁰ [le souligné par l'auteur].

Cette définition, assez complète et utopique, englobe cependant plusieurs paramètres de natures très différentes dont nous allons nous servir. Pour ce faire, il faut, d'abord, les placer dans un schéma d'analyse nous permettant de les utiliser. Ainsi, plusieurs réflexions ressortent de cette définition. La première, concerne le lieu de fabrication, qui est, selon la définition, un endroit différent de celui du chantier. Une deuxième réflexion repose sur les moyens de réalisation. Enfin, une troisième réflexion concerne la vitesse que la préfabrication peut permettre. Ces trois variables assez diverses nous montrent la complexité de la définition aussi bien implicite qu'explicite. En conséquence, nous tentons de cerner le type de préfabrication et de discerner les aspects de cette préfabrication.

⁷⁹ En 1946, l'Association nationale de la préfabrication regroupait la plupart des sociétés françaises de préfabrication : Société d'Architecture et Préfabrication, Société des Constructions Métalliques Fillod, La Maison Métallique Grames, L'Industrielle de Constructions Modernes, La Construction Métallique Légère, Société Technique et Industrielle de Constructions Usinées, Société Electrotube-Solesmes, Société des Carrières de l'Oise et de la Meuse, Société Française de constructions Rationnelles, Entreprise de Génie Civil et Travaux Publics, Société pour la Construction Immobilière Préfabriquée, Société Le Moulage du Béton, Société Les Eléments Préfabriqués Eriès, Société de Construction Jeep, Compagnie Industrielle de Maisons Préfabriquées (Les Maisons Schueller), Société Parisienne pour l'Industrie Electrique, Société des Maisons Phénix, Entreprise Rouzaud, Société d'Application des Procédés Alphilaire. ASSOCIATION NATIONALE DE LA PREFABRICATION DU BATIMENT (L'). « L'Association nationale de la préfabrication du bâtiment (Ses buts) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. XXIV.

⁸⁰ *Ibid.* p. XXIV.

Préfabrication

Commençons par nous inspirer de la délimitation que Pol Abraham expose au sujet de l'emploi du mot « préfabrication » en 1946 :

« Le néologisme 'préfabrication' connaît un succès qui ne se justifie guère que par l'accent que l'on veut mettre sur un changement de méthode, car enfin tout objet utilisé a nécessairement été fabriqué à l'avance. On désigne, en réalité comme 'préfabriqués' des ouvrages qui, dans la pratique traditionnelle du bâtiment, étaient façonnés sur le chantier, alors que, désormais, ils seraient fabriqués en usine et simplement montés au chantier »⁸¹.

Nous tentons d'élucider ce que nous appelons la genèse de la préfabrication, c'est-à-dire, la séparation du processus de production « totale » en deux endroits différents : chantier et usine, ce qui signifie qu'une partie du bâtiment est « fabriquée à l'avance ». Pol Abraham souligne que cette caractéristique n'est pas ce qui définit la préfabrication mais la méthode de réalisation. Nous serions d'accord si sa définition se rapportait à la préfabrication industrielle, notre sujet, mais non en ce qui concerne la définition de la préfabrication, dans sa globalité. *La préfabrication, dans son sens plus général, est la fabrication des éléments avant leur mise en œuvre, donc hors de leur emplacement définitif dans le(s) bâtiment(s).*

Cependant à la préfabrication « simple », dans sa conception moderne, s'est souvent ajouté un sens d'« industrialisation ». Par conception moderne nous comprenons les sens donnés à la préfabrication à partir de la période de l'entre-deux-guerres. Nous laissons, ainsi, de côté toute discussion concernant la préfabrication de petits éléments comme les briques. Nous excluons donc les matériaux qui, comme le note Marcel Lods, sont tous préfabriqués : « Le mur en briques le plus classique serait lui-même préfabriqué, puisqu'il est composé de briques qui sont fabriquées 'avant' et d'un mortier fait avec du ciment et de la chaux, eux aussi fabriqués 'avant' »⁸². Ce sont donc, pour nous, des éléments ou des ouvrages et non des matériaux qui peuvent être préfabriqués.

⁸¹ P. ABRAHAM, *Architecture préfabriquée*. Dunod, 1946, p. 2. [Le souligné par l'auteur]

⁸² M. LODS, « De la préfabrication », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, hors série, nov. 1946, p. 52.

Préfabrication industrielle

La préfabrication industrielle n'est pas aussi simple. Elle comporte différents paramètres que nous cherchons alors à délimiter. Sa définition est le résultat de la jonction de deux notions : *préfabrication* et industrie. La *préfabrication*, ainsi que nous l'avons indiqué, fait référence à deux lieux de production. Le caractère d' « industriel » est intrinsèque aux moyens de production. Un objet industriel est fabriqué selon des méthodes de ce qu'au milieu du XX^{ème} siècle on définit par industrie : série, standardisation, rationalisation, mécanisation, contrôle (qualité, quantité, temps de production), continuité de production. Ces paramètres ont été plus ou moins référencés par différents acteurs et auteurs de la préfabrication⁸³. Par exemple, Bernard Lafaille, l'un des « constructeurs du système », en 1953 exposait :

« Je définis la préfabrication : une méthode de construction par assemblage d'éléments identiques, fabriqués d'avance par longues séries, avec des moyens mécaniques. Le mode d'assemblage doit être rapide et exiger peu de main-d'œuvre, ce qui exclut par exemple, nos murs de briques »⁸⁴.

Cette définition introduit assez bien nos propos en soulignant la différence entre la préfabrication industrielle et la « simple » préfabrication, à la fois par leurs moyens et leur échelle de réalisation.

Revenons au lieu de préfabrication qui est donc différent de l'emplacement définitif d'un élément dans un bâtiment. Le caractère industriel ou non est donné par les moyens de production. C'est ce qui permet de classer la préfabrication en deux grandes catégories comprenant les relations avec leurs moyens de production :

- Préfabrication simple : Fabrication hors du site définitif, des éléments sur mesure (répétitifs ou non). « [Si, [...], l'élément a été étudié pour satisfaire un besoin particulier, [...], la préfabrication est dans ce cas simplement synonyme de fabrication en usine sur mesure »⁸⁵. Or, ce

⁸³ Voir annexe 1 : Définitions de l'industrialisation du bâtiment.

⁸⁴ E. FREYSSINET, « Préfabrication et bâtiment », *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, no 28, janv. 1953, p. 1-3.

⁸⁵ P. MESLAND, « La préfabrication », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 4, Janvier 1946, p. 3.

type peut correspondre aux constructions de caractère non répétitif, construites avec des éléments préfabriqués dont les moyens industriels de fabrication restent secondaires et dépendent des moyens de production des réalisateurs.

- Préfabrication industrielle. Fabrication d'éléments hors de leur site définitif selon les méthodes de l'industrie, lesquelles sont appliquées aussi bien dans la fabrication des éléments que dans la construction elle-même. Pour Camille Bonnome et Louis Leonard (1959), dans ce type de préfabrication « La mise en place se réduit à un *simple montage* au sens industriel du mot »⁸⁶. Ce n'est qu'un modèle qui représente l'une des grandes utopies de l'industrialisation du bâtiment.

Usine ou atelier forain

Le deuxième sujet que nous voulons expliciter concerne le lieu de préfabrication. Tel qu'il est énoncé par Pol Abraham, « Le langage usuel traduit ainsi deux activités bien différentes : le Chantier et l'Usine »⁸⁷. Cependant, l'usine peut être un endroit conditionné et temporel, plus proche du chantier, ou bien se situer dans le chantier même (*in situ*). Dans ce cas il est courant de la nommer « atelier ». De ce fait nous différencions :

- Préfabrication *in situ* ou en atelier forain. L'atelier forain (ou de chantier) est un espace adapté provisoirement pour que les moyens de fabrication (industriels) soient transportés au pied de la construction ou à son voisinage immédiat⁸⁸ et dont la durée est limitée à celle du chantier. Il est moins équipé que l'usine, mais en revanche, « ce type de préfabrication évite les frais de transport et les risques de détérioration de manutention qui peuvent dépasser le gain du travail d'usine sur celui du chantier »⁸⁹. [Figure 3]. Pour Gérard Blachère

⁸⁶ C. BONNOME, L. LEONARD, « L'industrialisation du bâtiment », *L'industrialisation du bâtiment*. Paris: Librairie Aristide Quillet, 1959. 1387-521 p. 1398.

⁸⁷ P. ABRAHAM, *Op.cit.*, p. 1.

⁸⁸ «C'est ainsi que furent construits par MM. BAUDOIN et LODS, pour prendre un cas bien connu, les gratte-ciel de Drancy célèbres à divers titres ». M. MARINI, « Architecture et préfabrication (Exposé du 20 juillet 1945) », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 160, 1945, p. 1.

⁸⁹ P. MESLAND, *op.cit.* p. 3.

(1965) les entreprises à vocation de préfabrication d'éléments en terre cuite sont moins équipées que les grandes usines de panneaux en béton⁹⁰.

- Préfabrication en usine⁹¹. Le lieu dispose de tous les moyens de production d'une industrie : mécanisation, organisation rationnelle du travail, outils de contrôle, main d'œuvre spécialisée. Cet endroit n'est généralement pas situé près du chantier, au sein duquel le bâtiment sera définitivement édifié (éloignement de l'ordre de 50 km maximum). L'usine est un endroit fixe à partir duquel les « parties » préfabriquées, d'un bâtiment, seront livrées [Figure 3].

Le choix, entre une usine ou un atelier forain, dépend donc de plusieurs facteurs. La fragilité et le poids des matériaux employés ainsi que l'emplacement du chantier par rapport à l'usine sont déterminants du recours à l'un ou à l'autre. E.H.L. Simon (1950), signale : « La préfabrication des éléments et ensembles se fait – suivant la nature des matériaux de base employés, leur poids et la distance aux lieux d'emploi – soit en usine, soit en atelier de chantier »⁹². Un autre facteur est la distance entre la fabrique et le chantier. Pour être rentable, le rayon de desserte depuis la fabrique ne doit pas dépasser cinquante kilomètres, soit une heure moyenne jusqu'au chantier, affirment Blachère et TERNY⁹³, ingénieurs, l'un en Chef des Ponts et Chaussées, l'autre, des arts et manufactures. De plus, le premier estimait n'appliquer la préfabrication en usine qu'au-delà de deux cents logements groupés. Et pour qu'elle soit rentable « [...] il faut qu'on ait l'espoir de supposer une production de 1000 logements par an pendant quelques années [...] »⁹⁴.

⁹⁰ G. BLACHERE, « L'industrialisation du bâtiment en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 95.

⁹¹ Comme pour la Cité de Creutzwald de l'architecte M. Emile Aillaud. Des exemples plus connues dans l'historiographie de l'industrialisation du logement.

⁹² E.-H.-L. SIMON, « La préfabrication dans la Construction (emploi actuel et possibilités d'avenir) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 52.

⁹³ M. TERNY, « Pourquoi et comment nous devons industrialiser le bâtiment », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 87. Et, G. BLACHERE, « L'industrialisation ... », *op.cit.*, p. 95.

⁹⁴ G. BLACHERE, « L'industrialisation ... », *op.cit.*, p. 95.



Figure 2. Préfabrication en usine (atelier de fabrication des trumeaux)

Source : Dossier Lafaille. Archive du CSTB [enregistré en mai 2007].

Par ailleurs, pour Jean Barets, dans un article intitulé « La préfabrication lourde »⁹⁵, et bien qu'il ait changé d'avis dans un article de 1965 intitulé « Considérations sur la préfabrication lourde en France »⁹⁶, le choix entre l'usine et l'atelier forain repose sur deux conditions :

- 1) Le degré de finition au sortir de l'usine est important, car la totalité des éléments du second œuvre est intégrée dès le stade de la production ; tandis que pour la préfabrication au pied du chantier, ces éléments sont posés après la fabrication.

⁹⁵ J.-J. BARETS, « La préfabrication lourde », *Techniques et Architecture*, 17^{ème} série, n° 5, nov. 1957, p. 82-84.

⁹⁶ En fait, cet article indiquait que les éléments préfabriqués « en usine » ou « sur le chantier » devaient avoir exactement les mêmes caractéristiques, faute de mépris pour ces dernières, ces éléments ne sont : « ni moins lourds, ni moins finis que ceux fabriqués en usine ». J. BARETS, « Considérations sur la préfabrication lourde en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 134.

- 2) L'importance de l'entreprise : les plus grandes sont capables de supporter les charges de la préfabrication en usine, alors que les entreprises moyennes ont recours à des ateliers *in situ*.

Des deux formes de préfabrication que nous venons de décrire (simple et industrielle) ainsi que des deux lieux possibles de préfabrication, nous pouvons déduire qu'on peut hiérarchiser les degrés de préfabrication, par rapport aux installations de l'usine ou de l'atelier forain et celles du chantier. Puisque la préfabrication se réalise en deux lieux de fabrication, le degré d'industrialisation est le résultat des moyens de production à l'usine (endroit par excellence de l'industrie) et sur chantier. Autrement dit, l'« industrialisation » est déterminée par la relation entre la production des éléments préfabriqués et la construction préfabriquée elle-même.

La définition de la préfabrication est le résultat combiné de facteurs de production et des moyens de production (méthodes de production et techniques de construction). Elle est définie par la technique de construction et par le parcours des différents facteurs liés aux réalisations accomplies. L'échelle des besoins et l'échelle de la préfabrication - de l'élément, du bâtiment et de l'urbain – configure les différents types de préfabrication.

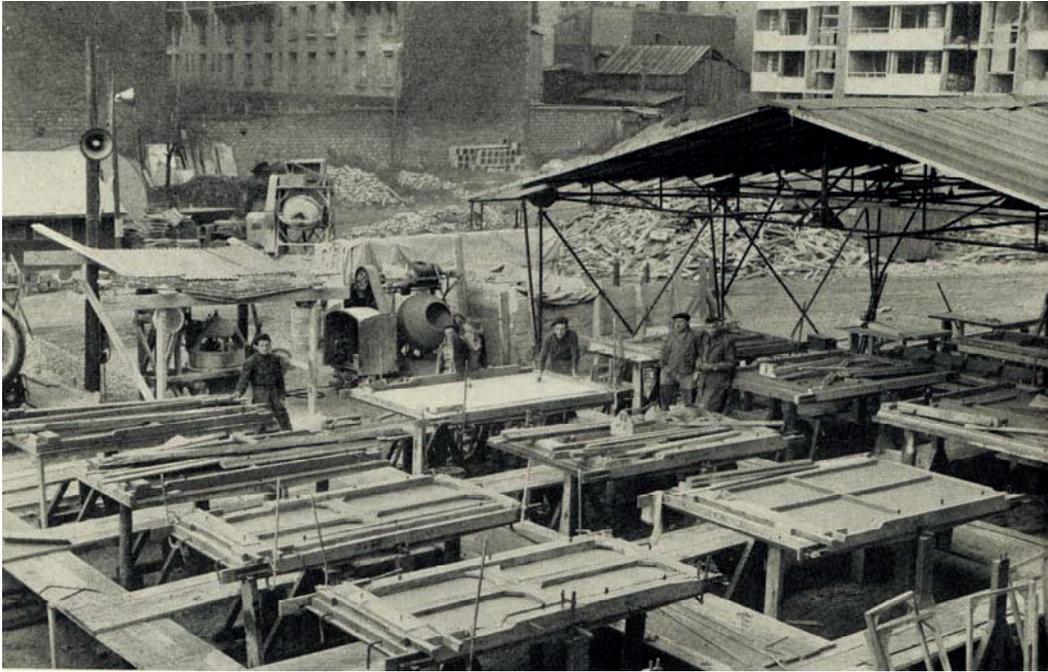


Figure 3. Préfabrication in situ.

Source : « Préfabrication sur chantier (300 logements de l'OCIL à Vincennes », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 22, cahier 201, p. 1. « Ecole ronde de Vienne, procédé Lafaille », IFA, LAFBE/Q/51/1-185/2.

B. Echelles

Différentes échelles caractérisent la préfabrication tout au long de son histoire. Comme le souligne André Marini, Chef du Service des Etudes de la Construction au Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, en juillet 1945 :

« [L'échelle de la préfabrication n'est variable : éléments, ensembles, maison]. Elle revêt donc des aspects divers, et en réalité, il n'est pas possible de les examiner séparément sans penser qu'ils concourent tous à des titres et à des degrés différents à l'industrialisation du bâtiment »⁹⁷.

Ces échelles varient selon la période de conception. L'histoire de la préfabrication est divisée en périodes. Notre période d'étude est marquée par une rupture, au moins théorique, à la fin des années 1960. Une première caractérisation correspond à l'immédiate après guerre ; c'est la première génération de la préfabrication : lourde et fermée. Une deuxième génération naît au tournant des années 1960, qui engendre la génération de la préfabrication ouverte dont la notion de composants remet encore une fois sur la scène le débat sur l'échelle de la préfabrication.

En vue de caractériser les éléments préfabriqués, le bâtiment préfabriqué et les constructions préfabriquées composées de plusieurs bâtiments, nous analysons trois niveaux :

- 1) L'échelle de l'élément ;
- 2) L'échelle du bâtiment ;
- 3) L'échelle urbaine.

Echelle de l'élément

A l'échelle de l'élément nous repérons trois niveaux d'intégration et de composition des préfabriqués. Non seulement Marini, mais encore Mesland, en 1946, dans le numéro spécial de la revue *Architecture d'aujourd'hui* intitulé :

⁹⁷ MARINI, M. « Architecture et préfabrication (Exposé du 20 juillet 1945) », *Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 160 (Circulaire Série A. No. 10), 20 juin 1945, p. 1.

« Préfabrication, industrialisation du bâtiment », en se référant notamment à la normalisation dimensionnelle, distinguent trois niveaux⁹⁸ :

- les éléments,
- les ensembles,
- les maisons.

Ce sont les trois échelles de la préfabrication prévalant dans la première période. Les « éléments préfabriqués » y sont les « composants » les plus simples. Ils remplissent à eux seuls au moins une fonction dans le bâtiment. En 1950 pour illustrer cette échelle, Jacques Pilpoul écrivait que « [...] la Préfabrication a deux éléments essentiels de l'immeuble : d'une part les planchers et les murs « [...] d'autre part, l'équipement intérieur »⁹⁹. La même année, Simon, ajoutait à ces éléments, les charpentes et les escaliers.¹⁰⁰

Un deuxième niveau concerne les « ensembles ». Pour Mesland (1946) la différence entre éléments et ensembles n'est pas toujours évidente et remarque, pas encore mis au point :

« Avec l'appui de l'ordre des Architectes et des Services de la Reconstruction, le C.O. B.T.P. [Comité d'Organisation du Bâtiment et des Travaux Publics] a créé une Commission des Ensembles et Maisons Préfabriqués qui a cherché à définir ce qui distingue un élément, un ensemble et une maison préfabriqués. La frontière n'est pas facile à délimiter entre l'élément et l'ensemble : un linteau préfabriqué est-il un élément ou un ensemble ? »¹⁰¹

Or, les « ensembles préfabriqués » sont un ensemble de composants réunis dans un seul élément préfabriqué, « groupant en une seule pièce des éléments dont la confection nécessitait auparavant l'intervention de plusieurs corps d'état »¹⁰², déclarait Simon en 1950. Les exemples typiques de sous-ensembles sont le bloc-croisé, le bloc eau, les blocs-charpente¹⁰³ ; ce sont « des

⁹⁸ MESLAND, *op.cit.*, p. 4.

⁹⁹ J. PILPOUL, « L'industrialisation du bâtiment (Introduction) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 6.

¹⁰⁰ SIMON, E.-H.-L. « La préfabrication dans la Construction (emploi actuel et possibilités d'avenir) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 52.

¹⁰¹ MESLAND, *op.cit.*, p. 4.

¹⁰² SIMON, *op.cit.*, p. 52.

¹⁰³ L'exemple typique d'utilisation de cette échelle de la préfabrication est le chantier d'Orléans.

morceaux du bâtiment ». A partir de la définition de Simon, nous pourrions facilement affirmer qu'un linteau est un élément et non un ensemble ; mais, si on y inclut, dès la fabrication en usine, d'autres fonctions, par exemple, les revêtements, s'agit-il d'un élément ou d'un ensemble ? Il s'agit d'un élément préfabriqué.

Durant la seconde période, celle de la préfabrication ouverte, ces trois échelles vont transformer le langage de la préfabrication et celui de l'industrialisation du bâtiment en général. Le type de préfabrication dite « ouverte » découle des théories nées dans notre période d'étude mais il ne sera cependant utilisé que dans la période immédiatement postérieure¹⁰⁴. Bien que les grandes discussions sur l'industrialisation ouverte datent du début des années 1960, ce n'est que dans les années 1970 que Gérard Blachère et Pierre Chemillier (deux théoriciens ingénieurs des Ponts et Chaussées), s'attachent à définir précisément ces échelles.

En 1977, Chemillier, futur directeur du CSTB, met en relation formes et fonctions pour définir trois niveaux de préfabriqués¹⁰⁵ :

- a) Le composant : « [...] est un produit fini qui a suivi une mise en forme telle qu'il peut être intégré directement dans la construction des ouvrages, sans pouvoir toutefois remplir à lui seul une fonction de la construction [par exemple les prédalles] » ;
- b) Le sous-ensemble : « [...] assure à lui seul au moins une fonction technique de la construction [par exemple les panneaux de façade] »,
- c) Le module : « [...] représente un 'morceau' du bâtiment ».

Le niveau « composant » et « sous-ensemble » de Chemillier correspond à celui d'élément et d'ensemble de la période précédente, de même que celui du module correspond à celui de « maison ». Cependant pour son collègue Blachère, alors directeur du CSTB, il s'agit, dans les trois cas, d'un composant : « Un composant est nécessairement 'fabriqué'. Et les mots 'fabriqué' et

¹⁰⁴ Même si nous n'étudions pas ce type de préfabrication, nous y faisons référence en tant qu'outil méthodologique.

¹⁰⁵ P. CHEMILLIER, *Les techniques du bâtiment et leur avenir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Editions du MONITEUR, 1977, p. 43-44.

préfabriqué' sont synonymes »¹⁰⁶. La notion de composant marque la première politique en faveur de la « préfabrication ouverte », et amorce la deuxième génération de la préfabrication.

Echelle du bâtiment

Le troisième niveau, pour la première période (avant 1960), fait référence à l'échelle « maison » qui correspond à la totalité d'un bâtiment :

« [...] on s'accorde à désigner sous le nom de maison préfabriquée, une construction entièrement réalisée en usine, puis transportée d'une seule pièce ou par éléments importants sur le chantier, en vue d'y être montée par des opérations simples et rapides »¹⁰⁷.

C'est une des grandes utopies de la préfabrication industrielle soutenue par les pionniers de la préfabrication. Citons, par exemple, Le Corbusier pour la période de l'entre-deux-guerres, puis Marcel Lods, pour celle de l'immédiat après-guerre.

Le Corbusier-Saugnier dans la revue *L'Esprit Nouveau*¹⁰⁸, en comparant la maison avec les avions, disait : « [...] il faudra que les maisons surgissent d'un bloc, faites avec des machines-outils, en usine, montées comme Ford assemble sur ses tapis roulants les pièces de son automobile »¹⁰⁹. Marcel Lods (1946) développe la même idée en définissant la maison préfabriquée comme celle qui est constituée d'éléments intégralement faits mécaniquement en usine, selon des études basées sur l'organisation scientifique du travail, puis ensuite, montée par des opérations simples¹¹⁰. La maison est ainsi constituée par un, deux ou trois morceaux d'éléments complètement finis en usine. Cette définition est le modèle utopique de la préfabrication¹¹¹.

¹⁰⁶ G. BLACHERE, *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975. p. 36.

¹⁰⁷ E.-H.-L. SIMON, *op.cit.* p. 49.

¹⁰⁸ C'est une revue créée en 1920, dont il est l'un des fondateurs et où il a publié ses théories sur l'architecture.

¹⁰⁹ LE CORBUSIER-SAUGNIER, « Les maisons 'Voisin' », *L'Esprit Nouveau*, n° 2, 192, p. 214.

¹¹⁰ M. LODS, *op.cit.* p. 52.

¹¹¹ M. PILPOUL en se référant à l'appréciation de M. LODS sur la préfabrication « totale ». J. PILPOUL, « Nécessité de l'Industrialisation du Bâtiment », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, n° nov. 1946, p. 6.

Vingt-cinq ans après, Pilpoul met en lumière le changement de pensée de Le Corbusier : « Ces dernières années, M. Le Corbusier paraît avoir adopté la conception de la construction employant des procédés de préfabrication, et non celle de la préfabrication intégrale ». L'architecte suisse déclare au V^{ème} Congrès des CIAM (Paris 1937) : « L'Industrialisation du Bâtiment ne doit pas s'orienter vers la répétition standardisée du type maison. C'est la standardisation d'éléments du logis qu'il faut entendre » ; dans ses « Propos d'urbanisme » (1946), il précise : « Admettons la grande série, celle des éléments préfabriqués de maisons et non pas celle de maisons préfabriquées »¹¹².

En fait, dans l'immédiat après-guerre, au moins du point de vue théorique, le choix d'une préfabrication à l'échelle de l'élément ou à celle du bâtiment opposait deux tendances, qui figurent déjà, selon Pilpoul, dans la première exposition de la Reconstruction faite à Paris, aux Invalides, en 1945 : ce sont la maison de catalogue et le procédé général de construction. Jean Fayeton (1946) précisait, pour la revue spéciale du *Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment* sur « L'industrialisation du bâtiment et la Reconstruction »¹¹³, que l'opposition faite par Lods entre préfabrication partielle (avec quelques éléments préfabriqués) et préfabrication totale ne pose de problème que dans le cas de petites maisons individuelles¹¹⁴ qui d'ailleurs sont souvent provisoires. Maison préfabriquée ne veut donc pas dire qu'il s'agit d'un ensemble complètement terminé à l'usine. [Figure 4]

¹¹² Ibid, p. 9.

¹¹³ J. FAYETON, « L'évolution de l'Art de bâtir en France », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, n° nov. 1946.

¹¹⁴ L'exemple typique de préfabrication intégrale des maisons individuelles préfabriquées est Noisy-le-Sec, ville française, dans la région de l'Île de France.



Figure 4. Préfabrication à l'échelle du bâtiment

Source : Archive personnel M. Merlet, ancien ingénieur du CSTB, enregistré en juin 2005.

« Une maison préfabriquée est, en réalité, une maison construite au moyen d'éléments d'assez grandes dimensions, fabriqués en série dans des usines et assemblés par des moyens simples »¹¹⁵.

A ce sujet Pilpoul, en 1946 puis en 1950, ajoute : « Nous sommes encore loin de la réalisation d'un tel programme, mais ce serait mal connaître M. Lods que de penser que les difficultés le feront renoncer à sa conception »¹¹⁶. Ceci illustre deux faits : les limites qu'a trouvées assez vite l'échelle de la maison ; et, par la suite, la possibilité de deux degrés à la préfabrication : l'un total, l'autre partiel. Ces degrés sont définis, d'une part, par l'inclusion dans un bâtiment d'éléments préfabriqués, d'autre part, par le taux utilisé de ces éléments.

« En France, nous considérons donc, d'une part, la préfabrication de maisons de série ou de préfabrication totale, d'autre part, la construction par éléments et ensembles préfabriqués, quelque fois appelée préfabrication partielle »¹¹⁷.

Il s'agit en fait d'une « première »¹¹⁸ prononciation en faveur de l'ouverture de la préfabrication, exprimée ainsi par l'inclination vers l'industrialisation des éléments et non pas des bâtiments. Nous pouvons citer un autre cas, celui où des éléments ou des ensembles préfabriqués sont utilisés dans la construction dite traditionnelle, qu'on désigne parfois par « traditionnel évolué ». « C'est ainsi, par exemple, que l'exécution de parois en pierre, en briques ou en béton banché, peut se conjuguer avec l'utilisation de planchers, de charpentes de toitures, d'escaliers, de pièces d'appui ou de seuils préfabriqués et également d'ensembles préfabriqués pour la cuisine, la salle d'eau, les gaines de canalisation [...] » Dans ce cas la participation des éléments préfabriqués est moins importante que les exemples illustrés par Lods et Pilpoul, mais, nous parlerons de même de « préfabrication partielle ».

« Elle [la préfabrication partielle] se distingue de la préfabrication totale dans la mesure où ce ne sont pas la totalité des éléments constituant

¹¹⁵ FAYETON, J. « L'évolution de l'Art de bâtir en France », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° hors série (L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction), nov. 1946, p. 49.

¹¹⁶ PILPOUL, « L'industrialisation ... », *op.cit.* p. 5.

¹¹⁷ SIMON, *op.cit.*, p. 49.

¹¹⁸ Au moins après la Seconde Guerre mondiale.

un logement qui sont ainsi réalisés et où une part plus ou moins grande de travaux dits 'traditionnels' reste à exécuter sur chantier »¹¹⁹.

Dans la deuxième période, la politique en faveur de l'ouverture de la préfabrication est dite de *l'industrialisation ouverte* (et non plus de préfabrication). La notion de composant¹²⁰ et l'échelle de production restent au cœur de la problématique. Dans les recherches faites pour le lancement de cette seconde industrialisation du bâtiment, la polémique reprend, comme à l'époque de Mesland, sur ce qui touche des caractéristiques définissant un composant, et ses proportions. Ici, l'échelle « maison » est remise en question: « Le produit industriel n'est plus le bâtiment lui-même, mais ses éléments, appelés 'composants' »¹²¹.

En somme, la préfabrication totale, qui désigne, dans la première période « la maison de série faite en usine »¹²², prend, dans la seconde période, un sens plus large pour se référer au bâtiment construit prioritairement avec des éléments préfabriqués. Il s'agit le cas échéant d'une préfabrication partielle.

Echelle urbaine

La recherche de l'industrialisation de la préfabrication à l'échelle du bâtiment (première période) ainsi que celle de l'industrialisation des éléments préfabriqués (seconde période), repose sur un principe de production massive et quasi monotone. Aux yeux de l'opinion publique - de la presse – les énormes besoins imposent alors des réponses quantitatives à la production du bâtiment. Le choix entre une échelle ou une autre répond, nous pouvons le supposer, à ce principe : la préfabrication n'est pas un but en soi, mais une réponse aux besoins d'un contexte donné et, dans ce sens, elle devait s'y adapter.

¹¹⁹ H. FAURE, « Recherche et modernisation dans l'entreprise du bâtiment », p.138, in TRIDON J.G. (dir.), *Regards sur la France (Evolution de la construction -Réalisation et perspectives, tome II:1964-1965)*. Paris: SPEI (éd.), 1966.479 p.

¹²⁰ Nous expliciterons ultérieurement la notion de composant et de composants compatibles.

¹²¹ D. GREZES, J.-P. CHARON, *Industrialisation ouverte: recherche et expérimentation 1971-1983 (Bilan de douze années de recherches et d'expérimentations, des premières réflexions aux réalisations expérimentales)*. Paris: Ministère de l'urbanisme et du logement (Plan construction & habitat. Bilan thématique)/Impr. centrale commerciale, 1983, p. 23.

¹²² E.-H.-L. SIMON, *op.cit.* p. 52

« La préfabrication ayant pour conséquence de réaliser une économie de prix de revient à égalité égale, il s'ensuit que la condition logique est de pouvoir fabriquer en grandes quantités afin de pouvoir amortir l'outillage spécial créé à cet effet »¹²³.

Cette affirmation sous-tend deux problèmes, l'un de caractère technique, l'autre d'échelle urbaine. Ces deux contraintes conditionnent l'industrialisation de la préfabrication. La première repose sur l'importance de la quantité d'éléments ou de bâtiments à pré-fabriquer pour amortir le matériel nécessaire à cette fin. La deuxième repose sur l'aménagement du territoire.

L'échelle urbaine est exprimée dans la planification territoriale : « Il faut construire des bâtiments, mais il faut aussi les répartir sur la terre... »¹²⁴. Ce sont des documents qui retracent d'une part, l'importance des besoins quantitatifs des bâtiments, d'autre part, les politiques étatiques en réponse à ces besoins.

« Précisément, la loi sur la répartition des dommages de guerre, votée en octobre 1946, prévoit que ' la répartition intégrale s'effectue suivant un ordre de priorité et dans le cadre de programmes établis pour cinq ans, et notamment dans le cadre du plan général d'équipement et de modernisation...Ce plan, approuvé par une loi, s'inscrit dans le cadre d'un plan général de financement des opérations de reconstruction, de modernisation, d'extension et de création d'équipements exécutés avec l'intervention financière de l'Etat.' Il s'agit du fameux plan Monnet »¹²⁵.

En France, le projet du premier Plan de modernisation et d'équipement, le Plan Monnet, nom du Commissaire Général, a été adopté le 14 janvier 1947. Il contient les directives générales de la politique technique pour la reconstruction du pays. Il sera renouvelé, en principe, tous les cinq ans. D'autres secteurs, comme celui de l'Education nationale auront, par la suite, leurs propres plans directeurs. Ces plans dictent, entre autres, l'échelle massive – et uniforme ?¹²⁶ – à laquelle devront répondre les systèmes de construction adoptés et suggérés par la même voie.

¹²³ MESLAND, *op.cit.*, p. 4.

¹²⁴ LODS, « Le problème, produire industriellement les bâtiments, dessiner le pays », *Techniques et architecture*, 17e série, n° 5, nov. 1957, p. 78.

¹²⁵ PILPOUL, « Nécessité... », *op.cit.*, p. 11.

¹²⁶ Françoise Choay (1965) expose, entre autres, deux types d'urbanismes basés, l'un sur un modèle progressiste, l'autre, sur un modèle culturaliste. Le modèle « progressiste » est celui qui a été diffusé par les CIAM (1933), issu de l'Ecole de la Bauhaus, soutenant une production en série par une normalisation et standardisation appliquées à l'architecture (§ 1.2.B. Industrialisation et architecture). F. CHOAY, *L'urbanisme, utopies et réalités : une anthologie*. Paris: Editions du Seuil, 1965.

C. Terminologie dualiste et actions

Une troisième manière de définir la préfabrication est de se référer à ses caractéristiques physiques : forme, poids, dimensions et compatibilité avec d'autres éléments (préfabriqués ou non) ; en utilisant des qualificatifs comme : lourde, légère, ouverte, fermée, totale ou partielle. C'est « la préfabrication légère » contre « la préfabrication lourde », « la préfabrication fermée » opposée à « l'industrialisation ouverte », le « provisoire » en attendant « le définitif », et, enfin « les composants » au secours des « systèmes constructifs ».

Pourtant, ce qui était lourd à une époque, ne l'est plus à une autre. De même ce qui avait évolué à une époque, n'évolue plus à une autre. C'est le cas, par exemple, de la « préfabrication lourde » qui, dans un sens péjoratif, est rebaptisée « traditionnel évolué ». En 1957, Marcel Lods pense que la préfabrication lourde peut aussi être appelée « traditionnel évolué », car la véritable industrie, n'existait que dans la préfabrication légère¹²⁷. D'où différentes dénominations, liées aux différents degrés technologiques.

Cet exemple illustre ainsi la nécessité de définir chacune des caractéristiques de la préfabrication qui, nous le verrons, ne sont pas uniquement physiques, donc mesurables, mais aussi conventionnelles. A partir d'une analyse historico-critique de la terminologie utilisée dans la période étudiée, nous traiterons de définir des caractéristiques mesurables, pour les utiliser dans des analyses postérieures.

¹²⁷ LODS, « Le problème... », *op.cit.*, 1957.

Lourde & légère

Préfabrication lourde ou légère ? En 1962, pour Simon, la différence dépend du poids des matériaux : la préfabrication légère correspond à la construction métallique dont le poids élémentaire ne dépasse pas les 300 kg. Par opposition, la préfabrication lourde, dont les éléments pèsent environ sept à huit tonnes, emploie le béton.¹²⁸

En 1966, pour Maurice Revel la préfabrication légère consiste en petits éléments élaborés par des entreprises artisanales¹²⁹ : mise à part la question d'une telle préfabrication, il met en valeur la dimension des éléments. Ce type de préfabrication dépend donc moins du poids des éléments et matériaux que, selon lui, de leurs formes et dimensions [Figure 5].



Figure 5. Préfabrication légère

Source : BUREAU D'ETUDES BERNARD LAFAILLE, Description photographique du système constructif, 182 rue de Rivoli, Paris. IFA, LAFBE/R-1-185-11.

¹²⁸ E.H.L. SIMON, *L'industrialisation de la construction*. Paris: Editions du Moniteur des travaux publics, 1962. p. 39.

¹²⁹ M. REVEL, *La préfabrication dans la construction*. Paris: Entreprise Moderne d'Edition, 1966. p. 21.

Pour Marcel Lods le bâtiment assemblé peut être conçu suivant deux modes ; « le préfabriqué lourd et le léger ». Il caractérise le préfabriqué lourd par l'emploi, « (...) en grande quantité, de matériaux lourds (sable, caillou, ciment) [...] et l'utilisation, tant pour la confection des éléments que pour leur assemblage, du phénomène chimique de *la prise* ». A l'inverse, dans le préfabriqué léger on utilise, en petites quantités, des matériaux coûteux (acier, bronze, métaux inoxydables, bois bakélisés, matières plastiques, métaux légers), « mis en œuvre par des machines aussi parfaites que possible »¹³⁰. Pour Lods, partisan, pensons-nous, du léger, la différence entre l'un et l'autre n'est pas seulement dans la composition des éléments préfabriqués liée aux matériaux utilisés, mais aussi dans le degré de performance. Si le cas de la préfabrication lourde, pour lui, peut être classé comme un système traditionnel évolué, la préfabrication légère, en revanche, entraine dans le cadre d'une préfabrication évoluée.

Dans les faits, les qualificatifs de préfabrication, lourde ou légère, dénotent principalement deux caractères : le poids donné par les matériaux et les dimensions. Pour la préfabrication lourde, le béton est le matériau le plus utilisé dans les premières années d'après-guerre¹³¹. Il est le symbole de ce type de préfabrication. Par opposition, la préfabrication légère est représentée par le secteur métallique, principalement l'acier et plus tard l'aluminium.

En 1957, pour la préfabrication lourde, Marcel Lods préconise « des monolithes atteignant des longueurs de 5 ou 6 mètres et des poids de cinq tonnes et plus »¹³². En 1965, Blachère, expose que bien qu'à une époque l'on ait cherché à fabriquer de très grands éléments dont le poids était de quelques tonnes, « On n'y est plus tellement attaché ; on trouve qu'il n'est pas tellement utile de dépasser 4 ou 5 tonnes, chaque fois qu'il est possible de ne pas le faire »¹³³. En fait, la première génération de préfabrication lourde qui couvre les années 1950/60 est caractérisée par une fabrication à l'avance de « tout en grands panneaux », dont la dimension pour les éléments préfabriqués correspond à la longueur et à la hauteur d'une pièce d'un logement. Plus tard,

¹³⁰ LODS, « Le problème... », *op.cit.*, p. 74-75.

¹³¹ Comme il l'avait été pendant la guerre à usage civil –les autoroutes et les ponts – à usage guerrier – blockhaus, digues.

¹³² LODS, « Le problème... », *op.cit.*, p. 75.

¹³³ BLACHERE, *op.cit.*, p. 95.

Blachère déclare que de cette « totalité », seules les façades ont survécu à cette tendance¹³⁴. En 1980, Paul Bernard, dans ses recherches vers une industrialisation ouverte propose, pour caractériser les éléments légers un poids de moins de 100 kg, pour les semi-lourds, jusqu'à 3 t, et pour les lourds, au-delà de 3 t¹³⁵.

La contrainte du poids des éléments s'amenuise par deux moyens : l'un, le développement de la technique de béton « léger »¹³⁶, affirme Jean Baptiste Ache dans son *Histoire générale des techniques* éditée par Maurice Daumas ; l'autre consiste à réduire les dimensions des panneaux préfabriqués, de 30, 40, 60 ou 90 centimètres de largeur. Mais, celle-ci est restée une voie peu explorée, signale Blachère en 1984.

Un cas spécifique de la préfabrication lourde où la tendance vers la légèreté n'a pas été suivie est le 3D lourd. Ce sont des éléments de 10 à 30 tonnes, difficiles à transporter, mais d'un grand degré de finition. En référence aux cellules tridimensionnelles en béton, disait Blachère : « On a cru à leur compétitivité à la fin des années 60 »¹³⁷. Puis, ce sont de rares éléments « lourds » qui resteront dans les classifications des plus « ouvertes ».

La formule « Industrialisation ouverte = industrialisation légère »¹³⁸, proposée par Bernard dénote la tendance vers la légèreté et l'ouverture. Bien que cette référence date d'une période postérieure à notre période d'étude, elle représente l'idéal de la préfabrication qui existe dès les premières théories la concernant. C'est une autre caractérisation de la préfabrication en opposition aux systèmes de préfabrication fermés.

¹³⁴ G. BLACHERE, « La construction industrialisée en béton », p. 193-197. in: CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.). *Les politiques techniques de construction*. Actes du Colloque algéro-français, Sidi Fredj, Algérie, 12 -16 mai 1984. Paris : CSTB, 1985.

¹³⁵ BERNARD, *op.cit.*, p. 40.

¹³⁶ J.-B. ACHE, « Les techniques de construction des bâtiments », in DAUMAS M. (dir.), *Histoire générale des techniques. Tome V: Les techniques de la civilisation industrielle*. Paris: Presses Universitaires de France, 1979, p. 253.

¹³⁷ BLACHERE, « La construction ... », *op.cit.* p. 197.

¹³⁸ BERNARD, *op.cit.*, p. 40.

Fermée & ouverte

Non seulement Bernard, mais aussi Terny quinze ans auparavant, dans un article intitulé « Pourquoi et comment nous devons industrialiser le bâtiment », définit « La préfabrication ouverte ou légère » sans aucune différenciation entre un adjectif et l'autre, comme celle qui « met à disposition du constructeur des éléments normalisés [...] qu'il peut intégrer comme il l'entend dans sa construction [...] »¹³⁹. Cette définition de la préfabrication ouverte, dénommée ainsi par opposition à la préfabrication fermée, ne correspond pas à la préfabrication légère qui fait référence à la composition physique des éléments préfabriqués. En revanche, il est vrai que les éléments préfabriqués, symboles de légèreté, sont élaborés avec des composants déjà banalisés (i.e. profilés), ce qui peut conduire à confondre ces deux caractéristiques de la préfabrication.

Néanmoins, la caractérisation de la préfabrication par ouverture ou fermeture dépend des conditions de compatibilité entre les éléments d'un système constructif avec un autre. Dans le cas où les éléments préfabriqués d'un même procédé constructif (même producteur) ne sont compatibles qu'entre eux-mêmes, il s'agit de préfabrication fermée. Par contre, la préfabrication ouverte révèle des éléments interchangeables avec des procédés constructifs de diverses provenances.

L'intégration possible d'éléments issus de différentes fabriques est possible, telle que le signale Terny, grâce à des éléments normalisés résultant des conventions dimensionnelles. « La condition d'interchangeabilité des éléments exige que la préfabrication tienne compte des éléments voisins, à la fois dans la forme et dans les moyens de liaison »¹⁴⁰. C'est donc l'état des lieux des normes conventionnelles qui pourrait conditionner ladite interchangeabilité, de même que l'ouverture d'un système préfabriqué.

Dans les années de 1960 à 1968 les systèmes lourds sont aussi des systèmes fermés. Ce sont des panneaux, de grandes dimensions en béton, eux-mêmes conçus et produits par un même fabricant. Même si la préfabrication

¹³⁹ TERNY, *op.cit.*, p. 87. [le souligné par l'auteur]

¹⁴⁰ MESLAND, *op.cit.*, p. 3. [souligné par l'auteur]

ouverte prévaut théoriquement durant cette première période, ce n'est qu'après, au début des années 1970, qu'une deuxième génération est relancée.

Amorcée par la notion de « composant », dans la deuxième étape de la préfabrication, l'élément préfabriqué prend différents degrés qui vont de la fermeture à l'ouverture. D'emblée, les deux grands groupes définissant ces degrés sont les « composants de catalogue » et les « composants sur mesure »¹⁴¹. Les composants fabriqués « à la demande » ou « sur mesure » visent un ouvrage spécifique ou un groupe de projets de construction. Les « composants de catalogue » ou « composants compatibles », sont dessinés et fabriqués à l'amont de la conception de n'importe quel bâtiment.

Les actions entreprises à la base de systèmes ouverts, dans la période postérieure à la nôtre, intègrent les notions de meccanos, de systèmes constructifs et de composants compatibles (dans cet ordre), pour ainsi définir les politiques technologiques de la deuxième génération de préfabriqués et de l'industrialisation du bâtiment : l'ouverte.

Meccanos et systèmes & composants

Nous trouvons les possibilités théoriques données par le principe d'ouverture, dès les premières publications relatives à ce sujet dans la période étudiée, et d'abord chez Armand Demenais, dans le numéro spécial *d'Architecture d'aujourd'hui*, de 1946, au titre évocateur « Préfabrication, industrialisation du bâtiment » : « Un élément préfabriqué doit être susceptible, moyennant certaines règles, d'un emploi généralisé et non créé pour une utilisation unique et particulière »¹⁴². Ce n'est qu'avec la création, en 1971, du Plan Construction et Architecture, impulsant les nouvelles politiques de

¹⁴¹ Les définitions ici proposées concernant les « composants de catalogue » et « composants à la demande » correspondent à celles données par G. BLACHERE, *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975, p. 35. Par ailleurs, la comparaison entre une première et une deuxième génération est le résultat de l'analyse historico-critique que nous proposons.

¹⁴² A. DEMENAI, « L'industrialisation du bâtiment », *Architecture d'aujourd'hui*, (La), 4, n° Janvier 1946, p. 7.

souplesse, diversité et flexibilité, que les principes théoriques vers l'ouverture deviennent des actions¹⁴³.

Trois politiques se sont succédées dans la recherche vers l'ouverture de l'industrialisation : les meccanos, les systèmes constructifs et les composants compatibles (ou industrialisation ouverte). Elles ont marqué, à nouveau, deux voies conduisant à un marché ouvert. La première est définie par les meccanos et les systèmes constructifs reposant sur le principe d'interchangeabilité de la totalité d'éléments comportant un bâtiment ; une seconde, celle des composants compatibles, réduisant leurs ambitions, ne recherche que les potentiels des éléments susceptibles de pouvoir être utilisés dans n'importe quel projet.

« Vouloir l' industrialisation ouverte c 'est faire en sorte que des composants soient fabriqués en usine sans que l' on en connaisse la destination (l'opération) ni le destinataire (concepteur puis poseur) »¹⁴⁴

Dans la construction par meccano¹⁴⁵, « (...)ou système fondé sur l'utilisation de composants compatibles par conception, produits par un fabricant ou un petit groupe de fabricants », l'idée était, faute de normes conventionnelles permettant l'interchangeabilité des éléments entre différents fabricants, de trouver un moyen pour faire jouer les règles :

« Les règles du jeu sont les conventions communes que s'imposent les professionnels qui veulent utiliser ou fabriquer des composants. Elles portent sur les dimensions, les conditions d'assemblages, les tolérances des divers éléments de la construction [...] »¹⁴⁶.

Pour le développement de cette utopie industrielle du bâtiment des conventions et au préalable des accords sont nécessaires :

¹⁴³ LAMBERT, G. « La Première décennie du Plan Construction 1971-1982, stratégies éditoriales et représentations », *Histoire de l' architecture française*. De la Révolution à nos jours, no 59, octobre 2006, p. 141-51.

¹⁴⁴ MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DIRECTION DU BATIMENT, DES TRAVAUX PUBLICS ET DE LA CONJONCTURE, DIRECTION DU BATIMENT DES TRAVAUX PUBLICS ET DE LA CONJONCTURE, *op.cit.*, p. 46.

¹⁴⁵ Un jeu du même nom est breveté en Angleterre au début du XXème siècle. Puis, il est introduit en France et en 1924 une usine de Meccano inc. est créée à Paris Belleville (aujourd'hui école d'architecture). « Ce jouet de construction s'est hyperdéveloppé entre les deux guerres parmi les adolescents qui devenus adultes, comprennent ainsi la puissance des éléments préfabriqués pour construire ». Propos d'André Guillerme.

¹⁴⁶ INSTITUTE WALLON, *Industrialisation et logement*. Institut Wallon de développement économique et social et d'aménagement du territoire, avril 1979. Note no. 6, 197.

« Pour que des composants produits en séries naissent et se développent il faut qu'au préalable chacun [l'Administration, les promoteurs, les concepteurs, les industriels, les fabricants, les poseurs] ait consenti à respecter des règles du jeu communes qui assurent la compatibilité des composants entre eux et la cohérence avec les objectifs assignés [qualité, maîtrise de coûts, mise en valeur des intervenants] ». (9).

Il s'agit d'une première volonté de variété. Toutefois, elle n'a pas réussi à coordonner les différents acteurs. Néanmoins, Bernard (1979) témoigne que les meccanos lourds et légers se sont beaucoup développés, par exemple pour la construction des écoles et des établissements scolaires¹⁴⁷.

Le deuxième essai d'ouverture est la politique des « systèmes constructifs ». Il s'agit de la confirmation de l'entreprise par les meccanos face à la fermeture des systèmes de construction utilisés, entre autres par la politique des modèles (Grèzes et Charon, 1983¹⁴⁸). La politique des « modèles » consiste à sélectionner les projets-types conçus par des équipes d'architectes-entreprises, répétés sur des sites différents. Il s'agit d'un mécanisme assez rigide par la fermeture des « procédés » de construction utilisés et par l'inflexibilité aux possibles changements des projet-types. C'est donc à la fin de 1977 que « (...) l'Administration prit officiellement position, par une circulaire en date du 7 novembre, sur l'idée de Meccano, baptisé en l'occurrence 'système constructif' »¹⁴⁹, soit : « Un ensemble de composants à partir desquels il est possible de construire en quasi-totalité des bâtiments d'architectures variées »¹⁵⁰.

Il s'agit d'un effort des pouvoirs publics de recherche de la diversification de l'architecture qui, toutefois, n'échappé pas à la définition des systèmes fermés¹⁵¹.

« Finalement, persistaient les mêmes inconvénients que dans la structure précédente [les modèles] : le processus restait toujours fermé,

¹⁴⁷ P. BERNARD, *op.cit.* p. 116.

¹⁴⁸ D.GREZES, J.-P. CHARON, *op.cit.*, p. 23.

¹⁴⁹ P.CHEMILLIER, « De la préfabrication aux systèmes constructifs », *Techniques et architecture* n° 328, dec.-janv. 1979, p. 49.

¹⁵⁰ *Circulaire no. 77-1 56 du 7 novembre 1977 et n. o. 78- 87 du 23 juin 1978 du ministère de l'Environnement et du Cadre de vie.*

¹⁵¹ Un exemple de rapport de recherche de cette politique est : B. HAMBURGER, J.-M. SAVIGNAT, A. THIEBAUT, *Architecture et systèmes constructifs*. Rapport [sans aucune spécification] du ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Direction de Construction, Centre d'études et de recherches architecturales (CERA-ENSBA). Paris: Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Direction de la Construction, s.d.

dominé par une entreprise et le développement du système dépendait des marchés des travaux obtenus par cette entreprise »¹⁵².

Le troisième essai vers l'ouverture est « la politique de composants compatibles »¹⁵³, seconde voie explorée qui s'écarte de la conception de « systèmes » - i.e. de la totalité du bâtiment -, pour se focaliser sur les « éléments », comme des parties indépendantes. Cette politique rompt avec la trajectoire technologique alors dominante, celle de la fermeture, de la totalité, ainsi que du couple concepteurs-réalisateurs. Or, les principes d'ouverture de cette nouvelle politique, d'après Paul Bernard, consistaient à faire la séparation entre production et utilisation¹⁵⁴. De même, après Chemillier, il y a une séparation entre la fabrication de composants et leur mise en œuvre par les entreprises¹⁵⁵. Ainsi, le rôle de l'un de principaux de la première génération de la préfabrication, le couple « industriel-entrepreneur » est dorénavant séparé.

Il s'agit du même problème que celui de la politique des systèmes. Ce nouveau modèle de préfabrication avait besoin de conventions de compatibilité entre les différents producteurs de composants, principalement de conventions d'assemblage : de « règles du jeu ». Elles n'existent pas encore, en 1980, comme le signale Bernard¹⁵⁶. Il s'agit, peut-être, d'un autre blocage technologique conditionnant cette deuxième génération¹⁵⁷.

¹⁵² « Une interview de Monsieur Chemillier, directeur du CSTB (Pourquoi développer l'emploi d'éléments industrialisés dans le bâtiment) », Photocopie de l'article sans références. Archive du CSTB, n.d., p. 11.

¹⁵³ De la même période date une recherche pour le compte du Plan Construction portant sur des « composants à la demande », dont les principes technologiques sont l'opposé de ceux proposés par la politique de « composants de catalogue » (recherche de la série de composants et coordination dimensionnelle). Les résultats de cette recherche dont les hypothèses sont basées sur l'application de l'informatique à la conception et production de composants produits « industriellement à la demande » ont été publiés dans : M. LITAUDON, *La bataille de la productivité se gagnera dans les usines*. Paris: Plan Construction, 1981.

¹⁵⁴ P. BERNARD, *Techniques et avenir: Etat d'avancement de l'action « Industrialisation ouverte »*. Rapport de la Direction du bâtiment et des travaux publics et de la conjoncture (DBTPC) du Ministère de l'Équipement. Paris: [1976]. 11 p., exempl. dactylogr.

¹⁵⁵ « Une interview de Monsieur Chemillier, directeur du CSTB (Pourquoi développer l'emploi d'éléments industrialisés dans le bâtiment) », Photocopie de l'article sans références. Archive du CSTB, n.d., p. 11.

¹⁵⁶ P. BERNARD, « La construction ... », *op.cit.*, p. 149.

¹⁵⁷ Cette histoire reste à faire. J.-L. SALAGNAC, Responsable adjoint du laboratoire Services, Process, Innovation du Département économie et sciences humaines du CSTB s'intéresse à cette question.

Provisoire ou définitive

Nous voudrions souligner par rapport aux différents types de préfabrication une dernière remarque qui fait référence à la construction provisoire, souvent confondue avec la construction préfabriquée. Le sens d'une temporalité, plus ou moins courte, donnée à une construction, introduit des contraintes par rapport, entre autres, au choix de matériaux. Les différentes données pour l'une et l'autre vont du matériau plus solide au moins solide, du plus léger au plus lourd (facilité de transport), d'une forme plus architectonique à une autre moins élaborée. « Le définitif diffère aussi du provisoire par un confort plus grand, une isolation plus poussée, une adaptation meilleure aux besoins à satisfaire »¹⁵⁸. Donc leurs caractéristiques imposent qu'elles fassent l'objet d'études différentes. Or, la préfabrication que nous étudions ne relève que de la construction définitive.

Il ne paraît pas possible de comparer, par exemple, les « préfabriqués » de l'Université de Jussieu avec des éléments préfabriqués utilisés dans la façade de sa tour principale construite dans les années soixante¹⁵⁹. Les « préfas », ainsi désignés aujourd'hui, sont les bâtiments provisoires à l'arrière de l'Université ; ils sont provisoires¹⁶⁰. Un autre cas, qui peut prêter à confusion, est la préfabrication de *mobile-homes*¹⁶¹. On pourrait parler là, d'éléments préfabriqués d'une seule pièce, mais à cause de leur caractère particulier, ils ne seront pas traités dans cette étude.

Par ailleurs, la confusion entre la préfabrication utilisée pour la construction provisoire et celle utilisée pour la construction définitive, dans l'histoire de la construction, a un sens négatif et un sens positif. Le premier, d'après les opposants à la préfabrication, repose sur l'idée qu'un bâtiment préfabriqué est une construction provisoire ou d'urgence. C'est le cas, par exemple, de quelques

¹⁵⁸ MESLAND, *op.cit.* p. 5.

¹⁵⁹ Quarante ans après leur construction, les éléments et les bâtiments vieillissent et ont besoin d'aménagements ou de substitutions.

¹⁶⁰ André Guillerme remarque que la Direction du Bâtiment et des Travaux Publics de la Conjoncture qui était avec Louis Léonard au cœur du réseau de préfabrication dans les années 1970, était dans les annexes préfabriqués « provisoires », 31 rue Fremicourt (Paris, 15^{ème} arrondissement), comme la Direction de la Construction, gestionnaire des chantiers publics l'était 2 avenue du Parc de Passy (Paris, 16^{ème})

¹⁶¹ Voir par exemple les travaux, à la fin des années 1940, de l'architecte Roland Bechmann. K. FARES, « La maison transportable 'télescopique' », Communication au Premier congrès francophone d'histoire de la construction, Paris, 19,20 et 21 juin 2008.

constructions provisoires utilisées pendant la Reconstruction et qui, après, ont été utilisées comme publicité négative contre la préfabrication (définitive).

« Des informations parfois fantaisistes, certaines images des actualités cinématographiques, les constructions légères provisoires, souvent importées de l'Étranger, que depuis la Libération on a monté [sic] dans certaines localités sinistrées sous le nom de 'maisons préfabriquées', sont en grande partie responsables des idées fausses que nombre de Français ont actuellement sur cette forme nouvelle de la technique du bâtiment »¹⁶².

Par contre, le sens positif intègre les potentialités de la rapidité de la construction provisoire à la base des éléments préfabriqués pour exposer ses bienfaits. Dupire (1979), dans son essai sur les « Conventions », expose le montage d'un grand huit de la fête foraine : constructions éphémères, à base d'éléments préfabriqués, des plus audacieuses¹⁶³.

¹⁶² ASSOCIATION NATIONALE DE LA PREFABRICATION DU BATIMENT (L'), *op.cit.* p. XXIV.

¹⁶³ A. DUPIRE, B. HAMBURGER, J.C. PAUL, *et al. Deux essais sur la construction*. Bruxelles: Architecture/Pierre Mardaga, 1981, p. 13-17.

1.2. Industrialisation du bâtiment

D'après Louis Leonard, c'est immédiatement après la Seconde Guerre mondiale que les critères fondamentaux de l'industrialisation dominent les réalisations entreprises¹⁶⁴. C'est à ce titre qu'il parle de « préfabrication d'hier, industrialisation d'aujourd'hui »¹⁶⁵. En effet, comme nous le verrons dans la troisième partie, il y a, dans la première phase de l'industrialisation du bâtiment, des réalisations avec des éléments préfabriqués, mais elles n'atteignent pas le niveau d'industrialisation : le but recherché.

Ce chapitre tente de souligner les paramètres de l'industrialisation du bâtiment, et de définir le rôle de la préfabrication. Pour expliciter et délimiter le propos, nous analysons les diverses définitions de l'industrialisation, et nous présentons la théorie de l'architecture moderne qui peut être considérée comme le berceau de la préfabrication industrielle. Finalement, nous analysons la définition d'une telle industrialisation par la comparaison avec d'autres industries, principalement celle de l'automobile.

A l'amont de l'industrialisation du bâtiment, on doit situer : « l'Industrialisation » tout court, et « l'industrialisation de la construction ».

L'industrialisation fait référence aux grands changements¹⁶⁶, aux « Révolutions », des « moyens de production et de consommation »¹⁶⁷ du XVIII^e, XIX^e et XX^e siècles. Étant donné notre intérêt pour la problématique que pose, dans le bâtiment, la référence à l'industrialisation, nous l'utilisons donc au sens large, sans reprendre ces grands chapitres de l'histoire.

¹⁶⁴ « Préparation préalable du travail ; exécution en usine ; précision des fabrications ; recherche d'éléments simples, se répétant, et faciles à assembler ; montage sur chantier et rapidité d'exécution ». L. LEONARD, « Préfabrication d'hier, industrialisation d'aujourd'hui », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, no 3, mars 1965, p. 72.

¹⁶⁵ Ibid.

¹⁶⁶ La machine à vapeur de James Watt (fin du XVIII^e siècle), la machine à filer « Jenny » de James Hargreaves (1765), celle du « Power loom » de Edmond Cartwright (1765), caractérisent une première révolution industrielle. Puis, les changements dans les transports à partir de procédés de Henry Cort : le navire à vapeur, les chemins de fer. Plus tard, la découverte de l'électricité, du pétrole et de la chimie. Enfin, une troisième révolution industrielle se manifestera par l'emploi de nouvelles sources d'énergie (nucléaire), le développement de l'industrie chimique et l'application de l'informatique aux processus de production.

¹⁶⁷ F. CARON, *Les deux révolutions industrielles du XX^e siècle*. Paris : Albin Michel, 1997. 525 p.

Quant à l'industrialisation de la construction, elle a connu des étapes importantes en France et en Grande Bretagne : au XVIII^{ème} siècle avec la production des matériaux (chaux hydraulique, ciment artificiel,...)¹⁶⁸ ; au XIX^{ème} siècle avec la mise au point du béton et du béton armé, et l'introduction en grand du fer, d'où en 1851, le fameux premier exemple de préfabrication construit à Londres en fer et en verre : Crystal Palace ; au tournant des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles avec, parmi les événements majeurs ayant modifié les méthodes et techniques de construction, l'utilisation de l'acier, comme matériau de construction (i.e. les coffrages métalliques utilisés en série), des engins de terrassement et des grues à tour (Philippe, 1996¹⁶⁹), la propagation, dès le début du XX^{ème} siècle, des différents engins de levage et des machines de chantier (Beltran et Griset, 1990¹⁷⁰) ; enfin, la « renaissance » et la diffusion de la préfabrication à la fin de la Seconde Guerre mondiale¹⁷¹.

Un troisième niveau d'analyse correspondrait à l'industrialisation du bâtiment. Pour ce faire, nous nous sommes interrogée, d'abord, sur les paramètres conférant le degré d'industrialisation du processus de production du bâtiment et des produits préfabriqués.

A. Paramètres de l'industrialisation du bâtiment

Quels sont les propriétés de l'industrialisation du bâtiment ? On cite les suivantes : *série, répétition, normalisation, standardisation, typification, rationalisation, mécanisation, optimisation, continuité technique et financière, intégration des acteurs, organisation du travail et de l'entreprise, volume, innovation, automatisation et robotisation* (cf. annexe 1).

¹⁶⁸ A. GUILLERME, *Bâtir la ville, évolutions industrielles dans les matériaux de construction: France-Grande Bretagne (1760-1840)*. [Seysse]: Champ vallon, 1995.

¹⁶⁹ L. PHILIPPE, *Les machines de construction de l'Antiquité à nos jours: une histoire de l'innovation*. Paris: Presses de l'Ecole nationale des Ponts et chaussées, 1996.

¹⁷⁰ A. BELTRAN, P. GRISSET, *Histoire des techniques aux XIX^e et XX^e siècles*. Paris: A. Colin, 1990.

¹⁷¹ Danièle Voldman, le 19 novembre 2009, lors de son intervention comme jury de la thèse de doctorat intitulée *Le béton assemblé. Préfabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)*, soutenue par Yvan Delmontey, remarquait que la préfabrication n'est pas la fille de la Seconde Guerre mondiale, comme le soutenait Delmontey, mais qu'elle est la fille des « Deux Guerres ». « C'est un travail, qui reste à faire » a-t-elle ajouté.

A ce propos, Gérard Blachère dans *Technologies de la construction industrialisée* (1975) s'interroge sur « L'industrialisation : ce qu'elle n'est pas et ce qu'elle est », et démontre que le lieu du travail (usine ou chantier)¹⁷², la série de production¹⁷³, l'intégration des acteurs¹⁷⁴, la rationalisation¹⁷⁵ du processus de production, ainsi que le caractère d'innovation¹⁷⁶ des produits préfabriqués ne sont pas des attributs de l'industrialisation du bâtiment. L'ingénieur souligne que « [...] ce sont des circonstances qui ne sont pas sans lien avec l'industrialisation, mais qui n'en constituent pas l'essence ». Pour Aubert (1972) ces caractérisations attribuées à l'industrialisation du bâtiment sont « à la fois vraies et fausses, parce que toujours partielles : si on les applique à des industries évoluées, on constate qu'elles ne correspondent pas à tous les cas »¹⁷⁷. Enfin, pour Chouinard (1979) ce sont des corollaires « dépendants d'un processus dont les paramètres sont issus d'un enchaînement de données essentiellement économiques et technologiques »¹⁷⁸.

Alors, qu'est-ce qui donne le caractère d'industrielle à une technique de construction comme la préfabrication ? Avant de répondre, éliminons les

¹⁷² « [...] il a souvent été dit que l'industrialisation est synonyme de travail à l'usine et que le travail au chantier ne peut pas être industriel [...] Ce n'est pas l'endroit où l'on fabrique qui fait la différence, c'est la technologie qu'on utilise » G. BLACHERE, *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975. p. 4.

¹⁷³ « La série est souvent une condition nécessaire à l'emploi d'une technologie industrialisée, afin notamment de permettre d'amortir la machine, mais ce n'est pas la condition suffisante ». Ibid.

¹⁷⁴ L'intégration de tous les acteurs qui participent: « celui qui conçoit, celui qui calcule, tous ceux qui réalisent, celui qui fournit des matériaux [...] En fait il est inévitable que des personnes ou organisations différentes participent à la conception et à la réalisation d'un projet ou d'un objet [...] Dans le bâtiment industrialisé comme dans la plupart des industries, la conception restera partagée entre plusieurs concepteurs et distincte de l'exécution » C'est qu'il faut assurer donc « c'est l'engrènement de gens entre eux [...] Que l'on utilise des méthodes industrialisées ou pas, la nécessité est la même, et ce n'est pas là un caractère essentiel de l'industrialisation ». Ibid. p. 5.

¹⁷⁵ « [...] Rationaliser qui veut dire étudier les méthodes de production, afin de réduire les temps de travail, réduire les temps-machine, de façon à avoir la meilleure productivité et la meilleure rentabilité' ». Rationaliser peut exister aussi dans l'artisanat. Ibid. p. 4.

¹⁷⁶ Il faut produire des objets différents. C'est faux. « lorsqu'on industrialise, on change par définition la méthode de production », mais la conception peut rester la même. « L'industrialisation ne réside pas dans la conception d'ensemble du produit, dans la façon dont l'objet répond au programme, elle réside dans l'élaboration. Certes, la nouvelle méthode d'élaboration a une réaction appréciable sur la conception et peu à peu l'objet change, parce que la manière de le réaliser change, mais c'est un deuxième temps » Il faut se servir de matériaux nouveaux. C'est faux. « Un matériau vieux comme l'histoire peut être employé d'une façon nouvelle et industrielle avec des machines [...] ». Ibid. (6-7)

¹⁷⁷ Y. AUBERT, *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?* Paris: Eyrolles, 1972, p. 71.

¹⁷⁸ L. CHOUINARD, *Contribution à l'analyse économique de l'industrialisation du bâtiment*. Thèse de 3ème cycle, Sciences économiques et d'économie appliquée à la gestion, Rennes 1, 1976, p. 31. Dir. Y., MORVAN.

définitions selon lesquelles la préfabrication et l'industrialisation sont synonymes (i.e. Fruitet, 1987¹⁷⁹ ; Richard, 2005¹⁸⁰).

« Le concept même de l'industrialisation est souvent mal compris ; il est pris au sens d'utilisation de matériaux ou d'éléments spécifiques tels que les grands panneaux de béton, alors qu'en réalité l'industrialisation est un concept opérationnel qui englobe le volume et la continuité de la production, la réduction de la variété, la mécanisation et la préfabrication »¹⁸¹.

Or, dans ces définitions, il y a celles qui montrent une complémentarité entre la technique de construction et la méthode de production (i. e. Aubert, 1967¹⁸² ; Bonnome et Léonard, 1959¹⁸³, Movshin, 1970¹⁸⁴)¹⁸⁵. D'autres, dont l'intérêt porte soit uniquement sur la technique de construction (i.e. Guidot, 1983¹⁸⁶ ; McCutcheon, 1992¹⁸⁷), soit seulement sur la méthode de production (Blachère, 1966 et 1972¹⁸⁸, Chemillier, 1977¹⁸⁹), soit sur la totalité du processus de production (cf. Ache, 1979¹⁹⁰). C'est ce que Madelin (1969) appelle, dans le premier cas « l'industrialisation du bâtiment », dans le deuxième,

¹⁷⁹ L. FRUITET, « Constructions métalliques. Constructions industrialisées. », *Techniques de l'Ingénieur, traité de Construction*, 1987.

¹⁸⁰ R. RICHARD, « Industrialised building system: reproduction before automation and robotics », *Automation in construction*, Vol. 14, 2005.

¹⁸¹ J.-C. WESTON, « La construction par élément. De quoi s'agit-il? », *Build international*, Vol. 1, n° 1, sept.-oct. 1968, p. 10.

¹⁸² Y. AUBERT, « Industrialisation du bâtiment », *Techniques et Architecture*, 27^e série, n° 5, fév. 1967.

¹⁸³ C. BONNOME, L. LEONARD, *L'industrialisation du bâtiment*. Paris: Librairie Aristide Quillet, 1959.

¹⁸⁴ J. MOVSHIN, « Divulgateur de l'industrialisation, deux conférences et un symposium (Industrialisation de l'industrie de la construction: cours donné à Washington University, St Louis) », *Industrialisation forum*, vol. 1, n° 2, Janv. 1970.

¹⁸⁵ Dans ce genre aussi, Fernandez (1974) cite l'Institut Eduardo Torroja de la construction et du béton (Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento); Boutte (1992) à Provisor; et, Sarja (1998) à Lugez et à Commandante. Voir annexe 1.

¹⁸⁶ R. GUIDOT, « Matériaux d'industrie, matériaux d'architecture », p.6-11, in CENTRE GEORGES POMPIDOU, (ed), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.

¹⁸⁷ R. T. McCUTCHEON, « Science, technology and the state in the provision of low-income accommodation : the case of industrialized house-building, 1955-77 », *Social studies of science*, Vol. 22, n°2, 1992.

¹⁸⁸ G. BLACHERE, *Savoir bâtir. (Hababilité, durabilité, économie des bâtiments)*. Paris: Eyrolles, 1966 ; G. BLACHERE, « L'industrialisation clef d'un nouvel urbanisme? (Conclusions du Congrès international organisé par la Fédération belge pour l'urbanisme et l'habitation, le développement et l'aménagement du territoire) », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 1144, n° 134, nov. 1972.

¹⁸⁹ P. CHEMILLIER, *Les techniques du bâtiment et leur avenir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Editions du MONITEUR, 1977.

¹⁹⁰ J.-B.ACHE, « Les techniques de construction des bâtiments », in DAUMAS M. (dir.), *Histoire générale des techniques. Tome V: Les techniques de la civilisation industrielle*. Paris: Presses Universitaires de France, 1979.

« l'industrialisation dans le bâtiment »¹⁹¹. D'autre part, il y a une différence entre la définition de l'industrialisation du produit (à différentes échelles) et l'industrialisation du processus (méthode de production) (cf. Provisor, 1972¹⁹²)¹⁹³.

De ces considérations découlent deux groupes de variables qui bien que complémentaires sont de nature tout à fait différente. Le premier groupe ne concerne que l'industrialisation du produit préfabriqué (à différentes échelles). Ce sont : la typification, la normalisation, la série, la standardisation et le volume, c'est-à-dire des conditions quantitatives. Le deuxième groupe comprend la technique de construction (préfabriqué en l'occurrence) et la méthode de production dans les différentes phases du processus de production et leur organisation : l'étude, l'organisation et le chantier¹⁹⁴. Autrement dit, ce sont les conditions qualitatives du processus de production, créées, entre autres, par la mécanisation et l'automatisation aussi bien que par la robotisation.

Industrialisation du produit et industrialisation du processus sont donc deux processus conjoints qui se rencontrent dans la préfabrication industrielle du bâtiment. Le degré d'industrialisation de l'un et de l'autre est conditionné, comme le signale Chouinard, par des données économiques et technologiques, voire aussi politiques.

Industrialisation du processus

L'industrialisation d'un processus de production suppose l'utilisation de la machine. C'est-à-dire que pour la production d'un produit donné, il y a, soit la substitution, soit l'accompagnement de l'homme par la machine.

« L'essence de l'industrialisation c'est de produire un objet sans main d'œuvre artisanale, avec des machines servies par des ouvriers »

¹⁹¹ P. MADELIN, *Industrialisation dans le bâtiment*. Paris: G.M., 1969. 240 p.

¹⁹² H. PROVISOIR, (sous la dir.), HAKIM, F., HENRY, E. *Pôles et perspectives de l'industrialisation du bâtiment*. Etude réalisée par l'Institut de Recherche Economique et de Planification (CERER) de Grenoble en convention de recherche avec le commissariat général du Plan et de la Productivité (CORDES) (convention no. 19/1971 du 25 mai 1971) et la Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture. S.I.: CERER/CORDES/Ministère de l'Équipement et du logement, mai 1972, exempl. dactyl.

¹⁹³ Les références de ce paragraphe correspondent à l'annexe 1 : « Les attributs de l'industrialisation du bâtiment ».

¹⁹⁴ Nous verrons plus tard que la définition n'est pas évidente s'agissant des phases la préfabrication, mais à ce stade nous les schématisons de manière générale sous cette forme.

simplement spécialisés, non qu'alifiés, ou mieux par des machines automatiques. C'est cela le fond de l'industrialisation »¹⁹⁵.

Le degré d'industrialisation se mesure, comme le remarque Joseph Movshin (1970), par le degré de mécanisation du secteur¹⁹⁶. La mécanisation est donc un paramètre de l'industrialisation. Le changement de la technique de production introduit une autre méthode de production. Et là, la question n'est pas de savoir quels sont les variables, mais de savoir quel est le modèle de production suivi par l'industrialisation du bâtiment.

Du point de vue théorique, le discours sur l'industrialisation dans le bâtiment accompagne ceux qui sont relatifs à la rationalisation et à une organisation étudiée (*i.e.* organisation scientifique du travail).

Rationalisation et organisation

Rationalisation « veut dire étudier les méthodes de production, afin de réduire les temps de travail, réduire les temps-machine, de façon à avoir la meilleure productivité et la meilleure rentabilité »¹⁹⁷. De notre point de vue, la relation historique entre préfabrication et rationalisation correspond à leur but commun : produire moins cher et plus vite. Or, le changement dans la technique de construction introduisant la préfabrication imposait des changements, du moins dans les intentions, de la méthode de travail. C'est pourquoi, supposons-nous, les discours relatifs à la rationalisation et à la préfabrication respectivement sont liés. Nous avons ainsi trouvé trois types de définitions de l'industrialisation par la voie de la rationalisation :

- 1) Il y a une franche différence entre technique (préfabrication) et méthode (rationalisation) ;
- 2) Il y a une catégorisation antéposant l'une à l'autre ;
- 3) Préfabrication et rationalisation sont complémentaires.

¹⁹⁵ BLACHERE, « Technologies de la construction (...) », *op.cit.*, p. 7.

¹⁹⁶ J. MOVSHIN, « Divulgarion de l'industrialisation, deux conférences et un symposium (Industrialisation de l'industrie de la construction : cours donné à Washington University, St Louis) », *Industrialisation forum*, vol. 1, n° 2, Janv. 1970, p. 45.

¹⁹⁷ BLACHERE, « Technologies de la construction (...) », *op.cit.*, p. 4.

« Ce mouvement [de l'industrialisation du bâtiment] s'est fait sur les deux fronts de la rationalisation , c'est-à-dire de l'économie de main-d'œuvre par la lutte contre les gaspillages et de la mécanisation, c'est-à-dire du remplacement de la main-d'œuvre par les machines »¹⁹⁸.

Pour Jean Ballardur (1965), la fabrication industrielle se caractérise de deux façons :

- Par la substitution de l'énergie humaine par l'énergie mécanique ;
- Par l'utilisation de « certaines méthodes de travail (planification des études, fabrication en série, montage à la chaîne) »¹⁹⁹

« En résumé, ce qui caractérise fondamentalement l'industrialisation, c'est moins la méthode d'organisation du travail (comme la plupart de gens le pensent) que l'emploi essentiel d'un outillage mécanique »²⁰⁰.

Ou bien l'opinion de Pilpoul en 1946 :

« Mais il ne faut pas en conclure que l'organisation rationnelle se confond avec la préfabrication qui n'est en réalité que l'aboutissement, ou suivant l'expression de M. Fougeolle, le 'cas particulier maximum' de l'industrialisation »²⁰¹.

Dans quel ordre sont classées préfabrication, mécanisation et rationalisation selon la définition de l'industrialisation ? La réponse dépend d'autres facteurs que ceux purement techniques. Mais dans le cas de la définition à quoi correspondent-ils ? C'est-à-dire, quels sont les facteurs de rationalisation ?

Pour Blachère (1965) il faut rationaliser, d'une part, l'action de tous ceux qui interviennent dans l'acte de construire : L'Etat, le client, l'architecte, le maître d'ouvrage, et, d'autre part, la méthode de travail : « Les méthodes de réalisation

¹⁹⁸ G. BLACHERE, J.G. TRIDON (dir.), « L'industrialisation du bâtiment », *Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II:1964- 1965)*, 10^{ème} année, n° 28, janv. 1966, p. 123.

¹⁹⁹ J. BALLADUR, « L'industrialisation du bâtiment », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 83.

²⁰⁰ Ibid.

²⁰¹ J. PILPOUL, « Nécessité de l'Industrialisation du Bâtiment », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, n° nov. 1946, p. 5. [Le souligné par l'auteur]

et d'organisation du chantier doivent aussi avoir été complètement définies par l'entrepreneur seul ou avec un bureau d'étude »²⁰².

La rationalisation se fait donc par le rapport entre l'emploi des matériaux nouveaux, l'utilisation des machines et l'organisation raisonnée des différentes étapes du processus de production de l'acte de bâtir. L'organisation englobe aussi bien l'organisation du travail et de l'entreprise que l'organisation du secteur tout entier de la construction. A cet égard, le taylorisme ou l'organisation scientifique du travail (OST) « son appellation savante »²⁰³, dans le secteur du bâtiment a eu des tentatives d'application dans notre période d'étude²⁰⁴ (Campinos-Dubernet, 1984²⁰⁵).

Le modèle taylorien est une référence pour la rationalisation de la construction dès l'entre-deux-guerres (Cinqualbre, 1991²⁰⁶). Le secteur du bâtiment tenait compte, par exemple, des méthodes de production industrielle d'obus pendant la guerre.

« Des contraintes identiques à celles qu'avaient connu [sic] l'industrie pendant la guerre, devraient, elles aussi conduire à ce même résultat : une main d'œuvre réduite en nombre et non qualifiée, autorise et impose tout à la fois, la taylorisation »²⁰⁷.

Cependant, Olivier Cinqualbre soutient que ces « méthodes à l'américaine », concernent alors davantage les techniques, les matériaux et les produits, que le travail et l'organisation. Le modèle en est l'usine et le travail à la chaîne. Ce n'est que vers les années trente que l'organisation du chantier est

²⁰² G. BLACHERE, « L'industrialisation du bâtiment en France », *Techniques et architecture*, 25e Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 94.

²⁰³ CINQUALBRE O., *Taylor au pied du mur. (Histoire de la rationalisation dans la construction)*. Rapport final de recherche pour la compte du Plan Construction Architecture du ministère de l'Équipement, du Logement, du Transport et de l'Espace. Paris: Association pour la Recherche et le Développement en Urbanisme (ARDU)/ Université Paris VIII, 1991. Lettre de commande no. 29, exercice 1987, p. 2.

²⁰⁴ Plus précisément pour Campinos-Dubernet (1984), la période où les conditions du secteur du BTP ont permis les tentatives d'application du taylorisme va de 1950 à 1968-1970, avant de se heurter à un échec ; dans une deuxième période (1970-1980) où le secteur rentre en crise et la rationalisation prendre une forme « néo-taylorienne ». M. CAMPINOS-DUBERNET, « La rationalisation du travail dans le BTP: des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme », p. 211-221, in MONTMOLIN M. et PASTRE O., *Le taylorisme*. Paris: La Découverte, 1984, p. 212.

²⁰⁵ M. CAMPINOS-DUBERNET, « La rationalisation du travail dans le BTP: des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme », p.211-221, in M. MONTMOLIN et O. PASTRE, *Le taylorisme*. Paris: La Découverte, 1984.

²⁰⁶ CINQUALBRE, *op.cit.*

²⁰⁷ *Ibid.*, p. 5-6.

prise en compte, comme le prouve Cinqualbre, avec la simultanéité des textes s'y référant. Enfin, dans l'après Deuxième Guerre mondiale, un autre terme remplace celui de rationalisation : l'industrialisation.

« Le Bâtiment est donc lancé dans son industrialisation, quand l'OST se généralise dans l'industrie, qu'elle s'épanouit au soleil rayonnant des Trente Glorieuses, avant de connaître, dans les années soixante-dix, contestations et crise de modèles »²⁰⁸.

Pour la période d'après 1945, Cinqualbre laisse entrevoir l'hypothèse, basée sur l'observation des textes mobilisateurs, selon laquelle la mécanisation sur les chantiers, bien que concomitante des instructions de l'OST pour le bâtiment, restait retardataire. C'est le même cas, peut être, pour les méthodes d'organisation des chantiers, dont la théorie, selon quelques auteurs, a eu une grande diffusion, mais non la pratique. Yves Aubert (1971) signale par exemple que la méthode PERT, modèle basé sur des activités optimales, n'était pas utile pour la construction, du fait de la méconnaissance des tâches ainsi que d'un manque de prévisions ; « [...] il s'agissait là d'amusements polytechniques pour jours pluvieux »²⁰⁹, écrit-il.

Avec ce préambule, nous pourrions avancer que l'industrialisation du processus de production du bâtiment implique au moins deux variables – dépendantes ? De quoi ? -, qui sont : la mécanisation et la rationalisation. Elles participent au sein de l'organisation du processus de production préfabriqué dans la totalité du processus de production et dans chacune de ses parties.

Industrialisation du produit

L'industrialisation du produit est faite à l'échelle de l'élément ; la production du préfabriqué n'étant qu'une part du processus de l'industrialisation. En fait, il y a deux types d'industrialisation par rapport à la manière de produire et d'utiliser les éléments de construction : à l'usine et au chantier. Il peut donc y avoir des produits préfabriqués et industrialisés dont l'assemblage au chantier pouvait ne pas être mécanisé. De même, il existe au chantier des cas de mécanisation

²⁰⁸ *Ibid.*, p. 8.

²⁰⁹ AUBERT, « Le bâtiment peut devenir (...) », *op.cit.* p. 100.

importante sans utilisation d'éléments préfabriqués-industrialisés. C'est le cas du type de construction dit « traditionnel évolué ». Dans la première configuration, il y a une industrialisation du produit ; dans la seconde, une industrialisation du processus de production est réalisée sur le chantier.

La préfabrication, comme nous l'avons dit dans le premier chapitre, peut avoir lieu soit à l'usine soit dans un atelier forain près du chantier. Dans un cas comme dans l'autre, la production des éléments est effectuée prioritairement par des machines. Or, quelles sont les conditions nécessaires pour qu'un élément préfabriqué soit produit par des machines donc industrialisé?

Série

Pour Balency-Bearn (1965), la série est « la clé de l'industrialisation »²¹⁰. La série est restée le paramètre qui permet l'amortissement de la mécanisation. Le développement de la mécanisation et de l'automatisation dans la période d'étude reposait ainsi sur la recherche de la série.

« [...] Cette particularité de la fabrication industrielle implique, dans l'état actuel de la technique, une conséquence importante pour l'objet produit : il doit être de série »²¹¹.

Le fait de produire des objets identiques ou différents dépend des possibilités offertes par les machines. Toutefois, l'effet de la répétition, tel que le signale Balladur (1965) présente des avantages considérables : rapidité de fabrication, diminution des coûts, augmentation de la qualité acquise par l'expérience de la répétition²¹².

« Certes, l'emploi des machines de fabrication et de montage suppose un investissement important. Pour s'amortir dans des conditions financières acceptables, cet investissement nécessite la répétition d'un certain nombre d'ouvrages semblables pendant un certain temps »²¹³.

La relation de la série avec les possibilités d'industrialisation est clairement illustrée par une anecdote qui raconte Marcel Lods (1957) :

²¹⁰ A. BALENCY-BEARN, « Industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 104.

²¹¹ BALLADUR, *op.cit.*, p. 83.

²¹² *Ibid.*

²¹³ *Ibid.* p. 84.

« Un concours entre architectes eut lieu, il y a quelques années pour établir un projet d'École Usinée. J' avais produit en collaboration avec Reverdy (di recteur de l a m aison Douzille, concessionnaire des brevets Bristol), le dossier d'un bâtiment susceptible d'être monté intégralement en pièces préfabriquées. [...] [Les] compliments terminés, je posais la question : alors ? On me répondait qu'on allait nous commander « une classe » sous cette seule condition que ladite classe ne coûtât que le prix fixé pour la même en traditionnel... C'était fou... J'entrepris d'exposer qu'il y avait deux solutions susceptibles à une réussite : A) Commander d'emblée une centaine de classes ; B) Payer celle qu'on voulait commander à un seul exemplaire plusieurs fois sa valeur »²¹⁴. La pétition refusée, le dossier a été archivé.

Cependant, la répétition souhaitée n'est pas fortuite. Elle pourrait être le résultat de diverses données pour devenir une réalité.

Standardisation

La série pourrait être le résultat d'une standardisation. Le standard et le module sont les fers de lance de l'architecture moderne. Les constructeurs de cette architecture, Gropius, Le Corbusier, Mies Van Der Rohe, et bien d'autres architectes, ont prôné une architecture de répétition basée sur la composition de modules scientifiquement définis. Bien plus, la répétitivité des éléments ou ensembles en architecture avait été exprimée par Viollet-le-Duc comme une nécessité de rationalisation de la construction. Or, ces chapitres de l'histoire de l'architecture mettent en évidence le sens de la relation entre machine et architecture. Que ce soit la machine qui conditionne l'architecture ou, a contrario, l'architecture qui conditionne la machine, dans tous les cas, dans le discours de la période étudiée, c'est bien la machine qui précède.

L'idée de standardisation, à la base, consiste à décomposer les activités, les besoins, et même l'esprit des gens, puis à les analyser et à les quantifier, dans le but de trouver mathématiquement une moyenne, permettant l'élaboration des solutions spatiales réunies en quelques types. La notion de « standard » repose sur les grands principes de l'architecture fonctionnaliste où, à chaque niveau d'intervention sur le cadre bâti, correspond un ensemble de besoins, parfaitement délimités donc « standardisables ». La création de normes - la *normalisation* - principalement des dimensions, associées aux types, donne lieu

²¹⁴ M. LODS, « Le problème, produire industriellement les bâtiments, dessiner le pays », *Techniques et architecture*, 17^{ème} série, n° 5, nov. 1957, p. 73.

à une nouvelle notion : la « typification », c'est-à-dire le choix de types normalisés ou prioritaires à la normalisation. Cette notion est fondamentale pour la préfabrication à toutes ses échelles (élément, bâtiment, ville).

Bernard Lafaille (1950), un des « constructeurs du système », soutient que tous les « facteurs circonstanciels » de la construction peuvent être estimés, donc contrôlés, par des méthodes mathématiques.

« Le simple raisonnement est inefficace pour suivre ces variations [indépendantes et simultanées] et faire notre choix, alors qu'un système d'équations simultanées peut caractériser les positions relatives de ces facteurs circonstanciels, leurs influences chiffrées, et donner une solution même quand tous les facteurs varient à la fois »²¹⁵.

Il applique cette méthode d'analyse à la recherche systématique d'un parti de construction d'un bâtiment scolaire.

Les idées de prévision scientifique, avec les méthodes proposées de recherche opérationnelle, comme la méthode PERT, par exemple, sont celles qui, en aval, résultaient d'une standardisation. Cependant, en amont, une autre phase prend place dans le parcours de l'industrialisation du bâtiment : la normalisation.

Normalisation

A toutes les échelles, des normes sont nécessaires pour faire des produits standards. Les trois organismes principaux responsables de la mise en place de ces moyens, dans le contexte de contrôle de l'Etat, sont le Comité d'organisation du bâtiment et des travaux publics (COBTP, créé en août 1940), au sein duquel est créé le Bureau de normalisation du bâtiment et des Travaux publics (BNBTP) (en 1941), l'Association française de normalisation (AFNOR) (créée en 1926), et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) (créé en 1948)²¹⁶.

²¹⁵ LAFAILLE, B. « Choix mathématique des dimensions des biens et des services. Application au Bâtiment », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950.

²¹⁶ G. LAMBERT, V. NEGRE (sous la dir.), *Ensembles urbains, 1940-1977. Les ressorts de l'innovation constructive*. Rapport réalisé dans le cadre de l'axe de recherche « Technique, territoire, architecture » du CDHTE pour la Direction de l'Architecture et du Patrimoine, Sous Direction de l'architecture et du cadre de vie, bureau « création architecturale, paysage et cadre de

Dans l'ordre chronologique, les actions engagées par les institutions publiques portent, d'abord, sur les dimensions et la qualité, ensuite sur la compatibilité. Le besoin de normes, dans le discours, est intrinsèque à l'industrialisation du bâtiment. « La normalisation de la construction, condition de son industrialisation »²¹⁷, expose en 1971, le chef de la division du bâtiment et travaux publics à l'Association Française de Normalisation²¹⁸, André Gigou.

Pour définir la normalisation Henri Grosborne, vice-président du bureau de normalisation de l'Ordre des architectes (1945) cite « l'ingénieur général Salmon », qui indique que normaliser consiste à:

« - Spécifier, c'est-à-dire définir les matières et les produits terminés, [...];

- Unifier, c'est-à-dire fixer, pour la fabrication d' un produit déterminé, les cotes, les tolérances, les méthodes de fabrication et de contrôle [...];

- Simplifier, c'est-à-dire éviter, toutes les fois qu'on le peut, la coexistence de modèles répondant à un même but, différant très peu les uns des autres, mais empêchant par cette coexistence la possibilité de travailler en série et d'économiser de la matière et du temps »²¹⁹.

Ces trois buts, dans la création puis l'évolution de l'industrialisation du bâtiment, sont recherchés, codifiés et normalisés sur deux fronts : la qualité et la dimension.

vie ». Paris: Conservatoire National des Arts et Métiers, Centre d'histoire des techniques et de l'environnement (CDHTE), 2009, p. 61.

²¹⁷ A. GIGOU, *Normalisation et recherche dans le domaine de la construction civile*. 5e Congrès du Conseil International du Bâtiment pour la recherche, l'étude et la documentation (CIB) (De la recherche à la pratique, le défi de l'application) Paris-Versailles, 1971. Rotterdam: CIB, 1971, p. 328.

²¹⁸ Lors du 5^e Congrès du CIB, M. Clarke, chef du département de construction de la *British Standard Institution* à Londres remarque l'importance de la participation française dans la normalisation internationale : « La France, par l'entremise de l'AFNOR et des efforts de M. André Gigou, joue le rôle principal parmi ces quelques pays européens qui assument des secrétariats ISO et CEN dans le domaine de la construction immobilière ». M. CLARKE, *Les normes, moyen primordial pour l'application de la recherche*. 5^e Congrès du Conseil International du Bâtiment pour la recherche, l'étude et la documentation (CIB) (De la recherche à la pratique, le défi de l'application) Paris-Versailles, 1971. Rotterdam: CIB, 1971, p. 344.

²¹⁹ H. GROSBORNE, « Où en est la normalisation en France? », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n^o hors série (L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction), nov. 1946, p. 40.

Datant de 1946²²⁰, un outil de normalisation, embrassant les deux aspects, qualité et dimension, est impulsé par le Bureau de normalisation de la Reconstruction (BNR). C'est le « Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du Bâtiment (REEF) »²²¹. Il comprend, les documents techniques (de conception, d'étude et d'exécution), et les normes françaises concernant le bâtiment. Bien que par la suite, ce document soit dépassé puis remplacé, il considère explicitement parmi ses objectifs l'industrialisation des éléments du bâtiment. Ainsi, ce document indique :

*« L'industrialisation de la Construction ne peut se concevoir sans la normalisation qui définit du point de vue dimensions et qualités, les éléments et ensembles à réaliser. [...] »*²²².

Ce document de normalisation regroupe les points de vue des différents acteurs concernés :

*« Les documents du REEF, établis par le Service des études du Ministère, sont conçus, mis au point et homologués avec le concours des organismes suivants : grandes administrations de l'Etat ; AFNOR²²³ ; Ordre des Architectes ; laboratoires centraux ; organismes de contrôle SECURITAS et VERITAS ; Comités, offices et groupements professionnels ; compagnies concessionnaires de distribution ; bureaux techniques et spécialisés »*²²⁴

Ensuite, les documents de normalisation sont étudiés et considérés séparément ; d'une part, ceux concernant les dimensions, d'autre part, ceux se rapportant à la qualité.

Pour la normalisation qualitative, c'est-à-dire pour la recherche ou bien pour le choix de meilleures caractéristiques des matériaux ou des éléments, un système d'agrément est créé depuis octobre 1945. L'agrément provisoire des matériaux et des procédés de construction « non traditionnels » est délivré sur

²²⁰ MINISTERE DE LA RECONSTRUCTION ET DE L'URBANISME, *REEF Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du bâtiment (Tome I. Matériaux et Tome II. Comment ?)*. Paris, 1946. p. N.

²²¹ H. GROSBORNE, *op.cit.* p. 41.

²²² CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (éd.), *Documentation technique sur la construction immobilière (REEF Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du bâtiment), Généralités*. [1ère publication : 1946]. Paris: CSTB, 1949. Tome I, p. I-XXI

²²³ Association française de Normalisation.

²²⁴ P. ROGER, « Les services techniques du MRU et l'Industrialisation du Bâtiment (IV. Le REEF) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 68.

décision du ministre de la Reconstruction et de l'Urbanisme²²⁵ sur proposition du Service des études de la Construction, compte tenu de l'avis d'une Commission d'examen à laquelle participent les différents acteurs de la construction²²⁶. Comme le décrit Paulin Roger (1946), chef du Bureau des agréments techniques du Service des études de la construction du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme, le but de l'agrément est de déterminer les conditions d'application des matériaux et des procédés nouveaux :

« [...] l'agrément peut se définir et simplement par son but: déterminer dans quelles conditions et sous quelles réserves un système nouveau peut être utilisé sur les chantiers relevant du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme »²²⁷.

Depuis 1948, c'est le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), qui est statutairement chargé de délivrer pour l'ensemble des départements français, l'agrément technique²²⁸. C'est le CSTB qui dorénavant coordonne et attribue une appréciation de l'aptitude à l'emploi de matériaux, procédés et équipements qui lui sont présentés. L'aptitude, au départ s'attache à la mise en œuvre des matériaux et procédés, puis progressivement prend en compte la sécurité, l'habitabilité et la durabilité d'un bâtiment. Au fil du temps, elle devient une importante appréciation de qualité, condition restant cependant, en arrière plan dans notre période d'étude. Lors du quatrième congrès du CIB (1968), Gérard Blachère, alors directeur du CSTB, concernant l'agrément, signale : « *Recognition of the quality of materials and new building systems is part and parcel of appreciation of the quality of building* »²²⁹. En 1969, l'agrément

²²⁵ Décision ministérielle du 8 octobre 1945. L'agrément provisoire est une procédure intermédiaire de portée technique et de durée généralement d'un an. Il autorise « à titre d'essais et de mise au point, la mise en œuvre, dans des conditions déterminées, des systèmes techniquement satisfaisants et théoriquement viables ». *Ibid.*, p. 65

²²⁶ A la Commission participaient les Directeurs de laboratoires, d'organismes de contrôle (Bureau Sécuritas, Véritas), les représentants des syndicats, des représentants de l'AFNOR, des ingénieurs, des architectes.

²²⁷ P. ROGER, « Les services techniques du MRU et l'Industrialisation du Bâtiment (III. L'agrément provisoire des matériaux nouveaux et des procédés de construction non traditionnels) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 65.

²²⁸ P. ROGER, *Le système de l'agrément en France. Exemple dactylographie en français pour le deuxième congrès du CIB (Innovation dans le bâtiment)*. Cambridge, Session 4, 8-10 Sept. [UDC 69.001.3 (44)] 1962, p. 1. Et, versions en anglais : P. ROGER, *The acceptance system in France*. Contributions at the second CIB congress (Innovation in building) Cambridge, 1962. Amsterdam/New York: Elsevier publishing company, 1962. 102-7 p.

²²⁹ G. BLACHERE, *The Agrément system*. Contributions and discussions at the fourth CIB congress of the International council for building research, studies and documentation. (Building cost and quality) Ottawa, Canada and Washington DC, USA, 1968. Rotterdam: CIB, 1969, p. 139.

est remplacé par les Avis Techniques, « [Ils] sont l'outil d'une politique de la qualité pour les produits innovants dans le bâtiment »²³⁰.

L'agrément technique « n'est pas une autre chose qu'une appréciation technique », signale Roger. Ainsi, il n'est pas obligatoire et n'a en lui-même aucune valeur administrative ; il ne constituait pas non plus une autorisation ou une garantie. Cependant, depuis les premiers agréments donnés lors des travaux de la Reconstruction, ce document a une importante reconnaissance, aussi bien auprès des exécutants que du public. Ainsi, bien que l'agrément n'ait jamais été rendu obligatoire, la référence à ce document se généralise au point qu'aucune technique nouvelle ne peut se développer sans son obtention²³¹.

« Si les services publics, les compagnies d'assurances, les organismes constructeurs, les architectes peuvent dire qu'ils n'admettent que les objets nouveaux ayant reçu l'agrément du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, ils restent libres de leur décision: l'agrément n'ayant pas, par essence, d'autre valeur que celle qu'il convient de donner à un avis particulièrement autorisé »²³².

Afin d'éliminer les barrières entre pays en unifiant les différents règlements et normes, le système d'agrément s'étend à l'Union Européenne²³³. « A Madrid, en octobre de 1960, ont été arrêtés les statuts de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc) »²³⁴. Le Comité Européen de Normalisation (CEN) est créé aussi dans les années 1960, mais il semble (au moins au cours de cette décennie) que chaque organisation réagit individuellement ; « dans le but d'assurer une continuité entre l'Agrément et la normalisation », signale l'UEAtc, un première approche est établie en 1962, mais « on aboutit à ce moment à la conclusion que l'Agrément constituait un concept nouveau, fondamentalement différent des notions de base de la normalisation »²³⁵.

²³⁰ L. CHABREL, « La situation des techniques innovantes », in P. CHEMILLIER et L. CHABREL, « Les évolutions technologiques : bilan et perspectives », *Cahiers du CSTB*, n° 1757, mars 1982, p. 53.

²³¹ P. ROGER, « Le système de l'agrément... », *op.cit.* p. 1-9.

²³² Ibid. p. 1.

²³³ G. BLACHERE, "The development (...)", *op.cit.*, 313-5 p.

²³⁴ P. ROGER, « Le système ... », *op.cit.* p. 9.

²³⁵ *Histoire de l'UEAtc*, France, n.d. p. 8.

Du côté des dimensions, Pol Abraham (1946) signale que les antécédents de normes de modulation remontent aux années 1943 et 1944 quand le Commissariat à la Reconstruction commanda une recherche sur les dimensions préférentielles de blocs : croisées, portes, cages d'escaliers ; de portées de planchers, de fermes de combles, de pentes de toitures, etc.²³⁶ La recherche porte sur des données statistiques relatives aux cotes préférentielles dans les projets présentés par les architectes. Ici, « L'expérience démontre que dans les divers échelonnements modulaires certains cotes préférentielles apparaissent naturellement »²³⁷. Cependant, ce n'est que la Société des Architectes Diplômés par le Gouvernement, en collaboration avec l'Association Française de Normalisation (AFNOR), qui aboutit à la notion de *normalisation modulaire*, remarque Abraham.

Dès 1942, la norme NFP 01.001 est homologuée, ses principes consistaient à assurer « 1° « La cohérence dans la normalisation dimensionnelle du Bâtiment ; 2° La coordination des corps d'état de la mise en œuvre, notamment pour l'emploi d'éléments préfabriqués »²³⁸. Elle consiste donc à donner une directive dimensionnelle, pour toutes les dimensions du bâtiment et de ses parties, et dans les trois dimensions de l'espace : « [...] Le choix du « module » c'est-à-dire de la commune mesure dépend des dimensions intrinsèques de la portion de bâtiment envisagée »²³⁹. La norme NFP 01.001 établit la base de 10 cm.

« [...] les côtes nominales, définies par les normes particulières, pour les dimensions des parties, éléments et matériaux de construction, doivent être des multiples du module 10 cm ou au moins de ses sous-multiples 5 cm ou 2,5 cm »²⁴⁰

Il semble que cette norme ait été suffisante pendant les années où la préfabrication fermée dominait le marché de la construction du bâtiment. Cependant, l'évolution de la préfabrication vers l'ouverture implique des interactions entre différents fabricants, d'où le besoin de normes pour diriger ces

²³⁶ P. ABRAHAM, *Architecture préfabriquée*. Dunod, 1946, p.115.

²³⁷ M. MARINI, « Architecture et préfabrication (Exposé du 20 juillet 1945) », *Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 160, ? 1945, p. 4.

²³⁸ *Norme Française NF P01.001*. Archive du CSTB [1951]. [Le souligné par l'auteur]

²³⁹ ABRAHAM, *op.cit.*, p. 12.

²⁴⁰ *Norme Française NF P01.001. op.cit.*

relations. Parmi les premiers accords en faveur de la préfabrication ouverte, pour la coordination de dimensions, est établie la norme française NF P01-101.

« La convention générale dimensionnelle est établie de puis juillet 1964; c'est la norme française NF P01-101 qui, sur la base du multimodule de 30 cm horizontalement et 20 cm verticalement, définit les dimensions de tous les ouvrages et grands éléments de la construction »²⁴¹.

L'histoire de la coordination dimensionnelle est concomitante à celle de l'industrialisation ouverte²⁴². Gigou, expose dans le 5^{ème} congrès du CIB (1971) : « La coordination dimensionnelle, clé de la normalisation »²⁴³. Et Gérard Blachère, dans le même congrès, commence son exposé en remarquant l'importance des normes de coordination, qui par ailleurs datent déjà depuis quinze ans : « La coordination modulaire est bonne, buvez-en (*Modular coordination is good, drink it !*) »²⁴⁴. D'autres normes ont succédé²⁴⁵ à la norme NF P01-101 s'attachant à palier les problèmes posés par la coordination des réseaux.

« Toutefois un problème se pose alors. La technique peut-elle concevoir des éléments construits par des fabricants différents et qui cependant puissent s'assembler entre eux et faire un ensemble qui ne soit pas disparate ? Certains le pensent. Nous ne le croyons pas. Tant que le progrès des machines électroniques et des services correspondants n'auront pas créé une nouvelle technique des bordereaux d'établissement d'un bâtiment entier, une simple coordination modulaire sera insuffisante pour homogénéiser des fabrications venues d'horizons différents »²⁴⁶.

B. Industrialisation et architecture

L'industrialisation du bâtiment est, quoi qu'il en soit, un fait dans l'architecture. L'industrialisation du bâtiment à ce titre est aussi un mouvement, qui, dans l'histoire de l'architecture, résulte non seulement des changements techniques et des méthodes de production, mais aussi des pensées.

²⁴¹ G. BLACHERE, J.G. TRIDON (dir.), op. cit., p. 127.

²⁴² Voir 1.1.

²⁴³ M. GIGOU, op. cit., p. 339.

²⁴⁴ G. BLACHERE, *La coordination dimensionnelle et les chances du « système ouvert »*. 5^{ème} Congrès du Conseil International du Bâtiment pour la recherche, l'étude et la documentation (CIB) (De la recherche à la pratique, le défi de l'application) Paris-Versailles, 1971. Rotterdam: CIB, 1971, p. 355.

²⁴⁵ Par exemple l'ACC a publié les Conventions générales de coordination, en 1977.

²⁴⁶ BALLADUR, op. cit., p. 84.

D'emblée, nous partageons le fait que :

« L'architecture suit le mouvement général, confrontée à une demande écrasante de valeurs d'usage nouvelles. La plupart des solutions proposées ont déjà été explorées avant la Seconde Guerre mondiale, mais l'extension de la demande crée une situation inédite. L'architecture moderne va pouvoir se déployer à une échelle jamais entrevue [...] »²⁴⁷.

La période d'entre-deux-guerres

Un rapport du Conseil à la décision et à la réalisation en aménagement urbain, rural (CORDA) et régional et l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, montre comment les grands « principes d'action » qui ont soutenu l'industrialisation du bâtiment des années 1960 ont leur origine dans la période de l'entre-deux-guerres : production de masse, en série, standard. C'est entre 1919 et 1929 qu'en trois phases, ces principes ont été dégagés²⁴⁸.

La première phase (1919 à 1929), période de recherche et d'expérimentation, est celle où les pionniers de la préfabrication (Le Corbusier, Perret, Sauvage, Prouvé) matérialisent les principes par l'utilisation d'éléments standardisés, par la construction de maisons en série, en usine et à la chaîne²⁴⁹. Pour le CORDA, les projets de cette période sont conçus comme un manifeste :

*« Le but : le bon marché.
Les moyens : le ciment armé.
La méthode : la standardisation, l'industrialisation, taylorisation.
Structure : une seule poutre de ciment armé [...]
Division des équipes : chaque équipe exécute le même travail »²⁵⁰.*

Dans la deuxième période (1929 à 1933), il y a eu « une évolution des conceptions » et « des expérimentations plus nombreuses ». A l'exposition du

²⁴⁷ J. ABRAM, G. MONNIER (dir.), *L'architecture moderne en France (Tome 2: Du chaos à la croissance, 1940-1966)*. Paris: Picard, 1999, p. 19.

²⁴⁸ CONSEIL A LA DECISION ET A LA REALISATION EN AMENAGEMENT URBAIN RURAL ET REGIONAL (CORDA), ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES (ENPC), *Evolution historique des concepts en matière d'industrialisation de la construction (1919-1970)*. Bagneux: CODRA, 1979.

²⁴⁹ Le Corbusier construit la maison Domino (par éléments standardisés), la Maison Citrohan (dite la Maison-automobile), la maison des avions Voisin (construction de maisons comme des avions, en série). Perret propose une maison en série. Sauvage envisage des cellules usinées à la chaîne. Il construit, en France (à Paris, rue des Amiraux), la première unité d'habitation avec des éléments préfabriqués. Prouvé réalise des maisons métalliques usinées.

²⁵⁰ CODRA, *op.cit.*, p. 18.

salon des arts décoratifs de 1930 à Paris est mise en exergue la méthode fordiste, la construction normalisée et l'importance de l'uniformité²⁵¹. Durant cette période, la construction en acier et le principe du « montage à sec » l'emportent sur la standardisation, l'industrialisation et la taylorisation ; le but, toujours la série, et les moyens : étude poussée du projet et établissements de plannings détaillés d'organisation du chantier.

Finalement, la troisième période (1934-1939), d'une façon inattendue, ne verra pas la concrétisation de ces principes, mais seulement des applications à petite échelle²⁵². « D'une certaine façon pour les architectes et ingénieurs novateurs de l'époque, cette période marque donc un retour à l'expérimentation sur une petite échelle sous faible contrainte »²⁵³. Dans le domaine du béton, de nombreux procédés utilisent des éléments préfabriqués en grande dimension, principalement pour les murs. Dans le domaine de l'acier, des firmes apparaissent pour des maisons métalliques entièrement réalisées en usine, telle la firme Fillod.

« S' il fallait résumer d' une phrase l' évolution des idées en la matière, il suffirait de dire que l' industrialisation de la construction est née entre les deux guerres mais a été entièrement noyée dans les conflits, combats et contradictions qui ont traversé la France (et d'autres pays) dans la période »²⁵⁴.

Architectes et ingénieurs

Le passage de la conception de l'architecture « art » à l'architecture « utile » a été fortement impulsé par l'architecte suisse Charles-Édouard Jeanneret-Gris (Le Corbusier). Il a orienté l'axe de la production architectonique et urbaine vers l'utilité, à travers la fonction, de la production en masse en relation avec le développement des activités productives. Dans son livre : *Vers*

²⁵¹ Notamment par la Cité Kiefhoek du J.J.P. Oud à Rotterdam. En France, à cette époque E. Beaudoin et M. Lods expérimentent le principe de tour-barre à ossature métallique à la cité de la Muette à Drancy (850 logements).

²⁵² Club d'Aviation de Roland Garros (architectes : E. Beaudoin et M. Lods, ingénieur : J. Prouvé) ; Maison du peuple de Clichy (architectes : Beaudouin et Lods, constructeur : Prouvé et ingénieur V. Bodiansky). Symboles de l'industrialisation du bâtiment en France.

²⁵³ CODRA, *op.cit.*, 1979, p. 25.

²⁵⁴ *Ibid.*, p. 27

une architecture (1923)²⁵⁵, il présente des analogies de l'habitation avec des avions, des automobiles et des paquebots. « La maison est une machine à habiter »²⁵⁶ et « Il faut construire des maisons comme des automobiles » disait-il.

Pour l'ingénieur Pierre Chemillier, l'architecture moderne a joué un rôle très important dans la démarche scientifique de l'industrialisation du bâtiment par « la prise de conscience » de la part des architectes des lois des matériaux et de l'inclusion dans les nouveaux programmes des besoins sociaux²⁵⁷.

Après la génération des pionniers de la préfabrication²⁵⁸, pour Joseph Abram (1999), une deuxième génération d'architectes issus du mouvement moderne des années trente, qui s'affirmeront plus tard par de grandes commandes après la Seconde Guerre mondiale, comme celles des grands ensembles et des grands équipements, sont, entre autres²⁵⁹ : André Lurçat²⁶⁰, Eugène Beaudouin²⁶¹, Marcel Lods²⁶², Georges-Henri Pingusson²⁶³, Jean Ginsberg. Enfin, une troisième génération de modernes, « [...] qui s'enthousiasment pour les idéaux de la charte d'Athènes et des CIAM »²⁶⁴, participera à la construction massive et à la construction de grands équipements nationaux, après la période de la Reconstruction. Pour ne citer que quelques-uns des architectes de cette génération, parmi ceux cités par Abram et que nous reverrons par la suite, prenons : Jean Dubuisson, Guy Lagneau, André Wogensky, Pierre Dufau, Fernand Pouillon, Raymond Lopez, Emile Aillaud.

²⁵⁵ LE CORBUSIER, *Vers une architecture*. [1er éd. 1923]. Paris: Flammarion, 1995.

²⁵⁶ Slogan attribué aussi à Frank Lloyd Wright et à Walter Gropius.

²⁵⁷ P. CHEMILLIER, *Sciences et bâtiment (La démarche scientifique appliquée à la construction)*. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 1986, p. 16.

²⁵⁸ Voir introduction générale.

²⁵⁹ J. ABRAM, G. MONNIER (dir.), *op.cit.*, p. 66.

²⁶⁰ En 1930, il remporte le concours pour le groupe scolaire Karl-Marx à Villejuif, considéré comme son chef d'œuvre.

²⁶¹ Beaudouin remporte en 1951 le concours de la cité Rotterdam à Strasbourg, l'un des premiers grands ensembles.

²⁶² « Il met au point avec des architectes plus jeunes (Paul Depondt et Henri Beauclair) et avec des sociétés industrielles (l'Aluminium Français, Saint-Gobain, Péchiney), un système métallique complet –le procédé GEAI- qu'il teste à Rouen sur des programmes de plusieurs centaines de logements ». ABRAM, J., MONNIER G. (dir.), *op. cit.* p. 89-90. Aussi, Lods et Beaudouin en collaboration de l'ingénieur Freyssinet construisent « la première expérience française de logements bon marché intégralement préfabriqués », la cité de « Champ des oiseaux » (1931-1932) à Bagneux. M. RAGON, *op. cit.*, p. 187.

²⁶³ Il construit le groupe scolaire de Briey-en-Forêt (1960-62) et un groupe scolaire (rue de la Belle-Feuille, à Boulogne-Billancourt (1963). ABRAM, J., MONNIER G. (dir.), *op.cit.*

²⁶⁴ ABRAM, MONNIER (dir.), *op. cit.* p. 93.

Bien que la participation de tous ces grands architectes soit très importante dès l'entre-deux-guerres (Vénard,1983²⁶⁵) : « A partir des années cinquante ce sont des ingénieurs qui ont pris à leur compte la politique d'industrialisation du bâtiment »²⁶⁶. Les grands ingénieurs de l'Etat, qui se sont succédés à la direction de la Construction : Spinetta, Blachère, Aubert, Lion, parmi d'autres, ont largement participé à l'idéologie de ce mouvement : « Seule l'industrialisation permettra de construire mieux, plus vite et moins cher », disent-ils.

Les buts de la construction pendant l'entre-deux-guerres sont donc les mêmes que ceux de la période postérieure à la Seconde Guerre mondiale : produire en masse, vite et à moindre coût. Les moyens proposés par les *constructeurs du système* sont basés couramment sur leur analogie avec les secteurs de pointe de l'industrie, dont l'automobile et l'aviation. Les concepts développés font appel à la mécanisation pour résoudre les problèmes de main d'œuvre, notamment par la division du travail en tâches répétitives. Les potentialités de l'interchangeabilité des produits, comme pour les pièces automobiles, attirent énormément l'attention de constructeurs du système. Mais cette transformation suppose d'abord une standardisation étudiée pour être produite en série. Il s'agit enfin de rationaliser le processus de production par l'utilisation des méthodes scientifiques de l'organisation.

Les paramètres ainsi décrits dans ce chapitre (normalisation, standardisation, série, ...) sont les « utopies » issues de l'entre-deux-guerres qui se verront estompées – par les spécificités du secteur du bâtiment ? -, plus tard, par la construction de masses, après la Seconde Guerre mondiale.

C. Les méthodes de l'industrie

La comparaison entre l'industrie du bâtiment et d'autres industries est restée, tout au long de l'histoire de l'industrialisation du bâtiment un modèle de production. « Pour industrialiser le bâtiment [...] il suffit d'examiner les méthodes utilisées dans l'industrie pour en retirer les enseignements nécessaires pour

²⁶⁵ J.L. VENARD, « L'industrialisation comme transformation permanente de l'acte de bâtir », in CENTRE GEORGES POMPIDOU (ed.), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.

²⁶⁶ *Ibid.*, p. 15.

réussir »²⁶⁷, expose Terny en 1965 pour le numéro spécial de la revue Construction sur *L'industrialisation du bâtiment*. Dans le même ordre, en 1971, Aubert, dans son livre *Le bâtiment peut-il devenir une industrie ?*, fait une analogie entre les phases de toute fabrication industrielle et celles de la production de bâtiments. De plus, plusieurs références que nous utilisons, montrent comment l'industrie, principalement de l'automobile, reste un exemple pour l'industrialisation du bâtiment.

L'analogie avec l'automobile

La production en série, étendue à la production automobile par Henry Ford, augmentera également l'intérêt envers les principes tayloriens, déjà séduisants pour le secteur du BTP dès l'entre-deux-guerres. Que cherche-t-on alors dans les industries, comme celle de l'automobile, qui attire autant l'attention des constructeurs du système de l'industrialisation du bâtiment ?

Ce sont d'abord les méthodes de conception de la production. Terny (1965)²⁶⁸ et Aubert (1971)²⁶⁹ convergent méthodologiquement pour trouver chez les industriels de l'automobile, ces méthodes de production et pour les transposer dans les méthodes de conception du bâtiment. Les grandes phases de la méthode de production de l'industrie, selon ces auteurs, sont :

- a) La recherche des besoins de la clientèle, ce qui correspond, pour le bâtiment, au programme.
- b) La définition d'un prototype (modèle). Pour le projet cette phase pourrait correspondre à celle de l'avant-projet défini par le cahier des charges.
- c) La décomposition du prototype pour confier les parties aux différents fournisseurs spécialisés ; en même temps qu'une étude de faisabilité du produit est réalisée. C'est une phase de synthèses pour assurer la « [...] cohérence à la fois dans la conception de l'objet et dans le processus d'exécution »²⁷⁰. Du fait qu'« Une collaboration étroite s'établit entre les

²⁶⁷ M. TERNY, « Pourquoi et comment nous devons industrialiser le bâtiment », Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I), Tome XX, no 3, mars 1965, p. 85-91.

²⁶⁸ *Ibid.*

²⁶⁹ AUBERT, « Le bâtiment peut devenir (...) », *op.cit.* p. 73.

²⁷⁰ *Ibid.* p. 73.

services des méthodes de fabrication qui étudient la production industrielle du véhicule et le bureau d'études qui continue la mise au point des prototypes »²⁷¹. Pour cette phase, ni Terny ni Aubert, ne présente, car elles sont introuvables, d'analogies avec le processus de production du bâtiment.

- d) L'exécution ou le lancement du produit sur la base d'un dossier complet du prototype retenu : « résultat des études approfondies et de nombreux essais »²⁷².

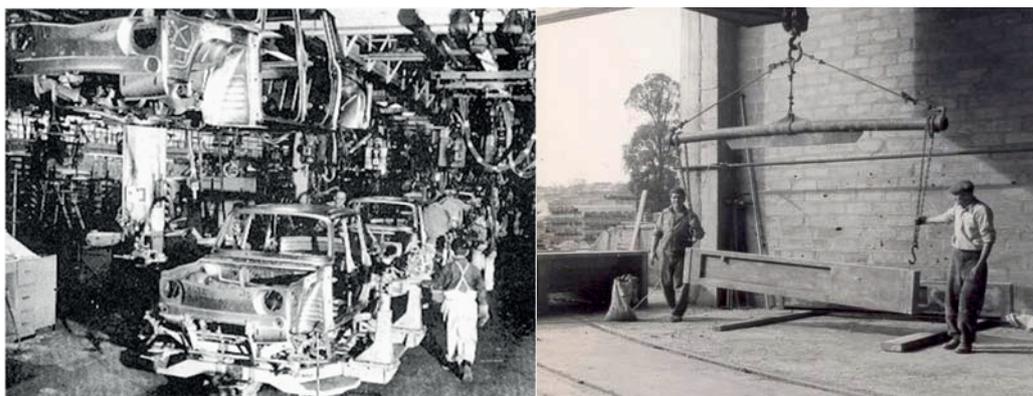


Figure 6. 1) Assemblage des carrosseries dans une usine d'automobiles, 2) Mise en stockage d'un moule de piédroit de trumeau terminé

Source : 1) M. TERNY, « Pourquoi et comment nous devons industrialiser le bâtiment », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 89. 2) Dossier Lafaille. Archive mort du CSTB [enregistré en mai 2007].

Avec ces analogies [Figure 6], Terny et Aubert essaient, pensons-nous, de montrer, dans la production du bâtiment, une rupture entre la relation de la conception du « produit bâtiment » et celle de la production industrialisée du bâtiment. De cette manière, la référence à l'automobile pour le bâtiment concernait principalement l'organisation de la production et ses effets de série, malgré les spécificités du bâtiment par rapport à l'industrie automobile. Marcel Lod, architecte, président de la Société des Architectes Préfabricateurs, atténuant ladite comparaison, signale que la voiture automobile en 1919 reste « une petite production, avec des moyens artisanaux [...] », et ce n'est pas cela qui l'empêcha de devenir plus tard une industrie de masses.

²⁷¹ TERNY, *op.cit.*, p. 90.

²⁷² *Ibid.*, p. 90.

« Faut-il rappeler que c'est grâce à lui [André Citroën] que nous avons tous des voitures puisque, bon gré mal gré, les autres constructeurs furent bien forcés de suivre et qu'actuellement ce n'est pas la voiture de série qui, du fait de son amélioration se rapproche de la voiture de luxe, mais ce sont les méthodes de fabrication des voitures de luxe que par des multiples points, se rapprochent de la fabrication des voitures de série »²⁷³.

Ensuite, l'analogie entre bâtiment et automobile fait référence, dans des périodes postérieures à la notre, à l'image de flexibilité du secteur automobile, malgré ses degrés de standardisation. La Toyota, par exemple, pour rester compétitive avec la Ford, a dû, dès 1940, innover dans ses méthodes de production en combinant les avantages du travail traditionnel avec ceux de la production de masse, évitant ainsi l'accroissement des rigidités imposées par le système d'usines (Gann, 1996). « *The result was the evolution of Toyota's lean production system which employed teams of multiskilled workers at all levels of the organisation and highly flexible, automated machines to produce volumes of products in enormous variety* »²⁷⁴. La General Motors, par le fait de l'application de couleurs différentes à ses voitures, cherchant ainsi la diversité, est un exemple, signale Gann, des possibilités que cette industrie peut apporter à celle du bâtiment.

Toutefois, les analogies demeurent floues. Peut-être, plus consistantes sont les spécificités du processus de production du bâtiment par rapport à celles des autres industries. Elles sont exposées par un autre groupe de penseurs du bâti, pour qui ces analogies sont plus respectables.

Les différences

Les écarts entre le secteur du bâtiment et celui d'autres industries manufacturières ont déclenché diverses études visant à expliquer l'évolution tardive du secteur du bâtiment. Campinos-Dubernet (1996), signale, avec étonnement, la similitude des considérations, dans différents pays, à propos de la spécificité du BTP. « Le BTP est considéré comme un secteur à part, la nature de

²⁷³ L. LODS, « A propos de la préfabrication », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 48.

²⁷⁴ D.M. GANN, « Construction as a manufacturing process? -similarities and differences between industrialised housing and car production in Japan », *Construction Management and Economics*, 1996. p. 10.

son activité justifiant l'ensemble de ses caractéristiques »²⁷⁵. Ainsi par différentes approches, dans différents pays mais aussi au cours de périodes différentes, et pour de nombreux auteurs, la spécificité du bâtiment en tant qu'objet à industrialiser, résulte de l'accumulation de plusieurs facteurs (Provisor, 1974 ; McCUTCHEON, 1992; Gann, 1996 ; Campinos, 1996²⁷⁶).

« C'est devenu un truisme de parler du retard du Bâtiment par rapport aux autres industries, retard à adopter le machinisme et ses méthodes qui ont permis à ces industries de compenser l'augmentation des salaires par celle du rendement »²⁷⁷.

Premièrement, la spécificité, d'ailleurs la plus fréquemment signalée, concerne le caractère foncier du bâtiment, c'est-à-dire, le lien inséparable du bâtiment au sol. De ce fait dérivent plusieurs conséquences qui creusent les écarts : difficultés dans le développement d'une économie de travail, de matériel, de transport ; bref, c'est un facteur qui empêche le développement d'une économie d'échelle. Conséquence extrême de cette spécificité : considérer que chaque bâtiment est une œuvre unique (dans sa conception et sa réalisation), par élargissement de la spécificité à la singularité de chaque terrain d'implantation, donc de chaque chantier.

« La totalité des techniques d'industrialisation du bâtiment répertoriées actuellement abolit le fait architectural. Inféodée à la notion d'objet, prônant l'exemple de la doctrine de la construction automatisable, l'industrie se penche sur l'architecture en détruisant son caractère spécifique et en lui imposant une définition technologique qui n'est pas de sa nature »²⁷⁸.

La singularité du sol, du chantier et du bâtiment entraîne différents niveaux d'analyse, se basant sur l'argument de l'impossibilité d'un modèle industriel, appliqué à l'acte de bâtir, où se croisent des enjeux techniques et architecturaux. Ce sont d'abord des facteurs techniques déterminant la singularité du terrain

²⁷⁵ Etude comparative menée par le CEREP de 1984 à 1988 réalisé en Allemagne, France, Grande Bretagne, Italie. M. CAMPINOS-DUBERNET, « Le BTP secteur spécifique? Une comparaison européenne », p.15-24, in PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (éd.), L'innovation en chantier (Cahier thématique, Chantier 2000). Paris-La Défense: PCA, 1996, p. 15.

²⁷⁶ H. PROVISOIR, *L'industrialisation dans le bâtiment. (Eléments pour un bilan critique)*. Paris: Ministère de l'équipement, Direction du bâtiment et des travaux publics et de la conjoncture (DBTPC), Université de Sciences Sociales de Grenoble, Institut de recherche économique et de planification (CEREP), déc. 1974 ; McCUTCHEON, *op.cit.* ; GANN, *op.cit.* ; CAMPINOS-DUBERNET, M., « Le BTP secteur (...) », *op.cit.*

²⁷⁷ PILPOUL, *op.cit.*, p. 4.

²⁷⁸ C. PARENT, « Réconciliation », *Techniques et architecture*, n° 148, fév.-mars 1970, p. 12.

d'implantation, comme, par exemple, les travaux, évidents sur le site : principalement, les fondations et raccordements aux réseaux techniques urbains ; puis, d'un chantier à un autre, les différents emplacements des chantiers déterminant les déplacements de matériaux, de matériel, de main d'œuvre. Toujours différents sont aussi les espaces de stockage et de manutention. De plus, les paramètres dimensionnels du bâtiment, associés aux conditions géographiques des chantiers, sont à l'origine de problèmes de transport propres à la préfabrication industrielle du bâtiment (McCUTCHEON, 1992²⁷⁹). Finalement, une différenciation est faite selon les bâtiments, par leur fonction et leur architecture.

« [...] le problème fabrication du bâtiment présente par rapport au problème fabrication industrielle de l'objet' différences essentielles, insuffisamment analysées et insuffisamment mises en vedette. L'objet industriel perfectionné est toujours fabriqué en un très grand nombre d'exemplaires identiques suivant un très petit nombre de types. Conséquence immédiate: possibilité d'amortir études et outillages coûteux... Ensuite le problème est limité à la seule 'fabrication'. L'objet est emballé, livré et tout s'arrête là. Pour le bâtiment, il en va tout autrement, il doit être monté à l'extérieur, fixé au sol –des sols divers, bien entendu- raccordé à l'eau, au gaz, à l'égout, à la voie publique »²⁸⁰.

Un autre paramètre de différenciation entre industrie et bâtiment existe : le rapport, dans l'objet fabriqué, entre le nombre d'éléments identiques à assembler (éléments préfabriqués) et le nombre de types identiques résultants (bâtiments). La complexité résultant de cette relation se pose quant à la taille, au nombre et à la diversité des composants que comporte le bâtiment. Jean Balladur (1965), architecte, argumente la complexité de cet « objet » que « les hommes habitent », par le nombre d'éléments rendu nécessaire par ses dimensions : « Un bâtiment fabriqué industriellement est donc toujours constitué par l'assemblage de plusieurs éléments de dimensions plus restreintes »²⁸¹. Selon Gann (1996), une voiture est assemblée avec environ 20 000 composants tandis qu'une maison pour être construite nécessite plus de 200 000 composants : « *Depending upon how parts are counted [...] »²⁸². C'est-à-dire que le bâtiment, par rapport aux autres industries, représente une très grande hétérogénéité de*

²⁷⁹ McCUTCHEON, *op.cit.*

²⁸⁰ M. LODS, « Vers l'industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 108. [Le souligné par l'auteur]

²⁸¹ BALLADUR, *op.cit.*, p. 83.

²⁸² GANN, *op.cit.*, p. 37.

travaux et de produits, fait, qui, selon Campinos-Dubernet (1996), est la cause du « faible degré de concentration de la branche »²⁸³.

Troisièmement, le rapport entre la série et l'économie du marché est aussi un facteur qui se pose différemment entre les industries traditionnelles et celle du bâtiment. En 1946, dans le numéro spécial du *Moniteur* : « L'industrialisation du Bâtiment et la Reconstruction », M. Pilpoul, ingénieur des Arts et Manufactures, expliquait la lente évolution de l'industrialisation du bâtiment par le rapport série-économie dans le contexte du marché, propre aussi au secteur du bâtiment :

« a) Dans le Bâtiment, à la différence des autres industries, on attendait un e commande [en général 'unitaire'] avant d 'entreprendre la fabrication. Dans l' industrie auto mobile, par contre, les voitures sont construites en grande série, à l' avance [...] ; b) 'Ford pro mettait à ses clients de leur donner une voiture de la couleur qu'ils préféraient, à conditions qu'elle fût noire'. Le client habituel du Bâtiment désirait avoir son modèle personnel [...] ; c) Le Bâtiment est resté en grande partie artisanal. En général, seules les moyennes et grosses entreprises avaient amélioré leur outillage. D' ailleurs, la dissémination des chantiers, leur importance variable et leur durée inégale [...] ; d) Les fluctuations de l' Industrie du Bâtiment étaient importantes (plus importantes, en général, que celles des autres industries), ce qui était un obstacle aux prévisions et immobilisation que pouvaient envisager les entreprises ; e) A la construction d' un immeuble traditionnel participent un grand nombre d' entreprises différentes, une quinzaine en général, la plus part d'entre elles ne pouvant livrer en une fois un travail complet [...] Ajoutons les gênes réciproques des divers corps de métiers sur le chantier, [...] les intempéries, le retard de livraison des matériaux, les 'repentirs' du client [...] »²⁸⁴.

Plusieurs facteurs, intrinsèques au bâtiment, interviennent dans l'économie de sa production. D'abord, la longévité : « Les voitures se remplacent, si vite, dans le lapsus d'un an, alors que les immeubles immobiles, verront naître plusieurs générations »²⁸⁵. Ensuite, le plus grand coût de production d'un bâtiment a incité, principalement pour la construction publique, à la participation d'agents qui n'interviennent pas dans d'autres industries. C'est le cas de la participation de l'Etat. Cette intervention n'a pas un caractère purement financier mais technique aussi, présent à travers les lignes d'action élaborées. En outre, l'instabilité du marché et l'irrégularité des charges périodiques entraîne des

²⁸³ CAMPINOS-DUBERNET, M., « Le BTP secteur spécifique? ... », *op.cit.*, p. 15.

²⁸⁴ PILPOUL, *op.cit.*, p. 4-5.

²⁸⁵ R. CAZANEUVE, E. PERAY, « Architecture et industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 125.

difficultés à tous les niveaux : organisation et contrôle avec, pour conséquence, l'impossibilité de la réutilisation des postes de travail et du matériel, l'amortissement du matériel, la planification des travaux ; et enfin les difficultés pour la mise en place d'une politique industrielle.

Finalement, le nombre et la disparité des intervenants dans la construction du bâtiment sont pour Provisor, 1974, une caractéristique importante de son industrialisation²⁸⁶. Dans le cas de l'industrie en général « l'industriel » est l'acteur dominant du processus de production ; dans le bâtiment par contre, « [...] on peut dire schématiquement que trois intervenants se partagent une position prédominante et se trouvent étroitement associés dès la conception : le client ou maître d'ouvrage pour le compte de qui se réalise le produit, le concepteur ou maître d'œuvre et les réalisateurs ou entreprises exécutants »²⁸⁷. Comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce document, le processus d'industrialisation du bâtiment, géré par l'Etat, a encore complexifié les relations entre les acteurs pour qui le partage de la conception sera prépondérant.

« ...le secteur du bâtiment constitue un secteur original dont les modes de production, les relations entre les acteurs peuvent difficilement être comparés à un secteur industriel 'classique'. Aussi, emprunter aux théories adaptées à l'économie industrielle, sans mesurer les écarts et particularités, aurait conduit certes à concevoir un outil théoriquement satisfaisant, mais dont la transposition au secteur risquait d'être douteuse »²⁸⁸.

Dupire (1981), en retraçant l'évolution historique des systèmes technologiques, analyse le type de relations entre les acteurs du processus de production selon ses moyens techniques. Il inscrit ces relations dans trois stades de production : conventionnel, prescriptif et normatif²⁸⁹. Au stade conventionnel, *l'architecte* est en même temps le concepteur, le gestionnaire et le réalisateur. « Il est le maître de l'œuvre ». Au stade prescriptif, *l'ingénieur* décide du choix des matériaux et de leur technique de mise en œuvre et en général, c'est lui qui se charge de résoudre l'organisation de la production. Donc, à ce stade,

²⁸⁶ H. PROVISOIR, « L'industrialisation dans le bâtiment (...) », *op.cit.*

²⁸⁷ C. AYRAULT, *Analyse des méthodes d'organisation de l'industrie et de leur transférabilité vers le BTP*. Rapport intermédiaire de travail de thèse. S.I.: s.d. 1991, p. 9., exemp. dactyl.

²⁸⁸ I. MARGHIERI, F.O. MORDOHAY, *A bâtiment nouveau...nouvelles filières*. Paris : CSTB. mai 1989. p. 2.

²⁸⁹ A. DUPIRE, B. HAMBURGER, J.C. PAUL, *et al. Deux essais sur la construction*. Bruxelles: Architecture/Pierre Mardaga, 1981.

l'architecte, décidant le formel, et l'ingénieur, le matériel, assurent ensemble la conception. Ici, le fait que le lieu de décision technique se déplace du chantier, où auparavant ce type de décisions était pris, implique aussi la nécessaire surveillance des travaux réalisés par les *contrôleurs*. En raison de la complexité des chantiers, une autre catégorie d'acteur s'y est introduite, *l'entrepreneur*, qui devient le responsable de la réalisation de l'ouvrage. La hiérarchisation des acteurs, à ce stade, correspond à « [...] une relation d'ordre de celui qui définit l'ouvrage vers celui qui le réalise »²⁹⁰. Au stade normatif, les acteurs et l'hierarchie du prescriptif prévalent mais ceci pour un ensemble d'ouvrages. En conséquence, les cadres normatifs gèrent les relations organisationnelles et techniques de la construction. De plus, selon Dupire, «La technologie normative investit d'abord la production des matériaux et de semi-produits [...] ensuite le travail du chantier »²⁹¹, ce qui révèle l'importance des fournisseurs de composants. Le *fournisseur*, cherche à ce stade le contrôle de travaux d'assemblage. Dès lors, nous pouvons supposer que le fait d'élargir la prescription, à une série d'ouvrages, modifie les hiérarchies, voire les acteurs traditionnellement dominants dans l'acte de bâtir.

Par ailleurs, et pour conclure cette série d'hypothèses posées par différents acteurs et auteurs de la théorie de l'industrialisation, citons le rapport d'Ascher et Lacoste (1972) qui se sont posé cette question : « pourquoi la valeur d'usage [dans la production du bâtiment] est-elle restée indivisible ? », au contraire de l'automobile qui « est également le résultat de milliers de procès de production »²⁹². D'emblée, ils remettent en cause tous les facteurs ci-dessus traités : « On ne peut plus se satisfaire des explications fondées sur des constatations du type : déplacement continu des outils de production (souvent confondu avec la vitesse de circulation du capital industriel), aléas météorologiques, « facteurs ? » sociologiques et psychologiques etc. L'ennui de ce type d'analyses est qu'elles partent de constatations phénoménales exactes. [...] »²⁹³. Or, ce phénomène est expliqué par rapport à la propriété foncière, la

²⁹⁰ *Ibid.* p. 18

²⁹¹ *Ibid.* p. 44-45.

²⁹² F. ASCHER, J. LACOSTE, *Les producteurs du cadre bâti (I. Les obstacles au développement de la grande production industrielle dans le secteur du BTP*. Etude effectuée dans le cadre de la convention CORDES No. 52, UER Urbanisation-Aménagement, Université des Sciences Sociales Université de Grenoble, s.d. 1972, p. 22, exemp. dactyl.

²⁹³ *Ibid.*, p. 35.

division du travail et l'accumulation du capital : « La composition organique²⁹⁴ du capital est dans ce secteur très nettement inférieure à celle des autres secteurs de la production »²⁹⁵.

Un fait qu'Ascher et Lacoste soulignent ici, a attiré notre attention. Ce sont les équipements scolaires et spécifiquement la production de collèges d'enseignement secondaire (CES). C'est un cas particulier qui surpasse l'obstacle foncier (par l'intervention de l'Etat) et d'accumulation du capital. L'intervention de l'Etat, pour la construction scolaire, avec l'intervention des grandes entreprises permet des investissements grâce aux garanties proposées par le marché²⁹⁶. C'est le sujet de la deuxième partie de cette thèse.

²⁹⁴ Par composition organique, ils entendent le rapport du capital constant, fixe et circulant, sur le capital variable.

²⁹⁵ ASCHER, LACOSTE, *op.cit.*, p. 25.

²⁹⁶ *Ibid.* p. 22-27.

1.3. Productivité & échec de la préfabrication industrielle

Nous présentons le cadre d'analyse de la préfabrication industrielle, utilisé dans le cas de la construction scolaire durant la période 1951 à 1973. A partir de cadres théorico-conceptuels, nous exposons les hypothèses des trajectoires technologiques de la préfabrication industrielle. Le fil conducteur de cette mise en perspective est la notion de productivité : concept clé de ce que l'on considère comme constituant essentiel du progrès technique et de l'industrialisation du bâtiment.

Nous déterminons ensuite le *système* étudié par i) les *éléments* du processus de production du bâtiment préfabriqué. ii) les *relations* entre ces éléments. Nous dégagons, dans une organisation dérivée de la préfabrication, les acteurs et les relations qui peuvent constituer un système spécifique et analysable. Par ce parcours, nous avons rendu la productivité de la construction scolaire préfabriquée plus lisible.

A. Productivité

Notre intérêt pour l'étude de la préfabrication industrielle porte sur ses potentialités - théoriques - d'une façon de construire plus rapide. La *productivité*, en effet, est un concept à l'origine des mesures d'une production donnée. Elle est une notion largement utilisée dans la littérature technique du bâtiment. Le discours de la productivité est parallèle à celui de l'industrialisation du bâtiment. Dans le but d'encourager une construction plus rapide et à moindre coût, la préfabrication doit prouver ses effets. La *productivité*, en tant que mesure de progrès technique²⁹⁷, nous permet de mettre en relation les facteurs potentiels et les facteurs problématiques de la construction préfabriquée, et de nous approcher ainsi des opérations accomplies.

²⁹⁷ Défini ainsi par R. BAUDOUÏ, J. ROSEN, *Etude des processus d'ajustement administratif aux réalités sociales, économiques et innovations techniques du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme 1940-1952*. Rapport de recherche final pour la Direction de la recherche et des Affaires scientifiques et techniques du ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports. [Paris] : Ecole d'Architecture de Nancy/Laboratoire d'histoire de l'architecture contemporaine, Sept. 1994. Contrat No. 9001140002237501, exempl. dactylogr.

Le concept de productivité, est très complexe. L'expliciter sort du cadre de notre thèse, mais nous essayerons d'en tirer des renseignements et des pistes de recherche pour la construction de nos hypothèses. La complexité de ce concept est due au rapport des : « facteurs de productivité » ; du choix de ces facteurs dépend celui des moyens à mettre en place pour en retirer des gains de productivité : « les moyens de productivité ».

Cette première partie du chapitre s'ordonne donc autour de :

- a) La notion de productivité dans le contexte du bâtiment.
- b) Le choix des facteurs de productivité, à quoi correspond-il ?
- c) Les moyens de productivité qui, en théorie, devraient induire des gains de productivité.

Notion de productivité

Dès le début du XX^{ème} siècle, les économistes attachaient déjà au mot « productivité » le sens du rapport – mesurable - entre produit et facteurs, comme le signalait Jean Fourastié en 1962²⁹⁸. Ce rapport est-il mesurable ? Nous allons essayer d'y répondre.

L'objet de notre recherche est le bâtiment préfabriqué. Les facteurs de production sont classiquement scindés en facteurs de production fixes et en facteurs de production variables. Les facteurs de production fixes, pour la production du bâtiment préfabriqué, sont le sol – et le chantier -, et les équipements – usines. Quant aux facteurs de production variables, il s'agit du travail humain²⁹⁹ (de conception et de mise en œuvre), des éléments préfabriqués³⁰⁰, du matériel (de manutention, de levage) et de l'énergie nécessaires à la mise en œuvre des éléments ainsi qu'à la manipulation du matériel.

²⁹⁸ J. FOURASTIE, *La prod uctivité*. Paris: Imprimerie des Presses Universitaires de France, collection Que sais-je?, 1962, p. 54.

²⁹⁹ Ce facteur est selon plusieurs auteurs le plus privilégié pour des études de productivité.

³⁰⁰ Dans la construction traditionnelle, ce sont les matériaux mis en œuvre.

Afin d'étudier les mesures susceptibles de développer l'industrialisation du bâtiment et d'accroître ainsi la productivité dans la construction, on crée, par arrêté du Ministre de la Construction du 28 août 1958, le groupe de travail n° V : « Pour l'étude de l'industrialisation et l'accroissement de la productivité dans la construction ». Pour ce groupe:

« La productivité dans le bâtiment peut se définir comme un rapport de moyens mis en œuvre à une production. L'accroissement de la productivité est, pour une entreprise prise donnée, définie [sic] dans sa technique et ses moyens, une amélioration du rapport des moyens à la production (ou une économie des moyens) »³⁰¹

La productivité correspond donc plus à la relation donnée par « le rapport de l'effet aux moyens, du produit aux facteurs »³⁰², qu'à un résultat. Autrement dit, il y a, face aux gains de productivité, un rapport entre les facteurs de production et les moyens de production (méthodes de production et techniques de construction - de conception et de réalisation). Dans la productivité, traditionnellement exprimée par le ratio production/facteurs de production, le dénominateur peut correspondre, soit à la totalité des facteurs de production (productivité totale), soit à un, ou plusieurs, de ces facteurs (productivité partielle). Le fait de privilégier un ou l'autre facteur de production conditionnerait donc les moyens de productivité à mettre en place. Par ailleurs, la notion de productivité peut être la « mesure de résultats » ou bien la « norme d'action »³⁰³.

Dans le premier cas, la complexité de faire d'un instrument théorique de mesure de la productivité un outil implique que l'on se focalise plutôt sur des recherches du type productivité partielle (Boyer, 1985 ; Du-Tertre, 1988 ; Campagnac, Bobroff et Caro, 1990³⁰⁴).

³⁰¹ GROUPE DE TRAVAIL No. V POUR L'ETUDE DE L'INDUSTRIALISATION ET L'ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITE DANS LA CONSTRUCTION. « Compte rendu synthétique des travaux (Chapitre premier: La productivité et l'industrialisation) », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 297, n° 37, avril 1959, p. 13.

³⁰² FOURASTIE, *op.cit.*, p. 54.

³⁰³ E. CAMPAGNAC, J. BOBROFF, C. CARO, *Approches de la productivité et méthodes d'organisation dans les grandes entreprises de la construction*. Noisy Le Grand: Plan construction et architecture, Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de la Mer. Programme emploi et valorisation des métiers du bâtiment (Contrat de recherche no. 86.61525)/Centre d'enseignement et de recherche techniques et sociétés (CERTES), 1990, p. 16-26.

³⁰⁴ R. BOYER, « Productivité et emploi dans le BTP (A propos de quelques recherches récentes) », p. 205-240. in: PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.). *Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985 ; C.

Dans le deuxième cas, comme « norme d'action », la productivité met en lumière les facteurs faibles et donc des moyens à mettre en place. Dans ce dernier cas, des facteurs économiques, sociaux, architecturaux, techniques, bref urbains, pourraient prédominer dans un contexte donné.

Selon le modèle de croissance caractérisant notre période d'étude, certains auteurs (Campinos-Dubernet, 1985 ; Campagnac, 1984 ; Campagnac, Bobroff et Caro, 1990 ; Du-Tertre 1988³⁰⁵) estiment que le secteur du BTP n'a pas dégagé d'efforts similaires à ceux entrepris dans l'industrie. Par les importantes aides financières publiques dont bénéficiait le secteur, on s'attendait à des économies d'échelle. Les entreprises du BTP, sauf quelques grandes entreprises, se sont engagées ainsi dans un type d'accumulation marqué par une augmentation de capacités de production et non de croissance de la productivité. Cette logique est fondée sur les grandes séries, la standardisation et la répétitivité.

Dans la période étudiée, en dépit des analyses des auteurs cités ci-dessus, la notion de productivité est concomitante à l'industrialisation du bâtiment. En 1950, Jacques Pilpoul, pour le numéro spécial de la revue du Moniteur sur *L'industrialisation du bâtiment*, cite Jean Fourastié, alors vice-président du Comité interministériel provisoire de la productivité : « Le terme 'productivité' revient de plus en plus souvent depuis quelques mois dans le vocabulaire politique, économique et social [...]»³⁰⁶. Ainsi, l'objectif de la productivité du bâtiment a accompagné celui de son industrialisation, comme en témoignent divers documents à caractère prescriptif.

DU-TERTRE, ASSOCIATION D'ENQUETES ET RECHERCHES SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL (AEROT), *Flexibilité organisationnelle et productivité dans le bâtiment*. Paris: Ministère de l'Équipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports, Plan Construction, coll. Recherches (Programme EVMB: contrat no. 8561526), mars 1988 ; E. CAMPAGNAC, J. BOBROFF, C. CARO, *op.cit.*

³⁰⁵ M. CAMPINOS-DUBERNET, *Emploi et gestion de la main-d'œuvre dans le BTP*. (Mutations de l'après-guerre à la crise). Etude réalisée dans le cadre du Département Emploi et Prévisions. Paris: CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR LES QUALIFICATIONS (CEREQ), oct. 1985. dossier no. 34, exempl. Dactyl ; E. CAMPAGNAC, *Construction et Architecture (Métiers en mutation?)*. Paris: L'Equerre, 1984 ; CAMPAGNAC, J. BOBROFF, C. CARO, *op. cit* ; DU-TERTRE, *op.cit.*

³⁰⁶ J. PILPOUL, « L'industrialisation du bâtiment (Introduction) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p.10.

Les premières approches de productivité³⁰⁷ concernant le BTP viennent d'Amérique. Au cours des années 1951 et 1952, parmi les accords du Plan Marshall, différentes missions, dites de productivité, ont parcouru, entre autres pays³⁰⁸, les Etats-Unis. Elles avaient pour but la recherche de facteurs de productivité dans ce pays. Les objectifs des différentes missions s'articulaient autour de notions telles l'urgence, les matériaux et les savoir-faire techniques et professionnels qui en dérivent. La productivité aux Etats-Unis se caractérise, selon Adrien Spinetta, chef de mission, par « (...) une grande unité dans l'acte de construire et une haute qualification moyenne de ceux qui y interviennent »³⁰⁹. En revanche, la conclusion de la mission américaine mettait en cause la désorganisation du marché en France et l'inadéquation de l'offre à la demande : « [...] la France incontestablement en avance du point de vue du progrès technique appliqué à une mise en œuvre industrielle est en retard sur le plan de l'organisation du marché et de la qualification »³¹⁰.

Ensuite, c'est la Fédération nationale du Bâtiment qui regroupe les propositions issues de ces voyages : « Dès le retour d'Amérique de la première mission professionnelle de productivité, l'année dernière, la Fédération nationale du Bâtiment s'est préoccupée d'étudier les moyens propres à améliorer la productivité dans l'une des branches professionnelles françaises les plus importantes »³¹¹. Ainsi, un groupe de travail dont les membres avaient, pour la plupart, participé aux missions américaines, a été chargé du bilan qui avait pour objectif de délimiter et d'évaluer l'importance des obstacles rencontrés dans le bâtiment, « afin de déterminer la meilleure façon de les éliminer »³¹². Après

³⁰⁷ Selon Baudouï et Rosen (1994), le mot de productivité est, en France, jusqu'en 1949 connu que par les spécialistes.

³⁰⁸ L'Allemagne de l'Ouest a aussi été visitée. Sa productivité demeurait intéressante par l'organisation de sa main-d'œuvre qui, restait abondante et qualifiée. En MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA CONSTRUCTION, C. BONNOME, M.-Ch. KOLB (présenté par), *Evolution de la construction dans la République Fédérale Allemande (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité)*. Paris : 1958.

³⁰⁹ MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA RECONSTRUCTION ET DU LOGEMENT, M.Ch. KOLB (établi par), *Evolution de la construction aux Etats-Unis (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité)*. Paris: Société Auxiliaire pour la Diffusion des Editions de Productivité, 1958, p. 14.

³¹⁰ MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA RECONSTRUCTION ET DU LOGEMENT, M.Ch. KOLB (établi par), « Evolution de la construction aux Etats-Unis... », op.cit., p. 24.

³¹¹ « Productivité et bâtiment », *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, n° 23, juill. 1952, p. 1.

³¹² *Ibid.*, p. 1.

l'analyse des résultats de missions à l'étranger et de discussions³¹³, ils sont passés « à l'offensive », en créant l'Association professionnelle pour l'accroissement de la productivité dans l'industrie du bâtiment, l' APROBA³¹⁴.

Choix de facteurs de productivité

La productivité est donc le résultat de la combinaison de facteurs de production. L'acte de construire est un acte de production. De façon générale, les facteurs de production se divisent en moyens de type « travail » et ceux de type « capital ». L'accroissement de la productivité ne dépend pas uniquement du rapport direct entre ces moyens mais aussi du poids respectif des facteurs, face à des conditions données, par exemple, conjoncturelles. Le contexte social et économique a une influence sur le choix des facteurs de production ; autrement dit, dans un contexte donné, on privilégie certains facteurs de production par rapport à d'autres. Par exemple, il se peut que, dans un contexte où la main-d'œuvre abonde (qualifiée et ou non), les facteurs privilégiés de productivité soient liés à l'organisation du travail. En revanche, dans un contexte où la main-d'œuvre est rare, les facteurs de productivité seraient déterminés par le rendement de machines et par l'utilisation de procédés diminuant la main d'œuvre.

Or, dans le cas de la préfabrication industrielle de la période étudiée, pour expliquer les potentialités de la préfabrication et ses empêchements, nous nous sommes demandée *quels sont les facteurs de production ayant conditionné le choix de moyens de productivité ?*

D'une part, Pol Abram (1946), recherchant les facteurs de production à privilégier dans cette période, admet que « dans les conditions de l'après-guerre où l'insuffisance de la main-d'œuvre est certaine, entre deux solutions conduisant à la même dépense, il faudra toujours choisir celle qui conduit au minimum de

³¹³ Notamment une réunion qui a eu lieu au Moulin d'Orgeval du 12 au 15 mai 1952, dont la discussion portait sur les problèmes des entreprises du bâtiment et leur croisement avec d'autres industries telles que la fonderie ou l'électromécanique. Ibid., p. 1-2.

³¹⁴ « Le bâtiment possède désormais son organisme de productivité: L'A.PRO.BA (Association Professionnelle pour l'accroissement de la productivité dans l'industrie du Bâtiment », *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, n° 48, avril 1955, p. 3-6.

main-d'œuvre [...] »³¹⁵. D'autre part, à la fin de la période, Pierre Chemillier (1979), affirme rétrospectivement que les gains de productivité provenaient de la recherche d'une économie de main d'œuvre : « [...] au cours des trente dernières années, l'action en faveur de la productivité a surtout concerné la productivité de la main-d'œuvre »³¹⁶, c'est-à-dire l'application de procédés de construction qui économisent la main-d'œuvre, du moins une main-d'œuvre qualifiée.

« [...] s'il y a crise de main d'œuvre, on ne pourra s'en sortir qu'avec la machine...Et la machine postule la préfabrication »³¹⁷.

Or, les études de Campinos-Dubernet (1983, 1984) sur la rationalisation et la taylorisation du secteur du bâtiment illustrent les importants besoins de main-d'œuvre qui, durant notre période d'étude, ont caractérisé le secteur, besoins qui ne vont diminuer qu'à partir de 1962-1963, avec l'arrivée massive de main-d'œuvre étrangère³¹⁸. Notre période d'étude démarre donc avec une phase où les expériences de procédés de construction sont concomitantes à un important manque de bras.

Nous rejoignons ici Pierre Chemillier, lorsqu'il définit deux principes sur lesquels reposent les moyens pour obtenir des gains de productivité. Le premier principe est celui de la réduction du coût de la main-d'œuvre. Les moyens de productivité privilégiant la main-d'œuvre seront obtenus, soit par l'organisation de la production, soit par le recours à des machines. Le deuxième principe porte sur la rationalisation des matériaux, autrement dit sur la recherche de gains de productivité, soit par le processus de production, soit par les produits préfabriqués.

³¹⁵ P. ABRAHAM, *Architecture préfabriquée*. Dunod, 1946, p. 8.

³¹⁶ P. CHEMILLIER, *Comment améliorer la productivité du processus de construction?* Rapport [sans référence] trouvé dans archive mort et disparu du CSTB. S.I. : 21 nov. 1979. 57 p., Exemp. Dactyl., p. 5.

³¹⁷ M. LODS, « De la préfabrication », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 53.

³¹⁸ Voir, CAMPINOS-DUBERNET, M., « La rationalisation du travail dans le BTP (Des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme) », p. 45-62. In : PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.). *Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985. Ou, CAMPINOS-DUBERNET, M., « La rationalisation du travail dans le BTP: des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme », p. 211-221, in MONTMOLIN M. et PASTRE O., *Le taylorisme*. Paris: La Découverte, 1984.

Esquisse d'une première hypothèse

Dans le cas de l'utilisation de procédés de construction préfabriqués le facteur de production privilégié est donc le travail. La préfabrication réduit l'utilisation de la main-d'œuvre par le recours aux machines ; mais, en même temps, la préfabrication implique l'étude de matériaux par une conception rationalisée de ses éléments. La recherche de gains de productivité, par le biais de la préfabrication, suppose donc des efforts, aussi bien dans les procédés de construction, et l'organisation globale de la production, que dans la production des éléments préfabriqués.

Sachant d'une part que la relation capital-travail a conditionné la productivité dans notre période d'étude, d'autre part que la préfabrication y induit de contraintes spécifiques, nous nous sommes posé la question *des moyens de productivité privilégiés et mis en place.*

La conception des éléments préfabriqués, comme nous l'avons expliqué à partir de sa définition (§ 1.1.), présuppose une normalisation par standardisation. L'industrialisation de la préfabrication impose, nous l'avons illustré à partir de son processus (§ 1.2.), une organisation globale de la production, conditionnée par la continuité du marché et donc de la série. *Or, nous supposons que la réussite, comme l'échec du processus d'industrialisation de la préfabrication, pourraient être expliqués par la relation de ces paramètres.*

B. Remise en cause de la préfabrication

« Depuis LE CORBUSIER surtout, les discours se sont multipliés sur le thème de l'industrialisation du bâtiment, alliant les propositions les plus audacieuses et les lamentations les plus désabusées de divers types d'architectes, aux cris de victoire de certains professionnels et aux constats d'échecs de certaines mesures, comme par exemple la politique des concours ou en partie celle des modèles »³¹⁹.

³¹⁹ F. ASCHER, J. LACOSTE, *Les producteurs du cadre bâti (I. Les obstacles au développement de la grande production industrielle dans le secteur du BTP)*. Etude effectuée dans le cadre de la convention CORDES No. 52, UER Urbanisation-Aménagement, Université des Sciences Sociales Université de Grenoble, s.d. 1972, p. 19, exemp. dactyl.

Au début des années 1970, le marché du BTP présente, pour la première fois après la fin de la Seconde Guerre mondiale, des changements d'offre et de demande (à l'origine de paradigmes technologiques) : diminution des besoins de construction, réduction de la taille de chantiers, exigences de qualité et de performances. Pendant la période de croissance, celle que nous étudions, en l'occurrence, les gains de productivité se posaient sur des économies d'échelle. Mais, à des conditions différentes du marché et de l'environnement, le développement de nouvelles approches de la productivité s'avérait nécessaire. « La conception traditionnelle de l'industrialisation fondée sur les logiques de grandes séries, de standardisation et de répétitivité apparaît désormais inadéquate »³²⁰. Face au nouveau type de marché du bâtiment, plus petit et plus dispersé, se posait donc la question de nouvelles formes d'organisation aussi bien que de l'adaptation des techniques plus adéquates à ce nouveau régime de production fondé sur la « variabilité »³²¹.

Diverses recherches portent ainsi sur les nouveaux paradigmes sur lesquels dorénavant la productivité devrait se constituer, à savoir, sur les grandes thématiques de « diversité » et « flexibilité » :

- e) La diversité architecturale³²² ;
- f) La flexibilité organisationnelle.

Ces recherches, principalement sur le mode d'organisation du travail et la gestion de la production au sein des entreprises, avec une approche d'évaluation des transformations de la relation production-moyens, en vue de nouvelles méthodes de production, n'ont donc pas un but historique. Toutefois, elles ont constitué, par leur approche, une source d'informations précises sur les paradigmes technologiques de notre période d'étude.

³²⁰ E. CAMPAGNAC, J. BOBROFF, C. CARO, *op.cit.*, p. 3.

³²¹ C'est le principe de ces recherches, voir, par exemple : P. COHENDET, A. KRASA, P. LLERENA, « Propriétés et principes d'évaluation des processus de production dans un régime de variété permanente », p. 55-73, *L'après-taylorisme*. Paris: Ed. Economica, 1988. Puis pour des propositions d'application, voir par exemple : C. DU-TERTRE, ASSOCIATION D'ENQUETES ET RECHERCHES SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL (AEROT), *op.cit.*

³²² Voir, par exemple : B. HAMBURGER, J. L. VENARD, *Série industrielle et diversité architecturale*. Paris: La documentation française (Coll. Plan construction), 1977. Et : F. ASCHER, P. BOUDON, C. COHEN, R. DARD, *et.al.*, *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/ Centre Georges Pompidou, 1983. 260 p.

Paradigmes technologiques

Campagnac, Bobroff et Caro (1990) constatent, à partir d'une étude appliquée aux grandes entreprises du bâtiment dans les années 1980, que les gains de productivité résultent de la capacité des entreprises à s'adapter aux nouvelles conditions du marché, notamment par la mise en place d'outils et de méthodes de gestion leur permettant un management de la totalité du processus de construction. Ce processus, qui va de la conception jusqu'à la réalisation, nécessite l'intervention de l'entreprise en amont de la conception du « produit bâtiment » et celle de la réalisation (du gros comme de second œuvre) en aval, par le contrôle de toutes les phases d'exécution, à savoir, planification, ordonnancement, coordination et contrôle.

Est-ce un modèle de production, à l'opposé du nôtre ? C'est-à-dire, est-ce qu'il n'y a pas d'intervention de l'entreprise en amont dans la conception du bâtiment et dans la conception de la réalisation, ainsi qu'il n'y a pas en aval, le contrôle des phases d'exécution ?

Par ailleurs les *trajectoires technologiques* de la série et de la production de masse reposent, comme nous l'avons dit, sur les *paradigmes technologiques* des grandes industries telles que l'automobile. Cependant, des modèles, spécifiques au secteur du bâtiment, se détachaient particulièrement de l'organisation, à tous ces niveaux. Or, *font-ils eux-mêmes obstacle à l'industrialisation du bâtiment et donc à la préfabrication industrielle ?* A ces questions, posons l'état de l'art.

L'organisation générale

Le secteur du bâtiment est caractérisé par :

- 1) Le modèle d'organisation et de gestion de la production est déterminé par une organisation hiérarchisée (Du Tertre, 1997³²³) : au niveau macro économique, les grandes entreprises sont les porteuses du

³²³ C. DU-TERTRE, C. LE-BAS, L'innovation et les entreprises à ingénierie intégrée dans le bâtiment. Plan Construction et Architecture (PCA), mars 1997 ;

marché (Campagnac, 1984, 1985, 1990³²⁴); au niveau micro, l'entreprise générale se charge de l'étude et de l'exécution du lot principal (gros œuvre) et a une mission de coordination des lots (Campagnac, 1990).

- 2) La fragmentation de l'industrie (Garas, 1995; Girmscheid, 2005; Cooperative Research Centre, 2006³²⁵), induite par la séparation contractuelle entre produits et services. C'est-à-dire, d'une part, la fabrication de produits préfabriqués, d'autre part, la construction elle-même.
- 3) A l'échelle du bâtiment, le fonctionnement « traditionnel » est caractérisé par la discontinuité des phases, elles-mêmes hiérarchisées (Campagnac, 1990). D'ailleurs, Bachtold définit la logique technologique comme celle qui porte un enchaînement entre politique technique, pouvoirs publics et grandes entreprises³²⁶.
- 4) La multidisciplinarité et la diversité de compétences (Garas, 1995; Puddicombe, 1997; Cooperative Research Centre, 2006³²⁷). Particulièrement pour Puddicombe, le problème vient de la nature différente entre les concepteurs et les entrepreneurs. Autrement dit, le

³²⁴ E. CAMPAGNAC, *Construction et Architecture (Métiers en mutation?)*. Paris: L'Equerre, 1984; E. CAMPAGNAC, *Le marché du petit collectif urbain (Les nouvelles stratégies des acteurs de la construction)*. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (CERTES) : Ministère de l'urbanisme, du logement et des transports (Plan Construction & Habitat), 1985; CAMPAGNAC, BOBROFF, CARO, « Approches de la productivité... », *op.cit.*

³²⁵ F.-K. GARAS, « Trends and perspectives in construction, automation and industrialisation in research and industry », p. 11-15. in: TNO (eds). *Research and technology development as an investment in the construction industry*, Proceedings 13th CIB World Building Congress. 8 - 9 may 1995. Amsterdam; G. GIRMSCHIED, « Industrialization in building construction - production technology of management concept? », p. 427-441. in: *Combining forces (Advancing Facilities Management and Construction through Innovation)*. Executive summaries of the 11th Joint CIB International Symposium, Helsinki, June 13-16 2005. International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), Finnish Association of Civil Engineers (RIL), Technical Research Centre of Finland (VTT); COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR CONSTRUCTION INNOVATION, « Cross-national research on barrier to construction automation and robotics implementation in Australia and Japan (article type du "Second International Conference of the CRC for Construction Innovation, 12-14 March 2006) », p. N. in: *Industry development: innovation and technology diffusion*. S.I., 2006. Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation.

³²⁶ P. BACHTOLD, J.-P. MATZ, *Du chantier à l'architecture*. Rapport final de recherche pour le compte de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme. Paris: Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports. Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme-Sous direction de l'enseignement de l'architecture et de la recherche, bureau de la recherche architecturale, M. C. GENZLING (chargé du suivi administratif), juill. 1988. Contrat no. 87.0145.00.223.75.01, 262 p., exemp. dactyl.

³²⁷ GARAS, *op. cit.*; M.S. PUDDICOMBE, "Designers and Contractors: Impediments to integration", *Journal of construction engineering and management*, vol. 123, 1997; COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR CONSTRUCTION INNOVATION, *op.cit.*

secteur se caractérise par des problèmes de coordination entre les agents qui y participent. Pour Campagnac (1990), la production du type unitaire ainsi que le caractère forain du chantier sont la cause de la variabilité du processus de production, du travail et de ses aléas.

- 5) Les différentes logiques des acteurs : une analyse des acteurs du bâtiment, faite par Theile (1997)³²⁸, définit une logique de prototype et une logique de série. La logique de série est la logique industrielle proprement dite, « la banalisation de produits » - et aussi de bâtiments ? -, « [...] des prototypes définis une fois pour toutes, dès lors qu'ils ont fait l'objet d'une analyse fonctionnelle exhaustive »³²⁹. A l'opposé, la logique de prototype est considérée comme propre à la logique du chantier, où chaque bâtiment est perçu comme unique et les matériaux comme spécifiques. Il affirme qu' « à partir du moment où le transfert de la production des matériaux de construction du chantier vers l'usine se généralise, s'institue un écart tranché entre les logiques qui cristallise le chantier, et les logiques des fournisseurs en matériaux »³³⁰. Il soutient que dans le processus de production du bâtiment, il y a deux logiques auxquelles les acteurs s'identifient : la logique du prototype correspond à celle des acteurs participant au chantier, tandis que la logique industrielle correspond à celle des producteurs de matériaux. [Tableau 1]:

Tableau 1. Logiques des acteurs selon Theile (2000)

Acteur	Logique
Maîtres d'ouvrage	De série
Architectes	De prototype
Assistance à conception	De série
Assistance à réalisation	De série
Entreprises de gros œuvre	De prototype
Fournisseurs	De série

Source : THEILE, *Acteurs de la construction et choix des partis techniques. (Une question voile porteur/poteau porteur -béton, acier-)*. Paris : avril 2000, p. 107.

³²⁸ Cette étude s'intéresse spécifiquement à la détermination du choix des matériaux : voile porteur/poteau porteur, dans le collectif. D. THEILE, *Acteurs de la construction et choix des partis techniques. (Une question voile porteur/poteau porteur -béton, acier-)*. Paris : avril 2000.

³²⁹ Du modèle progressiste (§ 1.2.B. Industrialisation et architecture). F. CHOAY, *L'urbanisme, utopies et réalités : une anthologie*. Paris: Editions du Seuil, 1965, p. 18.

³³⁰ Ibid., p. 21.

Concernant la main-d'œuvre, pour Gressel (1984), la logique propre de ces acteurs est une « logique du métier », où le savoir-faire est transmis et acquis sur le tas. Cependant, l'introduction de la préfabrication lourde a déplacé les tâches de moulage vers l'usine où il est possible de les rationaliser : « On a pu observer dans les grandes entreprises du gros œuvre des tentatives de type taylorien dans des définitions très poussées du contenu technique des tâches, de leur interaction, dans la chasse aux temps morts, voire dans le chronométrage des tâches »³³¹. Sur le chantier, les ouvriers du gros œuvre n'effectuent plus de coffrages et ne mettent plus de béton en œuvre. Ils sont devenus des poseurs d'éléments préfabriqués³³².

De la conception à la réalisation

La rupture entre la conception et la réalisation, d'emblée est issue de la séparation du processus de production, en usine et sur le chantier, que la préfabrication entraîne (Garas, 1995 ; Girmscheid, 2005³³³). Girmscheid souligne la carence et donc l'importance du développement systématique, à la fois de la conception de composants et de celle du bâtiment. Pour Jean-Luc Salagnac (2002), dans la construction actuelle, pour améliorer la productivité avec utilisation de produits industriels, une phase de la production reste à développer, c'est *l'interface* entre le produit industriel et le bâtiment³³⁴. De son côté, Du Tertre (1988), émet l'hypothèse de l'importance de « temps connexes », pour expliquer la difficulté dans l'organisation du travail et dans les formes d'organisation de la main-d'œuvre : « [...] dans le BTP, les réserves de productivité doivent être principalement localisés dans la gestion des interfaces »³³⁵.

³³¹ GRESSEL, R. « Logique industrielle et métier dans le gros œuvre », *Formation-emploi (Le BTP)* n° 6, Avril-Juin 1984, p. 68.

³³² Gressel soutient la permanence d'une logique du métier face à l'introduction d'une logique de production industrielle. Pour lui, la « logique de métier », est mise en lumière lors de la diminution de la taille des opérations et des chantiers. A ce moment, les grandes entreprises découvrent que leurs ouvriers savent maçonner. *Ibid.*

³³³ GARAS, op.cit ; GIMERSCHIED, op.cit.

³³⁴ J.L. SALAGNAC, *Démarche BAT INOV: vers une meilleure organisation pour construire avec des produits industriels. (Evaluation des chantiers expérimentaux de BETHENY (51), OISSEL (76) et IFS (14)).* Rapport final. Décision de subvention no. M 0013 du 19/07/2000 Plan Construction et Architecture. Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), juill. 2002.

³³⁵ DU-TERTRE, AEROT, op.cit, p. 17.

La problématique de la fragmentation de la conception-réalisation, induite par la préfabrication, a été mise en lumière lors du V^{ème} congrès du CIB, qui s'est déroulé à Versailles en 1972³³⁶. D'une part, au stade de la conception technique, elle nécessite d'abord une fragmentation du bâtiment(s) projeté(s). Ensuite, elle implique la conception de l'ensemble des « morceaux » du bâtiment, c'est-à-dire des joints et des assemblages que les éléments préétablis ont avec le reste du bâtiment (préfabriqué ou non). D'autre part, au stade de la conception architecturale, les paramètres donnés par les éléments préfabriqués conditionneraient ou seraient conditionnés par la relation bâtiment-préfabriqué.

En outre, la fragmentation, la multidisciplinarité, la séparation du processus de production, les nombreuses phases et la simultanéité des activités dans le processus de production du bâtiment préfabriqué entraînent des problèmes dans le flux d'information. Girmscheid, (2005³³⁷). Grezez et Charon (1983) signalaient que les diverses recherches sur le développement des composants « [...] mettent l'accent sur la nécessité de développer l'échange d'informations entre le concepteur, le producteur et l'utilisateur : en autres termes, entre le bureau d'études, l'usine et le chantier »³³⁸.

La rigidité

Finalement, un dernier paradigme concerne la rigidité. Rigidité architectonique et d'organisation restent les freins de la préfabrication industrielle du bâtiment. Cette question, comme nous l'avons déjà noté tout au long de cette première partie, n'est pas nouvelle. D'abord, dans les esquisses de la préfabrication ouverte des premières années d'après guerre, ensuite dans la remise en cause de l'industrialisation ouverte par la politique de composants. Enfin, à la fin des années 1980, flexibilité et variabilité sont parmi les causes de la disparition des systèmes constructifs. Par ailleurs, nous pouvons établir un parallèle entre la diversité des produits utilisés dans la construction préfabriquée

³³⁶ CONSEIL INTERNATIONAL DU BATIMENT POUR LA RECHERCHE L'ETUDE ET LA DOCUMENTATION (CIB), *De la recherche à la pratique, le défi de l'application (5ème congrès)*. Paris-Versailles, juin 1971. S.l.: CIB, 748 p.

³³⁷ GIRMSCHIED, *op. cit.*

³³⁸ D. GREZES, J.-P. CHARON, *Industrialisation ouverte: recherche et expérimentation 1971-1983 (Bilan d'usage des années de recherches et d'expérimentations, des premières réflexions aux réalisations expérimentales)*. Paris: Ministère de l'urbanisme et du logement (Plan construction & habitat. Bilan thématique)/Impr. centrale commerciale, 1983, p. 35.

et la diversité dans l'industrie automobile où cette prouesse est le symbole de diversification des produits. L'architecte Aubert, en 1971, dans le livre *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?* écrit en effet : « L'industriel moderne suppose la diversité »³³⁹.

Des hypothèses

Comme nous l'avons déjà exposé, notre recherche se propose d'expliquer l'échec de la préfabrication industrielle par l'étude de la préfabrication dans la construction scolaire en France par l'approche de sa productivité, donc de ses moyens, au cours des années 1951-1973.

Les concepts, les notions et leurs contextes, explicités tout au long de ces trois premiers chapitres, avaient pour but une première approche de la composition de ce qui s'opère au sein de la préfabrication industrielle. Puis, nous avons construit nos hypothèses sur les paradigmes explicités par les recherches où le conflit de la spécificité du bâtiment pose problème. On peut les ordonner autour de trois axes.

Conception – construction

La conception technique et architecturale se réfère à une division préalable du processus de production³⁴⁰. Par l'importance des interphases et des temps connexes, les problèmes des procédés préfabriqués pourraient être liés, en amont de la conception du processus de production, à une faible maîtrise du processus de conception/réalisation du projet, et, en aval, à une séparation entre maître d'ouvrage, architecte et entreprise.

³³⁹ Y. AUBERT, *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?* Paris: Eyrolles, 1971, p. 60.

³⁴⁰ En France, la distinction entre l'acceptation traditionnelle du concepteur (l'architecte) et le réalisateur (l'ingénieur) telle que le signalent Gobin, Perin et Franca, « s'est d'autant plus facilement opérée qu'il y a un contentieux historique entre l'Académie des Beaux-arts et l'Ecole des Ponts et Chaussées » C. GOBIN, J.-M. PERIN, J.-P. FRANCA, « Construction et conception (Conditions d'une nécessaire concurrence) », *Techniques de l'Ingénieur*, n° C3054, août 2004, p. 4.

Usine-chantier

Le paradigme technologique de la rationalisation par la taylorisation dans le secteur du bâtiment, même sans succès, se cantonne à l'usine, cependant que le processus de production du bâtiment s'achève sur le chantier.

Avec une rupture entre la phase de conception et celle de la réalisation, nous pouvons supposer que les acteurs du chantier ont une logique différente de celle des acteurs de l'usine et de celle des acteurs de la conception.

Logique industrielle & prototype

L'intérêt dans le secteur du bâtiment pour les méthodes de production des industries de pointe, traduit l'existence d'une controverse au sein du secteur du bâtiment au sujet des méthodes de production, ainsi que l'existence de deux logiques différentes, par rapport à la façon de concevoir l'art de bâtir : une « logique de prototype » et une « logique industrielle ». Nous appelons ses positions théoriques « pro-automobile » et « anti automobile ». La première soutient les bienfaits d'inclusion dans la conception de la production du bâtiment, à travers « l'imitation »³⁴¹, des méthodes de production de secteurs industriels comme celui de l'automobile. La deuxième affirme que l'on ne peut pas comparer la construction des bâtiments - et encore moins celle des logements - avec la production d'autres produits industriels.

Sachant que la grande entreprise, privilégiée des pouvoirs publics, a été le moteur de la construction durant notre période d'étude, nous supposons la volonté de transférer sa puissance acquise sur la base de grands chantiers du secteur du logement - des paradigmes pro-automobile -, aux petits chantiers du secteur scolaire.

³⁴¹ EGMOND, E., SCHEUBLIN, F. « Successful Industrialisation, Innovation and Prefabrication in Construction », p. 423. in: *11th Joint CIB International Symposium: Combining forces (Advancing Facilities Management and Construction through Innovation)*. CD of International Symposium organized by K. Kähkönen and M. Sexton, Helsinki, June 13-16 2005. Finland : VTT-Technical Research Centre of Finland/RIL-Association on Finnish Civil Engineers, 2005. 2702 p.

Or, une troisième hypothèse propose que l'effet de masse encourage les efforts de *standardisation, de typification, de normalisation* - comme variables dépendantes de la *série* et de la *mécanisation* - , et non l'optimisation de l'enchaînement du processus de production. Autrement dit, nous nous demandons, si l'un des facteurs qui a empêché l'industrialisation du bâtiment se trouve moins dans ces particularités que dans l'approche des gains de productivité.

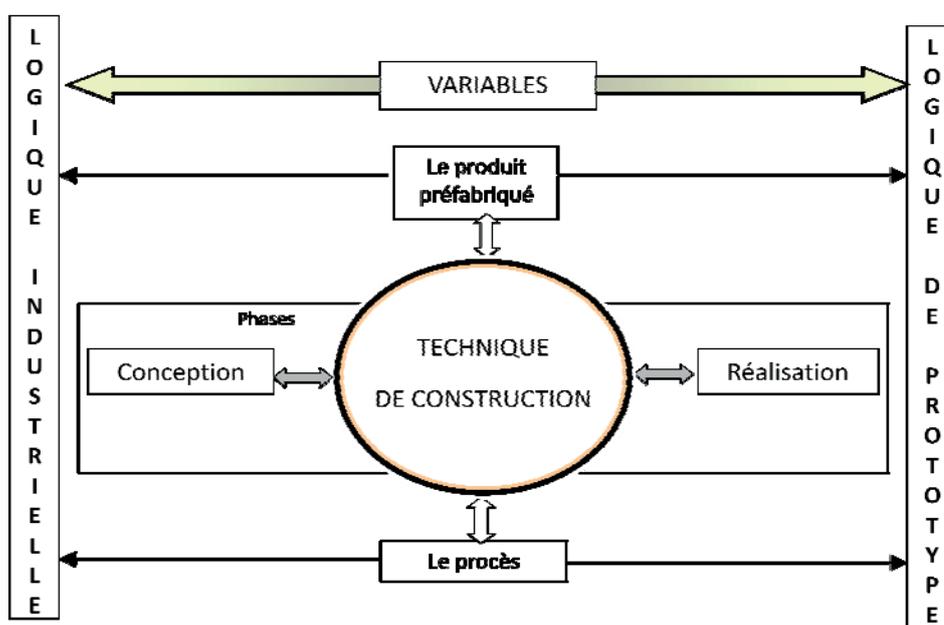


Figure 7. Hypothèses : de la conception à la réalisation, de l'usine au chantier : des logiques différentes

Réalisation A. Reséndiz, 2010

Ces trois hypothèses sont donc intimement liées. Elles reposent sur les ruptures et les synergies qui pourraient exister entre les différents sous-systèmes qui forment le système de production du bâtiment préfabriqué [Figure 7]

C. Acteurs

Les acteurs sont donc au centre de la problématique. Dans la période qui nous intéresse, quels sont ceux ayant participé à la préfabrication ? Quelle est la phase du processus de production à laquelle ils participent ?

Dans le contexte général du secteur du bâtiment³⁴², en raison de leur participation aux choix techniques, les principaux acteurs sont : le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et les entreprises (Theille, 2000).

Maîtrise d'ouvrage

Le maître d'ouvrage peut être :

- a) L'Etat, à travers principalement le ministère de l'Équipement³⁴³, et d'autres ministères, tels celui de la Santé et de l'Éducation, en fonction de leurs besoins.
- b) Des promoteurs publics (Caisse des Impôts) ou semi-publics (*i.e.* HLM)
- c) Des promoteurs privés.

Toutefois, il appert que, jusqu'au décret no. 73-207 du 28 février 1973³⁴⁴ sur la réforme de l'ingénierie et de l'architecture, la figure du maître d'ouvrage n'était pas complètement définie dans la législation du bâtiment³⁴⁵. Bonhomme (1963), dans la *Guide pratique pour l'établissement des projets d'habitation*, signale que le maître d'ouvrage pourrait être le « propriétaire » pour qui les travaux de construction sont réalisés. Mais, d'une manière plus générale, les travaux sont faits pour le « maître de l'ouvrage » qui est « juridiquement le locateur d'ouvrages, '*locator operis*' »³⁴⁶. Cependant, le terme « maître d'ouvrage » ne s'applique pas au « propriétaire ».

« Le droit public définit le maître d'ouvrage comme la personne chargée '...d'organiser les opérations d'investissement, de mettre en place les responsables des études de contrôler les travaux' [...] L'organisation de la maîtrise d'ouvrage consiste donc à désigner sans ambiguïté la

³⁴² Les spécificités des acteurs dans le système de la préfabrication de la préfabrication scolaire déduits à partir de ces relations sont présentées dans la deuxième et troisième partie.

³⁴³ Le principal ministère constructeur a changé plusieurs fois de dénomination. Voir le paragraphe « les pouvoirs publics » ci-dessous.

³⁴⁴ Directive d'application du 8 octobre 1973 concernant le décret no. 73-207 du 28 février 1973 sur la réforme de l'ingénierie et de l'architecture.

³⁴⁵ Par exemple, il n'apparaît pas dans le Code de l'urbanisme et de l'habitation (1961). Le permis de construire est alors à l'initiative du « demandeur ». Code de l'urbanisme et de l'habitation (Loi no. 58-346 du 3 avril 1958) (Edition mise à jour au 2 août 1960). Paris: Journal officiel de la République Française, 1961.

³⁴⁶ BONHOMME, *op.cit.*, p. 313.

personne physique ou morale qui assurera pour une opération déterminée le rôle tant juridique qu'opérationnel de maître d'ouvrage [...] »³⁴⁷.

Pour de multiples raisons, les pouvoirs publics en France, ont été amenés, après la fin de la Seconde Guerre mondiale, à intervenir dans le secteur du Bâtiment et des Travaux publics. Ils ont joué, en différentes positions, le rôle de la maîtrise d'ouvrage.

Les pouvoirs publics

C'est le ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (MRU) (1944), qui, à la fin de la Deuxième Guerre mondiale, a pris la tête de l'intervention de l'Administration. Ce ministère a été appelé, par la suite : ministère de la Construction (1959), de l'Équipement et du Logement (1966), de l'Aménagement du territoire (1972), de l'Équipement (1974)³⁴⁸.

D'autres ministères sont aussi intervenus : de l'Économie et des Finances³⁴⁹, de l'Intérieur, les secrétariats d'État au Transport et au Tourisme, de l'Industrie et de la Recherche, de la Qualité de la vie, de l'Agriculture³⁵⁰.

Les attributions du principal ministère « technique » ont été fixées par le décret no. 58-1305 du 23 décembre 1958 (modifiées par le décret no. 63-122 du 14 février 1963). De manière très synthétique, elles consistaient à : programmer, coordonner, appliquer, encourager, légiférer les politiques gouvernementales, du foncier et de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction ; ceci avec l'intervention des services centraux, régionaux et départementaux. En outre, le ministère assurait la tutelle d'organismes de services extérieurs, parmi lesquels nous citerons particulièrement : le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), le Laboratoire central des Ponts et Chaussées, l'Institut géographique national (IGN), l'École Nationale des Travaux publics de l'État, l'École nationale

³⁴⁷ CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.*, p. 49.

³⁴⁸ Dans notre période d'étude. Par la suite, ce ministère constructeur n'a pas cessé de changer de nom. Aujourd'hui, ce ministère est attaché au Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire.

³⁴⁹ En 1949, Secrétariat d'État aux Affaires Économiques.

³⁵⁰ CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.*, 1977.

des Techniciens de l'Équipement ; et parmi les services extérieurs : le Centre d'études techniques de l'équipement (CETE)³⁵¹.

Le ministère de l'Éducation nationale

Dans le cas particulier de la construction scolaire en France, le ministère dont la vocation n'était pas celle de constructeur, mais qui le devient par les besoins imposés³⁵², est le ministère de l'Éducation nationale, sans que cela veuille dire qu'il ait toujours été, comme nous le verrons, le maître de l'ouvrage.

Le rôle du maître d'ouvrage peut être présenté de trois façons³⁵³ :

- 1) En tant qu'inventeur d'une opération, quand c'est lui qui a la toute première initiative en mettant en place un cadre juridique et financier opérationnel ;
- 2) En tant que maître d'ouvrage officiel d'une opération, qui fait partie du cadre juridique mis en place ;
- 3) En tant que délégué, lorsque le maître d'ouvrage, qui n'a pas les moyens pour assurer les tâches opérationnelles qu'implique la fonction, peut confier ces tâches à un maître d'ouvrage délégué, qui deviendra alors l'interlocuteur avec les autres acteurs de l'acte de bâtir.

Or, à quel niveau de la maîtrise d'ouvrage, le ministère de l'Éducation nationale a-t-il participé ? Et, comment cette intervention dans l'industrialisation du bâtiment scolaire a-t-elle été inéluctable ?

Maîtrise d'œuvre

Le maître d'œuvre, celui qui dirige l'ensemble d'une opération de construction, de sa conception à sa réalisation, est une figure représentative de l'acte de construire, *comment est-elle transformée dans le parcours préfabricateur de cette période ?*

« Pour les marchés publics, les textes concernant la réforme de l'ingénierie et de l'architecture précisent que 'le maître d'œuvre est l'unique

³⁵¹ *Ibid.* p. 29-32.

³⁵² Voir 2.1.

³⁵³ CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.*, P. 49-50.

responsable de la conception et du contrôle d'exécution de l'ensemble des ouvrages à réaliser »³⁵⁴.

Traditionnellement, l'architecte est considéré comme l'artiste capable, en même temps, de concevoir un ouvrage, de le construire, donc aussi, d'organiser le processus de production, la coordination et le contrôle dans toutes ses phases. Il était le maître d'œuvre³⁵⁵. « L'architecte, en dehors de ses qualités artistiques qui sont à la base même de sa formation, a un rôle de conseiller, de coordinateur, de réalisateur, et d'arbitre. On l'a bien souvent comparé, et avec juste raison, à un chef d'orchestre »³⁵⁶. Avec l'introduction de nouveaux matériaux et techniques de construction, il fait de plus en plus appel à des spécialistes pour le conseiller, dans la conception comme dans la réalisation : les ingénieurs et les entrepreneurs. C'est pourquoi, Jean Prouvé (1961), propose que l'idéal, dans les nouvelles relations, serait une hiérarchie, dont l'architecte prendrait la tête, suivi du corps d'ingénieurs, puis des dessinateurs et, en dernière position, de l'entreprise³⁵⁷. Mais, en même temps, l'ingénieur laisse entrevoir que, dans ce parcours, la position de l'architecte s'est affaiblie.

Cette perte de pouvoir est explicitée par la réforme de janvier 1977, qui, en définissant le maître d'œuvre, considère désormais deux figures : le maître d'œuvre et le concepteur. Dorénavant, le maître d'œuvre a pour mission l'ensemble de l'opération de construction (de la conception à la réalisation). Lorsque cette mission exclut la phase travaux, elle est alors simplement de conception³⁵⁸. A partir de textes de 1977, les professions qui peuvent assurer la fonction de maîtrise d'œuvre sont l'architecte, les agréés en architecture (maître d'œuvre en bâtiment, techniciens en bâtiment, cabinets d'architecture), bureaux d'étude, entrepreneurs, services techniques publics. Par les transformations issues, entre autres, du mouvement de l'industrialisation du bâtiment, l'architecte, « le professionnel exerçant l'art de concevoir »³⁵⁹, est donc chargé

³⁵⁴ En Arrêté du 29 juin 1973, art. 1.2. Directive d'application du 8 octobre 1973, chap. B 3/2. CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.*, p. 55.

³⁵⁵ Au moyen-âge « le maître d'œuvre était l'Architecte ». R. HUMMEL, *op.cit.*, p. 30.

³⁵⁶ R. HUMMEL, « L'organisation rationnelle du travail (I.- Point de vue de l'architecte) », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° hors série (L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction), nov. 1946, p. 30.

³⁵⁷ J. PROUVE, « Rapports actuels de l'architecture et de l'ingénieur », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 91-92, n.d. 1961, p. 184.

³⁵⁸ CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.*, p. 55.

³⁵⁹ M. LODS, *Le métier d'architecte*. Paris: France-Empire, 1976, p. 13.

prioritairement de la mission de conception quand les conditions de maître d'œuvre ne peuvent pas être réunies.

Comment la technique de construction a-t-elle transformé les relations traditionnelles de l'acte de bâtir, et dans ce processus, qui a repris la maîtrise de l'œuvre : l'architecte ? l'ingénieur ? l'entrepreneur ? Qui est devenu le chef *d'orchestre* de l'industrialisation du bâtiment, si ce n'était plus l'architecte ? Ou, est-ce qu'ont vu le jour les doctrines préconisées par le Bauhaus et prescrites dans la charte d'Athènes : jonction des arts et de l'industrie ?

L'entreprise et les fournisseurs

La fonction de l'entreprise est d'exécuter les travaux. L'entrepreneur, et non plus l'architecte, devient l'organisateur du travail et l'exécutant de travaux de construction. La différence entre l'un et l'autre se fait lors de la séparation entre celui qui conçoit et celui qui organise et exécute les travaux. Cette divergence est peut-être due à la confusion initiale entre le rôle de l'architecte et celui de l'entrepreneur.

« La distinction entre l'homme qui conçoit les travaux et celui qui les exécute ne s'est précisée que progressivement. La séparation entre la profession d'architecte et celle d'entrepreneur est relativement récente en France et dans d'autres pays que le nôtre elle est moins nette »³⁶⁰.

La complexité du processus de production résultant de la préfabrication a conduit la profession d'entrepreneur à évoluer dans deux directions opposées en termes d'organisation :

- D'une part, l'organisation traditionnelle fondée sur la spécialisation : architectes, ingénieurs spécialisés (structures, coûts, organisation), entreprises par corps d'état ;
- D'autre part, une autre organisation est mise en place, fondée, sur le groupement. Ce regroupement se fait par la fusion d'entreprises qui, désormais, peuvent assumer des travaux de catégories différentes. Ceci développe un autre type de contrats, à savoir une organisation basée sur le contrat d'entreprise générale (interlocuteur unique) ou sur

³⁶⁰ ACHE, *op.cit.*, p. 27.

le contrat de conception construction (Bezançon, Devillebichot et Nagy, 2006³⁶¹). Les entrepreneurs, tous corps d'état, sont regroupés par la Fédération nationale du Bâtiment (FNB). Elle participe, à travers plusieurs syndicats, aux différentes étapes de l'acte de construire : financement, recherche appliquée, normalisation et réglementation technique, productivité des entreprises, jusqu'à la documentation technique et commerciale, prévention et prévoyance³⁶².

Bureau d'études

Dans cette organisation, apparaît un autre acteur dans la trilogie traditionnelle : architecte-ingénieur-entrepreneur : les BET (bureau d'études) qui peuvent être autonomes ou dépendre d'une entreprise³⁶³. Ce sont des « ingénieurs conseils » dans les diverses spécialités du bâtiment (structure, béton, métal, bois, mécanique de sols, installations sanitaires, etc. ...), qui font le lien avec les concepteurs. Au stade de la conception, ces spécialistes participent aux choix techniques (Piron, 1994 ; Theile, 2000). Les BET « [...] doivent fournir les raisons du choix d'une solution technique à l'architecte à qui revient la décision de synthèse »³⁶⁴. D'ailleurs, pour l'évaluation et la gestion des coûts de construction, il y a les techniciens de l'économie de la construction (mètres-vérificateurs) et, pour ce qui concerne les documents topographiques et fonciers : les géomètres-experts. De même, pour les études techniques et d'ingénierie, il peut y avoir une fonction d'ordonnancement-planification-coordination que peuvent assurer le maître d'œuvre, le BET ou l'entreprise. Finalement, à un titre ou à un autre, d'autres acteurs apportent leur concours à l'acte de construire : économistes, sociologues, paysagistes, sculpteurs, etc³⁶⁵.

D'autres acteurs

D'autres acteurs, secondaires, participent d'une manière moins déterminante à ces choix : l'assistance à la conception et à la réalisation (Theile,

³⁶¹ BEZANÇON, X., DEVILLEBICHOT, D., NAGY, G., *2 siècles d'entreprise générale et de progrès dans la construction*. Italie: Timée-Éditions, 2006.

³⁶² CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.*, p. 67.

³⁶³ ACHE, *op.cit.*, p. 30.

³⁶⁴ D.V. « Rapports entre b.e.t. architectes et entrepreneurs », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 128, oct.-nov. 1966, p. XII.

³⁶⁵ CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.* p. 60-65.

2000); d'autres encore ont un rôle technique qui n'est plus direct, mais participent à l'acte de construire : les cadres financiers, législatifs et administratifs, les aménageurs du territoire, les acteurs de l'urbanisme et de la planification, les gestionnaires immobiliers³⁶⁶, les centres d'information et de documentation, et divers auxiliaires³⁶⁷.

Les compagnies d'assurances, conjointement avec la Fédération Nationale du Bâtiment (FNB), et l'Association Française de Normalisation (AFNOR), participent au développement de la normalisation, notamment dans l'élaboration des documents techniques unifiés (DTU) (Dupire, Hambourger, Paul, *et al.* 1981). Les bureaux de contrôle sont des sociétés de statut privé dont certaines dépendent d'organisations professionnelles. (Cavallini et Raffestin, 1977³⁶⁸), les plus importantes et plus anciennes étant : le département CCI (Contrôle de la Construction Immobilière) du bureau VERITAS et la SOCOTEC.

Aussi bien les assureurs que les contrôleurs sont aux côtés des maîtres d'ouvrage pour fournir les bases du contrôle et les garanties du bâtiment.

« [...] il s'agit de classer, de contrôler les bâtiments, puis de prescrire des mesures pour assurer la bonne mise en œuvre de matériaux et des techniques de construction en se fondant sur une science du bâtiment »³⁶⁹.

Le rôle de financiers, peut aller d'un prêt partiel apporté au maître de l'ouvrage, jusqu'au financement intégral d'une opération sous forme d'investissement-placement. Il y a deux secteurs financiers : le secteur bancaire privé ou nationalisé et le secteur public, semi-public ou à statut spécial ; outre la fonction purement financière, les financiers de ce dernier groupe ont d'autres fonctions comme celle de l'expertise technique et ce sont : La Caisse des dépôts et consignations et le groupe CDC¹ qui a constitué des filiales techniques, dont la

³⁶⁶ Ces fonctions se déroulent lorsque l'ouvrage est terminé et livré à ceux qui vont soit l'exploiter, soit l'occuper.

³⁶⁷ D'autres fonctions sont nécessaires à l'acte de construire : maîtrise foncière, connaissance du sol (Société d'aménagement ou d'équipement, services cadastraux, services administratifs, géomètres-experts fonciers, notaires, experts, huissiers de justice) ; des matériaux et des règles de mise en œuvre (Connaissance des sols, connaissance et normalisation des matériaux dont entre autres l'AFNOR, étude et normalisation des règles de mise en œuvre dont par exemple le CSTB, organisme de coordination interprofessionnelle) ; services publics concédés (gaz, électricité, eau et assainissement, téléphone). *Ibid.* p. 74-78.

³⁶⁸ *Ibid.*, p. 71-72

³⁶⁹ A. DUPIRE, B. HAMBURGER, J.C. PAUL, *et al. Deux essais sur la construction*. Bruxelles: Architecture/Pierre Mardaga, 1981. 187 p. 47.

Société centrale pour l'équipement du territoire (SCET), et a suscité la création de bureaux d'études spécialisés, telle, la Société centrale immobilière de la Caisse des dépôts (SCIC) ; le Crédit foncier de France (CFF) ; le Comptoir des entrepreneurs (CDE) (le Sous-comptoir avant 1964) ; la Caisse des prêts aux organismes HLM (CPHLM) ; La Caisse nationale des marchés de l'Etat (CNME)³⁷⁰. Cavallini et Raffestin signalent que l'urbanisme mis en place après la guerre est un urbanisme concerté (et non réglementaire) en raison de l'urgence de maîtriser cette urbanisation, et pour lequel le principal dispositif est l'aménagement du territoire. Deux structures pour l'aménagement du territoire ont été mise en place en 1963 : la Commission nationale d'Aménagement du territoire (CNAT) et la Délégation à l'Aménagement du territoire et à l'Action régionale (DATAR). Ce n'est que plus tard, hors de notre période d'étude, que les diverses dispositions législatives et réglementaires foncières ont été mises en place. Sauf la loi d'orientation foncière no. 67-1253 datant du 20 décembre 1967 et qui, d'ailleurs, était la « pièce maîtresse » de l'orientation foncière³⁷¹. Concernant les centres de documentation, ils sont de deux types, l'un réglementaire, administratif et financier ; l'autre technique et commercial. Ils sont gérés par différents organismes, comme par exemple : le Centre d'assistance technique et de documentation (CATED) ; les centres d'information et de documentation du bâtiment tel le Centre Rhône-Alpes d'information et de documentation du Bâtiment et les catalogues de la « Documentation française du bâtiment » sur les produits composants³⁷².

³⁷⁰ CAVALLINI, C., RAFFESTIN, Y., *Guide pratique de la construction (Les parties pants, les moyens, le déroulement d'une opération)*. Paris: Editions du Moniteur, 1977, p. 32-36.

³⁷¹ *Ibid.* p. 39- 41.

D'ailleurs, Bonhomme (1964), en matière d'aménagement du territoire et des réglementations et à cause, signale, par la vitesse de leur évolution, uniquement le décret du 30 novembre 1961 portant règlement d'administration publique pour déterminer les règles générales applicables notamment en ce qui concerne la localisation, la desserte, l'implantation, le volume et l'aspect de constructions. A. BONHOMME, *Guide pratique pour l'établissement des projets d'immeubles d'habitation*. [1ère éd. 1962]. Paris: Editions du Moniteur des Travaux Publics, 1963, p. 13.

³⁷² CAVALLINI, RAFFESTIN, *op.cit.* p .80-81.

PARTIE 2

POLITIQUES PUBLIQUES ET PREFABRICATION DU BATIMENT SCOLAIRE

Nous nous proposons, dans cette deuxième partie, d'étudier les principes, les méthodes et les procédures, élaborés puis retenus, pour la préfabrication des établissements scolaires, en France, après la Seconde Guerre mondiale. Nous examinons la politique technique mise en place par le ministère de l'Education nationale de 1951 à 1973, pour faire face aux besoins de constructions scolaires.

Nous présentons les paramètres qui ont configuré la préfabrication industrielle dans le contexte, tout à fait particulier, de la construction scolaire et en particulier la manière dont il a pu influencer les techniques de construction, au point d'en faire émerger différentes formes d'industrialisation du bâtiment. Le parcours de mise en place des moyens de productivité borne les différentes périodes de la préfabrication du bâtiment scolaire.

A partir de la relation d'adaptation de l'architecture scolaire au système industriel de production, nous mettons en lumière le contexte des techniques de construction industrialisées, face à une demande massive et urgente, dans de nouvelles structures démographiques, économiques, et aussi fonctionnelles. Etant donné les particularités de la préfabrication dans l'architecture scolaire, nous soulignons les spécificités du bâti scolaire - urbano-architectoniques -, fort différentes de celles du logement, notamment par la taille et la dispersion des opérations, qui en font une problématique nouvelle pour l'industrialisation du bâtiment.

Nous avons, dans la première partie, formulé l'hypothèse selon laquelle les facteurs de gains de productivité de la préfabrication se trouvent à l'intersection des caractéristiques de la production architecturale et de la production industrielle, aussi bien qu'à l'intersection du travail en chantier et en usine. En suivant, pas à pas, l'histoire de la commande publique de l'Education nationale depuis 1951, en décrivant le rapport spécifique de chacune des contraintes industrielles avec la production du bâtiment scolaire, nous avons, en guise de

rectification des premières hypothèses, et au travers de ce parcours, cherché à mettre en relation les paramètres d'analyses de chacune des logiques (industrielle et de prototype), et leurs limites.

Dans cette deuxième partie nous étudions :

- Les caractéristiques générales de la construction scolaire : d'une part, les besoins de construction, d'autre part, la situation du marché du bâtiment.
- Les principes, techniques et méthodes mises en place dans le secteur scolaire pendant la période postérieure à la Seconde Guerre mondiale : *Recherche de la série. (1951-1962).*
- Les moyens de productivité mis en place et leurs limites dans la préfabrication industrielle du bâtiment scolaire : *Un collège par jour (1964-1973).*

2.1. Pourquoi industrialiser et comment?

Les problèmes sont, d'une part, les besoins considérables en équipement scolaire à cause de la dénommée « explosion scolaire »³⁷³, d'autre part, le choix des méthodes et techniques de construction à utiliser pour cette entreprise. L'industrialisation du bâtiment est ainsi, comme nous l'avons vu dans la première partie, à l'ordre du jour.

L'objectif étant de réaliser le maximum d'opérations, dans un minimum de temps et de coût, il faut trouver les moyens de production à mettre en œuvre pour la construction des bâtiments scolaires. De même, il faut définir les mécanismes permettant l'accroissement de la productivité. D'ailleurs, l'industrialisation du bâtiment a déjà « prouvé » des gains de productivité dans le secteur du logement. Le ministère de l'Education nationale, pour la construction scolaire, a le « choix » de continuer avec les politiques techniques de la construction du logement et soutenues par l'Etat. « En France, l'administration de l'Etat a pris de lourdes responsabilités à cet égard. Elle guide directement l'évolution industrielle du bâtiment »³⁷⁴

Cependant, la conception de l'industrialisation du bâtiment dans le secteur du logement est fondée sur les logiques de grandes séries, de grands chantiers, des paramètres qui ne correspondent pas à la construction scolaire. La dispersion et la réduction de la taille des opérations de la construction scolaire supposent-elles de nouvelles logiques d'industrialisation ? Faut-il redéfinir la productivité et ses moyens ? A travers l'examen des procédures et des méthodes mises en place en faveur de l'industrialisation (en particulier de la préfabrication), cette recherche vise à dégager les approches de la productivité soutenues par les démarches menées par l'Etat.

D'emblée, deux faits sont à mettre en lumière, puis en relation, pour comprendre l'utilisation de la préfabrication dans la construction des établissements scolaires.

³⁷³ L. CROS, *L'explosion scolaire*. Paris: CUIP, 1961.

³⁷⁴ J. BALLADUR, « L'industrialisation du bâtiment », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 83.

- 1) Les besoins de locaux, d'où la nécessité d'une construction rapide d'un grand nombre d'établissements d'enseignement nouveaux ;
- 2) La place des entreprises de construction dans le contexte économique.

A. Un problème d'urgence

Les besoins de construction scolaire, dans la France libérée, ont pour origine la réparation des dommages de guerre³⁷⁵ : les destructions avaient atteint près de six mille classes dans l'enseignement du premier degré ; pour le second degré, quarante-six lycées et collèges détruits tandis que cent six lycées ou collèges étaient partiellement touchés ; des dizaines d'écoles techniques et plusieurs établissements d'enseignement supérieur³⁷⁶. A ceci s'ajoute l'état des lieux du patrimoine existant : pour le deuxième degré, « sur 900 établissements, un cinquième avaient été construits comme bâtiments à usage d'enseignement ; tous les autres provenaient d'héritages divers : casernes, habitations, locaux administratifs désaffectés et surtout couvents »³⁷⁷.

Après la Seconde Guerre mondiale, les carences en construction déjà existantes dans le pays, accentuées par les destructions, ont augmenté avec l'essor démographique. Le fait majeur qui déclenche cette politique de construction dans le secteur est en effet la croissance des effectifs scolaires, que Louis Cross (1961) appelle, « l'explosion scolaire ». Ce phénomène, tel que le signale Cross, et plus tard Antoine Prost (2004), n'est pas seulement le résultat de l'augmentation de la population, mais résulte aussi de plusieurs facteurs économiques et sociaux. La configuration démographique change radicalement : la population est passée de 40 506 639 habitants en 1946 à 49 778 540 en

³⁷⁵ Le manque de locaux scolaires s'est fait sentir en France dès les sinistres de la Première Guerre mondiale : « Une révision des instructions du 23 août 1936 avait été jugée nécessaire après les désastres de la guerre, des centaines d'écoles avaient manqué d'entretien ou avaient été détruites, la population enfantine s'accroissait d'une manière imprévue, le pays réclamait des écoles, il était ruiné ». M. LAINE, *Les constructions scolaires en France*. Paris: Presses universitaires de France, coll. L'éducateur, 1996, p. 176

³⁷⁶ R. BRICHET, « Les constructions scolaires », *La Vie communale et départementale*, 1949, p. 10-11(Microfiche).

³⁷⁷ S. DUHAMEL, P. SEGAUD, *Les constructions scolaires et universitaires*. Paris: L'administration nouvelle, Editions Berger-Levrault, 1969. p. 14-15

1968³⁷⁸, puis à 52 655 802 en 1975³⁷⁹ ; le taux de fécondité - le « baby-boom » - reste très élevé après la guerre et jusqu'aux années cinquante et soixante [Figure 8 et 9]. À ce constat quantitatif dont les résultats supposent déjà des besoins importants de construction, s'ajoutent, d'abord, les processus d'urbanisation qui se mettent en place dès les premières années d'après-guerre : le mouvement de la population de la campagne vers les villes, le transfert de la population du centre des grandes villes vers la périphérie ; ensuite, les réformes éducatives seront la cause et le catalyseur de changements dans les moyens de construction, plus directement par les politiques mises en place autour d'une démocratisation de l'éducation³⁸⁰, qui conduira à la fin des années 1950 à l'allongement de l'éducation obligatoire.

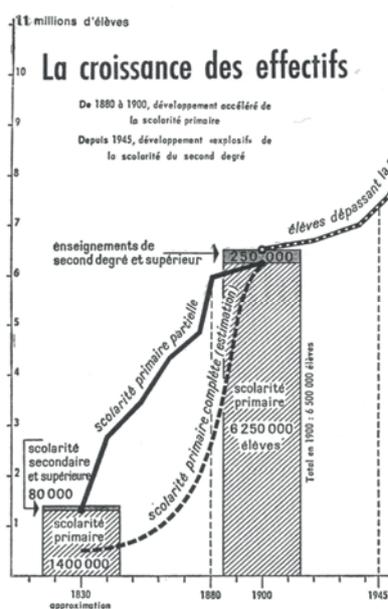


Figure 9. La croissance des effectifs scolaires, 1830-1970

Source : L. Cross (1961), p. n.

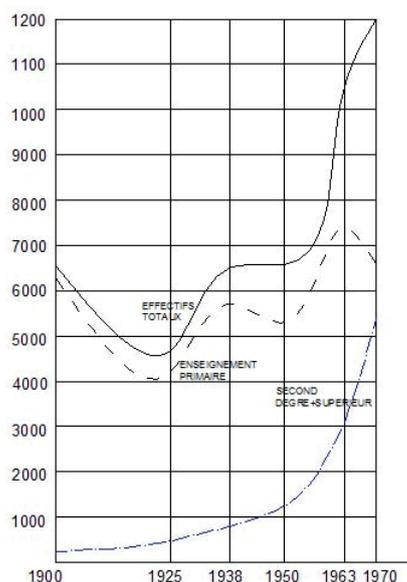


Figure 8. Expansion scolaire et démographique, 1900-1970.

Source : L. Cross (1961), p. 10

³⁷⁸ Recensement de 1958, *Population de la France (départements, arrondissements, cantons et communes)*. S.I., 1958. p. 1155

³⁷⁹ INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES (INSEE), *Recensement de 1958, Population de la France (départements, arrondissements, cantons et communes)*. Paris: Imprimerie nationale, 1958. Tableau V.

³⁸⁰ A. PROST, *Education, société et politiques*, Paris : Le Seuil, 1992, [en ligne]. [réf. du 21 fév. 2008] Extrait Disponible sur: http://cpe.paris.iufm.fr/spip.php?page=imprimer&id_article=92

« Engagé dans la bataille de la quantité, le ministère de l'Éducation nationale n' a pas accordé aux problèmes d'architecture, problèmes de qualité par excellence, toute l'importance qu'ils méritaient »³⁸¹

Les plans

La planification économique française, après la Seconde Guerre mondiale est à la charge du Commissariat général du Plan³⁸² (CGP) via des plans quinquennaux. Le premier Plan ou Plan Monnet de modernisation et d'équipement (1947-1953) ne traite pas le sujet des investissements scolaires. Il y a donc, entre les Plans de l'Équipement scolaire et les Plans généraux, un décalage d'une période [Tableau 3].

En 1951, lors de la préparation du deuxième Plan quinquennal (Plan Hirsch), une Commission dénommée Le Gorgeu (du nom de son président) est constituée pour établir le bilan des besoins en locaux scolaires et universitaires. La planification, s'étendant ainsi au domaine scolaire, a donné lieu au premier *Plan de l'Équipement scolaire, universitaire, scientifique et artistique*, pour couvrir la période 1952-1956³⁸³. Le rapport de la Commission fut publié en 1952³⁸⁴. Il comporte le bilan des besoins ainsi que les premières réponses au problème de la construction d'urgence, principalement pour le premier degré de l'enseignement. Il prévoit une augmentation du nombre des élèves de 40 % pour l'année scolaire 1959-1960.

En 1956, dans le cadre de la préparation du *Second Plan de l'équipement, universitaire, artistique et sportif*, une deuxième Commission est installée pour intégrer les résultats du recensement et ainsi prévoir les travaux à réaliser de

³⁸¹ « L'architecture scolaire, forme silencieuse de l'enseignement », *L'Architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 128, oct.-nov. 1966, p. XXIII.

³⁸² Institution française qui a existé entre 1946 et 2006.

³⁸³ Du aux transferts de population, une seconde enquête a été faite en 1956 par la Commission, pour les travaux à réaliser entre 1956 et 1957. COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT (CGP), COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ARTISTIQUE ET SPORTIF, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire, artistique et sportif du ministère de l'Éducation nationale*. S.I.: CGP, juill. 1958. 245 p., exempl. dactylogr.

³⁸⁴ PRESIDENT DU CONSEIL/COMMISSARIAT GENERALE DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, MINISTERE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, *Rapport de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire, scientifique et artistique (Tome I)*. S.I.: Commissariat général de modernisation et d'équipement, s.d. 1952. 63 p., exempl. imprimé: publication du Centre national de documentation pédagogique.

1957 à 1961 (III^e Plan de la Reconstruction). Leur rapport, daté de 1958³⁸⁵, est une prolongation des actions du première Plan scolaire. De même, il s'intéresse principalement au recensement des besoins constructifs et aux esquisses d'une politique de construction. Déjà, dans l'enseignement du second degré (secondaire traditionnel, technique et cours complémentaires) l'arrivée des classes nombreuses commence à se manifester dès la rentrée scolaire 1957-1958³⁸⁶. Elle se poursuit donc pendant les dernières années de la IV^e République (1946-1958), et pendant la guerre d'Algérie (1954-1962).

Le IV^e Plan national est aussi le premier Plan de la Croissance (1962-1965). C'est la fin de la Reconstruction. C'est le début d'une consommation de masse. En 1960, la Commission Le Gorgeu est reconstituée pour la préparation du 3^{ème} Plan de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif³⁸⁷ pour cette période. Ces objectifs s'accordent avec ceux du Plan national : combler les retards en tenant compte de la dimension sociale. Dimension que, exprime Antoine Prost (1992) « [...] résulte à la fois d'un changement de mœurs et des progrès du niveau de vie »³⁸⁸.

Le 4^{ème} Plan de l'équipement scolaire universitaire et sportif (1966 à 1970), est le dernier à se consacrer directement au secteur scolaire. C'est la période du V^e Plan dont l'un des buts principaux est l'essor industriel. C'est une période orientée vers l'ouverture et la légèreté de la préfabrication. Et c'est aussi celle de « mai 1968 ».

³⁸⁵ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ARTISTIQUE ET SPORTIF, op.cit.

³⁸⁶ *Ibid.*, p. 4.

³⁸⁷ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et Sportif (Quatrième plan de développement économique et social -1962-1965-)*. Paris: Imprimerie nationale, 1961. 269 p.

³⁸⁸ PROST, *Education, société et politiques (Une histoire de l'Enseignement en France de 1945 à nos jours)*. Paris: Ed. du Seuil, 1992, p. 140-141.

Tableau 2. Prévisions de besoins de locaux scolaires (1951-1975)³⁸⁹

Ordres d'enseignement ³⁹⁰	Plan de l'Équipement scolaire				
	1 ^{er} ³⁹¹ (1952-56)	2 ^{ème} (1957-61)	3 ^{ème} (1962-65)	4 ^{ème} (1966-70)	VI ^e (1971-75)
Enseignement du 1er degré ³⁹²	44 792 cl	35 à 40 000 cl	20.000 cl		4026 000 él
Enseignement du 2ème degré	10 813 cl	250 à 300 él	550.000 pl	550 000 pl	4099 000 él
Enseignement technique	8109 cl				
Enseignement supérieur	12 802		160.000 pl		800 000 él

Cl = classes ; él = élèves ; pl = places.

Ces quatre premiers Plans d'équipement scolaire, sont le fruit d'une politique centralisée menée par l'Etat pour satisfaire les besoins de construction en bâtiments scolaires [Tableau 2]. Ces documents sont une source importante pour connaître la politique d'industrialisation du bâtiment.

A partir du VI^e Plan quinquennal (1971-1975), la planification scolaire est directement incorporée au plan. La Commission de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif est suivie par la Commission de l'Éducation nationale. Bien que ce plan soit « encore orienté vers la satisfaction des besoins d'accueil des vagues démographiques de l'après-guerre et se situe dans la ligne des deux plans précédents »³⁹³, les caractéristiques structurelles et fonctionnelles du Plan ont changé par rapport aux précédents. La structure organisatrice centralisée du Plan s'est transformée vers des études sectorielles. Dorénavant, il s'agit de faire intervenir les collectivités intéressées dès la préparation du Plan et d'avoir ainsi une plus grande harmonie avec l'exécution³⁹⁴. Pour la période de ce Plan, il est prévu, pour la première fois depuis la guerre, une décroissance des effectifs des écoles primaires. Cette Commission, comme les précédentes, prévoit les locaux

³⁸⁹ Ce tableau est donné à titre indicatif pour comprendre la magnitude de la construction qui en résulte. La complexité et la diversité des différents types d'opérations pourraient estimer des chiffres d'un autre ordre. Dans le cadre de notre analyse, nous avons seulement pris en compte les classes et non le reste des bâtiments des établissements scolaires tels les dortoirs, ateliers ou autres, sauf dans le cas des chambres pour étudiants de l'enseignement supérieur.

³⁹⁰ Ici seulement sont présentés les besoins scolaires et universitaires, qui ont été séparés du reste des besoins de l'enseignement : scientifiques, artistiques et culturels, s'agissant de la priorité donnée dans les différents plans aux besoins scolaires et universitaires.

³⁹¹ PRESIDENT DU CONSEIL/COMMISSARIAT GENERALE DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, *op.cit.*, p. 35-38

³⁹² L'enseignement du 1^{er} degré comprend : les classes maternelles, élémentaires et les cours de perfectionnement du territoire métropolitain.

³⁹³ M. QUATRE, « Architecture scolaire et aménagement de l'espace », in J. TREFFEL, (dir.), coll. *Notes et études documentaires*. Paris: La documentation française, 1974. p. 16.

³⁹⁴ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, *Programme de travail des commissions de modernisation du 6^{ème} plan, préparation du rapport sur les options*. Paris: La documentation française, N.d. p. 12.

nécessaires, mais, cette fois-ci, recense également des besoins d'une nature différente : le principal effort ne concerne plus la construction des bâtiments neufs mais la réhabilitation du patrimoine vétuste. Ainsi, l'accent est mis sur le remplacement de classes mises en service pendant la période de la Reconstruction : classes provisoires, parfois mobiles³⁹⁵.

³⁹⁵ La réforme de l'enseignement scolaire pour élargir l'éducation obligatoire de 14 à 16 ans, a poussé le débat sur le « provisoire ». En 1946, la direction de l'Enseignement du second degré demande des locaux provisoires pour les dix ou vingt ans de transition avant cette réforme. C'est le début du provisoire pour lequel une collaboration est demandée au ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme pour l'étude de prototypes de construction semi-provisoire. B. HAMBURGER, A. QUERRIEN, D. REBOIS, D. *et al.*, *La commande publique d'architecture (1945-1975)*. Rapport final de recherche réalisée pour le CORDA, Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Paris: ministère de la Culture et de la Communication, 1977. no. 77 7304100202 7501, 114 p., exempl.dactylogr. : Ecole nationale supérieur des beaux arts/Centre d'études et de recherches architecturales, p. 28. Cependant, les classes mobiles correspondent à un autre type de préfabrication : « provisionnelle ». Dans cette thèse nous n'étudions que le cas de la préfabrication à titre de construction définitive.

Tableau 3. Plans chronogramme

Les plans	1 ^{er} Plan ou Plan Monnet							I ^{le} Plan ou Plan Hirsch				II ^{le} Plan			IV ^e Plan			V ^e Plan			VI ^e Plan			VII ^e Plan									
	Les Plans de la Reconstruction												Les Plans de la Croissance												Les Plans de la Crise...								
La chronologie	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
	3 Janv. 1946 Décret fixant les attributions du commissariat du Plan. Jean Monnet est nommé Commissaire Général du Plan.												27 mars 1956 Loi approuvant le 2 ^{ème} Plan				19 mars 1959 Décret approuvant le 3 ^{ème} Plan.			4 août 1962 Loi approuvant le 4 ^e Plan et prévoyant une procédure d'élaboration en deux phases			30 nov. 1965 Loi approuvant le 5 ^e Plan			15 juil. 1971 Loi approuvant le 6 ^e Plan			21 juil. 1976 Loi approuvant le 7 ^e Plan				
Les Plans de l'Équipement scolaire,							I ^{er} Plan			2 ^{ème} Plan			3 ^{ème} Plan			4 ^{ème} Plan																	
							universitaire, scientifique et artistique.			universitaire, artistique et sportif.			universitaire et sportif. Président : LE GORGEAU			universitaire et Sportif Président : M. LASRY																	
							13 nov. 1951 Arrêté créant la Commission du Plan d'Équipement Scolaire, Universitaire, Scientifique et Artistique (1 ^{er} Plan)			23 août et 2 nov. 1956 Arrêté créant la Commission de l'Équipement Scolaire, Universitaire, Artistique et Sportif (2 ^{ème} Plan)			13 Juin 1960 Arrêté créant la Commission de l'Équipement Scolaire, Universitaire et sportif. (3 ^e Plan).			19 nov. 1964 Arrêté créant la Commission de l'Équipement Scolaire, Universitaire et sportif. (4 ^e Plan -). Ve Plan (1966-1970) d'Équipement et de la Productivité			Commission de l'Éducation nationale														
												1957 Année de transition entre le 2 ^e et 3 ^e plan.			1961 Publication du 3 ^e Plan -1962-65-																		

Source : ■ <http://www.plan.gouv.fr/>

Degrés de l'enseignement

A différents niveaux, tous les ordres de l'enseignement ont été concernés par la politique en faveur de la préfabrication et de l'industrialisation du bâtiment. Les établissements, gérés par le ministère de l'Education nationale, sont les quatre directions classiques de l'enseignement³⁹⁶ :

- i) Enseignement de premier degré,
- ii) Enseignement de deuxième degré,
- iii) Enseignement technique,
- iv) Enseignement supérieur.

Ces quatre niveaux d'enseignement sont sensibles à la préfabrication industrielle de leurs bâtiments. Les paramètres de standardisation et de normalisation sont « expérimentés » dans le premier degré. L'industrialisation de la préfabrication dans le bâtiment scolaire est possible dans le second degré. Des réformes, ayant lieu dans les années 1950 et 1960, favorisent la mise en place de l'industrialisation du bâtiment du secondaire et défavorisent celles du primaire. Pour l'enseignement technique, on essaie les mêmes principes que ceux appliqués dans le second degré, mais l'intérêt en est moindre en raison de la faible quantité de bâtiments à construire, et ces essais restent donc sans lendemain. L'enseignement supérieur, ayant un régime national et une organisation centralisée (contrairement au reste de l'enseignement), constitue un bon candidat à l'industrialisation ; en revanche il dispose de caractéristiques de prototype et la quantité d'établissements à construire est très faible (par rapport au deuxième degré par exemple). Néanmoins, quelques établissements de l'enseignement supérieur sont réalisés par des procédés préfabriqués et industrialisés.

³⁹⁶ En 1952, les différents ordres d'enseignement comprenaient les services scolaires, universitaires, scientifiques, artistiques et culturels. L'arrêté du 13 novembre 1951 portant sur la création de la Commission du Plan sépare les besoins scolaires et universitaires du reste.

Le premier degré

Le premier degré comprend les écoles primaires, maternelles et les classes de perfectionnement pour enfants handicapés.

Les premières expériences de série et de préfabrication sont mises en place dans le premier degré. Des architectes et ingénieurs, tels Lafaille, Prouvé, Abram, Lods, réalisent des *projets-types* d'écoles à une, deux ou trois classes élémentaires (prototypes) incluant des éléments normalisés vers la préfabrication³⁹⁷ ; de même apparaissent des groupements de commandes pour les grandes agglomérations, avec des mesures proposant la série.

Toutefois, bien que les premières expériences vers l'industrialisation du bâtiment scolaire soient pensées pour le premier degré, la politique de construction déterminée par les décrets de 1963 en limite la portée. Les régimes juridiques et financiers qui en résultent décentralisent les pouvoirs de l'Etat vers les communes. L'administration centrale s'est progressivement abstenue de contrôler les projets du premier degré, jusqu'à aboutir aux réformes établies par le décret du décembre 1963³⁹⁸. Cela implique que la commune reste le maître d'ouvrage, tout en supportant la différence entre la totalité des dépenses et la subvention proposée par l'Etat³⁹⁹. Cette mesure limite donc la participation de l'Etat et donne aux communes d'implantation la possibilité de participer à la conception et à la réalisation des travaux.

Pierre Segaud, de la première sous-direction de la Direction de l'équipement scolaire universitaire et sportif, révèle, à propos du démembrement, ce que ces réformes impliquaient dans l'ordre de la répétition et donc de la série recherchée.

« [...] le décret du 31 décembre 1963 est le plus mauvais texte qui ait été pris depuis 1945 en matière de constructions scolaires, parce qu'il est contraire à la fois aux intérêts de l'Etat et à celui des collectivités locales.

³⁹⁷ Voir 3.2.

³⁹⁸ *Décret portant abrogation de certaines dispositions législatives relatives au mode de financement de constructions scolaires du premier degré. No. 63-1373 du 31 décembre 1963. J.O. du 5 janvier 1964, p. 179-181.*

³⁹⁹ DUHAMEL, SEGAUD, *op.cit.*

[...] [Avec le régime de 1964] [...] on ne dispose plus d'aucun moyen pratique pour imposer au moins des formules 'répétitives' »⁴⁰⁰.

Aux réformes annoncées, par lesquelles les communes agissent plus qu'auparavant en ordre dispersé, s'ajoute le manque d'incitations gouvernementales à l'utilisation de techniques constructives industrialisées. Pour Guy Le Meur, le premier degré représente, du point de vue technique, un champ pour des structures répétitives et donc « un marché potentiel » pour l'industrialisation. Ainsi, il se demande comment, les incitations ayant disparu, l'offre industrielle pourrait rester intéressante ; et plus encore, ajoute-t-il, si, « Les mots préfabrication, industrialisation, sonnent mal aux oreilles des non avertis... »⁴⁰¹.

Les bâtiments du second degré et de l'enseignement technique sont les plus concernés par la politique technique d'industrialisation :

« Empirisme et limites :

Empirisme ? Parce que l'on cherche à exposer, honnêtement, quelques réalités pratiques de mise en ordre des chantiers dont on a constaté, expérimentalement, l'efficacité.

Limites ? Opérations du 'Second Degré' et du 'Technique' exclusivement :

a) Coûts unitaires oscillants de 500 à 2500 millions.

b) Standardisation des éléments constitutifs des ensembles.

'Primaire' exclu, le coût unitaire ne permettant pas l'amortissement des investissements et 'Supérieur' également exclu, les solutions à caractère exceptionnel, non polyvalentes, y étant la règle »⁴⁰²

Les réformes du second degré

La structure de l'enseignement français qui résulte des dispositions du décret du 6 janvier 1959⁴⁰³, où l'enseignement obligatoire passe de quatorze à

⁴⁰⁰ Note de M. P. SEGAUD à l'attention de M. Le Directeur. Objet: Définition d'une politique dans la construction scolaire du premier degré -Rapport de M. LE MUR du 9 mars 1965, document daté le 12 mars 1965. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22847/41588, p. 1-2.

⁴⁰¹ G. LE-MUR, Copie transmise à Monsieur SEGAUD (Sous-directeur), Service des Etudes Générales et Techniques, du 9 mars 1965. Note à l'attention de Monsieur le Directeur de l'Équipement. Objet: Essai de définition d'une politique dans la construction scolaire du premier degré. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22847/41588, p. 5.

⁴⁰² P. ABRAHAM, Productivité et constructions scolaires. Montrejeau le 7 Août 1958. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41686. N. p.

seize ans⁴⁰⁴, modifie les types d'établissements et en crée de nouveaux. Les modifications résultant de cette réforme intéressent dans une large mesure les établissements du second degré, et essentiellement le premier cycle [Figure 10].

A la suite de ces changements, un décret d'août 1963 organise la vie scolaire du premier cycle du second degré (classes de 6^e, 5^e, 4^e et 3^e), avec la création d'un établissement unique de premier cycle – le collège d'enseignement secondaire (CES)⁴⁰⁵.

Les nouveaux types de bâtiments issus de cette réforme sont les collèges d'enseignement technique⁴⁰⁶ (CET), les collèges d'enseignement général⁴⁰⁷ (CEG), les lycées⁴⁰⁸ et les lycées techniques⁴⁰⁹. Les CES et CEG, créés dans les faits en 1963⁴¹⁰ (§2.1.) sont donc des établissements nouveaux à construire. « On construit 2354 collèges entre 1966 et 1975, soit un collèges par jour ouvrable, pour regrouper les élèves des premiers cycles »⁴¹¹. Le *même type* pédagogique de ces types d'établissements donne ainsi la possibilité d'une construction standardisée. Cette caractéristique conjointement aux conditions de la hausse démographique représentait un chantier très vaste de construction :

« La construction d'un grand nombre d'établissements du même type devrait permettre d'utiliser les procédés de construction industrialisée, et être facilitée par la mise en œuvre de mesures adéquates sur le plan administratif »⁴¹².

⁴⁰³ Décret modifié par le décret du 14 juin 1962 et le décret du 3 août 1963, et des instructions contenues notamment dans les circulaires du 3 mai 1963, du 28 septembre 1963 et du 5 janvier 1965. COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN (CGP) D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et Sportif (Ve plan 1966-1970)*. Paris: GGP, N. p. 10., exempl. Imprimé : La documentation française.

⁴⁰⁴ Concrétisation du plan Langevin-Wallon (1944-1947) concernant la démocratisation de l'Education. A. PROST, *Histoire générale de l'enseignement et de l'éducation en France (Tome IV, L'école et la famille dans une société en mutation, depuis 1930)*. Paris: Perrin, 2004. 807 p.

⁴⁰⁵ Dorénavant, l'éducation obligatoire comprend l'enseignement primaire et le premier cycle du deuxième degré.

⁴⁰⁶ Anciens centres d'apprentissage.

⁴⁰⁷ Anciens cours complémentaires.

⁴⁰⁸ Les collèges modernes ont été assimilés aux lycées et les collèges techniques et les écoles nationales professionnelles ont pris le nom de lycées techniques.

⁴⁰⁹ A. LEON, P. ROCHE, *Histoire de l'enseignement en France*. Paris: PUF, coll. Que sais-je?, 2005.

⁴¹⁰ Réforme du ministre Capelle-Fouchet, en PROST, « Education, société (...) », op. cit. p. 98-105.

⁴¹¹ *Ibid.*, p. 144.

⁴¹² COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et sportif (Ve plan 1966-*

Or, dans la nouvelle structure du premier cycle⁴¹³, tous les élèves d'un secteur démographique déterminé sont regroupés dans un même établissement qui est, pour la plupart d'entre eux, un CES, et, dans les zones à faible densité démographique, un CEG : « [...] A côté des CES, adaptés aux villes, il est donc bon de disposer de CEG moins ambitieux pour les campagnes »⁴¹⁴. En 1966, de nouveaux types d'établissements ont été aussi créés dans l'enseignement supérieur : les instituts universitaires de technologie (IUT)⁴¹⁵.

En 1955, Jean Berthoin, alors Ministre de l'Education nationale, affirme :

*« Je ne dissimule pas que le projet de réforme de l'Enseignement que je viens de déposer augmentera encore le nombre des locaux nécessaires et exigera de nouvelles constructions »*⁴¹⁶.

1970). Paris: COMMISSARIAT GENERALE DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, p. 10.

⁴¹³ Dans la structure ancienne, les enfants sortant de la dernière année de l'enseignement élémentaire (CM2) se répartissaient en trois directions : Les classes de fin d'études annexes aux écoles élémentaires, les CEG ou les lycées.

⁴¹⁴ PROST, « Education, société (...) », *op. cit.* p. 103.

⁴¹⁵ Les IUT seront aussi construits avec des procédés industrialisés agréés. PROST, « Education, société (...) », *op. cit.*, p. 4.

⁴¹⁶ « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, no. 3, nov. 1955, p. 50.

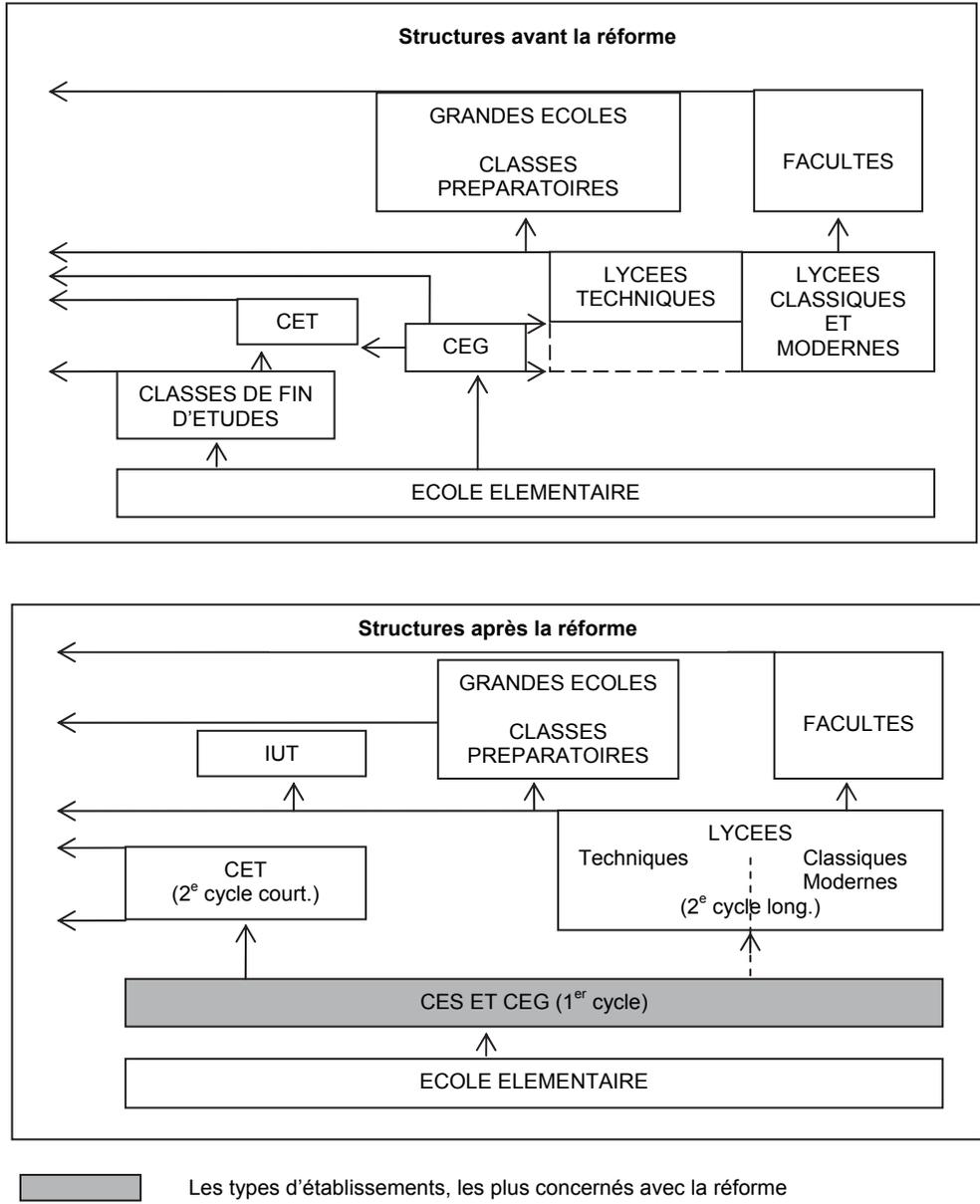


Figure 10. Réforme de l'enseignement

Source : CGP, Rapport générale de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et Sportif (Ve plan 1966-1970).

B. De la Reconstruction à la préfabrication scolaire

Deux faits importants pour comprendre la mise en place de la préfabrication et de l'industrialisation du bâtiment dans la construction scolaire sont d'une part la politique technique centralisée par l'administration française, et d'autre part les changements économiques du pays qui ont permis aux grandes entreprises de développer des procédés de construction.

De la pénurie à une économie de croissance

Les années de 1945 à 1975 sont en France caractérisées par une intense production dans le bâtiment. D'abord, une première période de « reconstruction » des équipements et des logements détruits pendant les deux Guerres mondiales. Ensuite, à partir de 1955, une fois la situation d'urgence amortie (PCA, s.d.⁴¹⁷), le pays se redresse et connaît une période de croissance qui dure jusqu'au milieu des années 1970. Dans une période de trente ans, connue en France sous la terminologie des « Trente Glorieuses », le gouvernement assure les conditions économiques pour la mise en place d'un système apte à la construction industrialisée.

La reconstruction

Le Plan construction et architecture, étudiant *Une politique du logement* dans la période de Reconstruction gérée par l'Etat et mise en place par le ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (MRU) de 1944 à 1954, propose une division de ladite période en en trois parties⁴¹⁸ :

- a) De 1940 à 1946, période d'expérimentation et de mise en place de normes.
- b) De 1946 à 1951, de reproduction et de mise au point de modèles.
- c) De 1952 à 1957, où l'Etat entreprend un contrôle sur le marché de l'industrie du bâtiment à travers le programme « secteur industrialisé ».

⁴¹⁷ PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (produit par), J. FRESNAIS (coordonné par), INSTITUT FRANCAIS D'ARCHITECTURE (conçu et rédigé par), B. VAYSSIERES (sous la responsabilité de), *et. al.*, *Une politique du logement (Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme 1944-1954)*. Paris: PCA/IFA, 1995.

⁴¹⁸ *Ibid.*, p. 66.

La période de l'immédiate après guerre est marquée par des besoins accumulés et par la reconstruction des sites dévastés. La problématique urbaine consiste alors à réaménager les villes sinistrées⁴¹⁹. L'Etat est obligé d'y définir une politique économique et technique face à la pénurie de matériaux, de matériel et de main d'œuvre qualifiée. La reconstruction devient un terrain d'expérimentation puis d'opérations administrées par l'Etat et des professionnels du bâtiment (architectes, ingénieurs, entreprises).

En 1944, sous le Gouvernement provisoire du Général de Gaulle, est créé le ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (MRU). Ce ministère technique, « unique au monde »⁴²⁰, est dirigé par Raoul Dautry⁴²¹, qui mène cette politique centralisée : « Après 1945, le logement et la ville deviennent un seul et même projet national au même titre que l'énergie ou les transports... »⁴²². En 1948, Eugène Claudius-Petit prend la tête du MRU⁴²³. Etant le premier directeur de l'aménagement du territoire, en 1950, il élabore le Plan national d'aménagement du territoire (PCA, 1955), qui devient le document recteur de la productivité du bâtiment.

En outre, dans la période de la Reconstruction, c'est sous le concept de « modernisation » que les infrastructures économiques, techniques et productives conditionnent la configuration de l'appareil administratif français (Baudouï, 1994 ; Voldman, 1997 ; Bardjot, 1997). Ainsi, Baudouï, considère la Reconstruction, non pas comme un résultat mais « [...] comme le produit d'une transformation des conditions de production et d'une évolution des processus décisionnels ». ⁴²⁴ C'est durant cette période que de nouveaux principes

⁴¹⁹ D. VOLDMAN, *La reconstruction des vil les françaises de 1940-1954, hi stoire d'une politique*. Paris: L'Harmattan, 1997. Et, D. VOLDMAN (sous la direction de), « Images, discours et enjeux de la reconstruction des villes françaises après 1945 », *Les Cahiers de l'IHTP*, n° 5, juin 1991.

⁴²⁰ Bruno Vayssière. PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (produit par), J. FRESNAIS (coordonné par), INSTITUT FRANCAIS D'ARCHITECTURE (conçu et rédigé par), B. VAYSSIERE (sous la responsabilité de), et. al., *op.cit.* p. 10.

⁴²¹ Voir : BAUDOUI, R. *Un grand commis de l' état, Raoul D autry (1880-1951)*. Thèse de doctorat, Histoire du XXème siècle, Fondation National de Sciences Politiques, Institut d'études politiques de Paris, 1991. (4 vol.) 937 p. Dir. BERSTEIN, S.

⁴²² Bruno Vayssière. PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (produit par), J. FRESNAIS (coordonné par), INSTITUT FRANCAIS D'ARCHITECTURE (conçu et rédigé par), B. VAYSSIERE (sous la responsabilité de), et. al., *op.cit.* p. 10.

⁴²³ B. POUVREAU, *Une p olitique en arch itecture: Eu gène Cl audius-Petit (190 7-1989)*. Paris: Groupe Moniteur (Editions du Moniteur), 2004.

⁴²⁴ R. BAUDOUI, J. ROSEN, *Etude des processus d'ajustement administratif aux réalités sociales, économiques et innovations techniques du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme 1940-1952*. Rapport de recherche final pour la Direction de la recherche et des Affaires scientifiques et

d'aménagement et d'urbanisme sont recherchés et que l'appareil législatif se transforme, permettant ainsi la Reconstruction d'urgence. Notamment, à partir de 1945, les processus de décision de l'administration sont mis en place pour résoudre le problème technique de la reconstruction : matériaux, transports, énergie, infrastructure. « Ce n'est qu'après la Libération, ou plus précisément la reconstruction que ces idées seront reprises par l'Etat central et ses techniciens pour promouvoir à la fois une politique économique (réorganiser et concentrer le bâtiment), une politique technique (l'industrialisation) et une politique sociale (le logement HLM) »⁴²⁵. En 1952, émerge un nouveau problème : le logement, qui fait appel au même dispositif humain.

Dans le secteur du logement, la structure sociotechnique de la Reconstruction, d'esprit aussi centralisée que la commande, incorporera des urbanistes, architectes et ingénieurs. Les architectes sont organisés professionnellement en Ordre des architectes en 1940, ce qui permettra aux architectes agréés par le MRU d'avoir accès à la commande de villes sinistrées. Il n'y a que la collaboration avec l'administration des Ponts et Chaussées qui reste dans les mains du MRU, sous la tutelle du ministère des Travaux Publics.

*Les Corps des Ponts : « Corps responsable d'une efficacité territoriale, les ingénieurs des Ponts et Chaussées furent de fait placés, par les bouleversements de la Défaite, au centre du nouveau dispositif de reconstruction. [...] Il est le plus responsable des logiques de croissance et de mutations ; celles d'un déploiement technique soigneusement contrôlé, sinon uniformisé »*⁴²⁶.

Or, sous la tutelle de l'Etat, dans la période de la Reconstruction, les pouvoirs techniques ont mis en place différents mécanismes de productivité : agrégation de procédés, chantiers d'expériences, concours. De même, le MRU

techniques du ministère de l'Equipeement, du Logement et des Transports. Ecole d'Architecture de Nancy/Laboratoire d'histoire de l'architecture contemporaine, Sept. 1994. Contrat n° 9001140002237501, p. 6, exempl. dactylogr.

⁴²⁵ P. STROBEL, « Les politiques d'industrialisation de la construction en France depuis la Libération en France », p. 6, in CENTRE GEORGES POMPIDOU, (ed), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.

⁴²⁶ P. NOVIAN, B. VAYSSIERE, R. BAUDOI, « Les plateaux sédimentaires (1. Le corps de Ponts) », p. 39, in P. NOVIAN, R. JAUQUES, B. VAYSSIERE (éds. Scientifique), *Les Trois reconstructions : 1919-1940-1945*. Compte rendu des rencontres des 19 et 20 mai 1983 à l'IFA.../organisées par le Département Échanges et formation de l'IFA, l'Association de pratique et de recherche en architecture et urbanisme n° 5 et l'Institut d'urbanisme de Paris à Créteil. Paris: Institut français d'architecture, 1983.

va-t-il mettre en place les conditions et les garanties d'un marché à long terme, en vue d'inciter les entreprises à l'investissement. « En moins d'un an, le MRU va décliner tous les modes de contrôle et de passation de marchés, toutes les directives et les circulaires, toutes les recommandations [...] »⁴²⁷.

En 1947, le MRU lance les « chantiers d'expérience »⁴²⁸ d'une cinquantaine de logements, pour tester les procédés industrialisés ainsi que les normes et les matériaux de construction. Avec les grands chantiers publics de la reconstruction, les procédés de préfabrication lourde reçoivent une forte impulsion⁴²⁹. Dans ces opérations la productivité est toujours le but à travers une organisation rationnelle des chantiers. Par ce concours,

*« Il s'agit d'inciter les entreprises à transformer leurs systèmes de construction ; la technique ne doit plus reposer sur un système complexe de matériaux assemblés en série de gestes spécialisés permettant la ur adaptation à la forme du bâtiment mais doit produire en série des unités techniques (un panneau de façade, un mur de refend), assemblées dans des opérations simples »*⁴³⁰.

Par la suite, la taille des opérations ne cesse de s'accroître. Avec la formule conception-construction et avec l'emploi de procédés de préfabrication lourde, les opérations suivantes portent sur deux cents à huit cents logements. En 1950 le MRU lance un concours pour la construction de huit cents logements à Strasbourg : « Pour la première fois en France est envisagée une opération dont la taille est compatible avec les objectifs de l'industrialisation de la

⁴²⁷ PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (produit par), J. FRESNAIS (coordonné par), INSTITUT FRANCAIS D'ARCHITECTURE (conçu et rédigé par), B. VAYSSIERE (sous la responsabilité de), *et. al., op.cit.*, p. 10.

⁴²⁸ La première opération à caractère expérimental est la Cité d'expérience de Noisy-le-Sec. « La Cité de maisons prototypes édifiée sur le territoire de la commune de Noisy-le-Sec, la plus sinistrée des communes du département de la Seine, constitue le banc d'essais des nouveaux procédés de construction en même temps qu'elle sert de champ d'expériences aux conceptions nouvelles en matière d'habitation et d'équipement ». « La Cité d'expériences de Noisy-le-Sec », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 12, juill. 1948, p. IX.

⁴²⁹ Les procédés utilisés au titre des exercices 1947-1948 sont : JEEP, SCHUELLER, PREFADUR, ROUZAUD, GUTTON, PHENIX, BACCI, INTRO, LEMAY, ALPHILAIRE. « Les chantiers d'expérience du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 12, juill. 1948, p. I-V. Et, « Les chantiers d'expérience du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 38, n° janv. 1949, p. I-XVII. Aux chantiers d'expérience de 1949 participeront des procédés tels, COIGNET, SCHINDLER (Société Cogetravoc), BALENCY et SCHUHL, LAFAILLE, « Programme 1949 des chantiers d'expérience du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 46, avril 1949, p. I-VI. Par la suite les procédés sont exposés dans les *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* de 1949 : n° 48 (avril), 57 (juillet), 68 (octobre), et dans le no. 87 du deuxième trimestre 1950.

⁴³⁰ HAMBURGER, QUERRIEN, REBOIS, *et. al., op.cit.*, p. 29.

construction »⁴³¹. La Société Raymond Camus réalise, à partir de 1952, parmi ces grands chantiers d'expérience, une série de « quatre mille logements ». Ces expériences sont les précurseurs des modèles techniques et administratifs reproduits par la suite.

« L'étude détaillée de ces logements financés par le Crédit Foncier en 1954 permet de restituer à leur (moyenne) place la percée de l'industrialisation et celle de l'architecture moderne. On apprend par exemple que la toiture-terrasse ne règne alors que sur un petit tiers des collectifs (et pas les plus économiques). On apprend aussi que le béton ne tient encore que 30 % du marché (50 % en collectif). [...] On fait donc encore largement en traditionnel, et, corrélativement c'est à l'art de la 'limousinerie' que s'adonnent la moitié des stagiaires qui apprennent les techniques du gros-œuvre en Formation Professionnelle Accélérée durant cette belle année 1954 »⁴³²

La croissance

Comment se présente la situation générale pour le bâtiment ? Se demande en 1950 Pilpoul, dans le deuxième numéro spécial du *Moniteur sur l'industrialisation du bâtiment*⁴³³.

« Les entreprises ont retrouvé graduellement, au cours de la période écoulée, les conditions dites 'normales'. Les différents 'goulots d'étranglement' – pour employer un terme longtemps à la mode – des matériaux, et particulièrement charbon, ciment, ont disparu. Le marché noir pour les matériaux et les transports (camions, pneus, essence) n'existe plus, et la concurrence – souvent désordonnée – joue à plein entre les entreprises »⁴³⁴.

Le Premier Plan, ou plan Monnet, porte sur la production d'énergie, de matériaux (acier, ciment), sur les transports, etc. Dès le milieu des années cinquante, la planification va s'étendre à l'aménagement du territoire et aux moyens de production de logement (II^e plan, 1954-1957). Le retour du Général De Gaulle en 1958, la fin du conflit algérien et les institutions nouvelles de la V^e

⁴³¹ Y. DELEMONTEY, « Le béton assemblé, formes et figures de la préfabrication en France, 1947-1952 », *Histoire urbaine*, n° 20, déc. 2007, p. 15-38.

⁴³² J.-C. CROIZE, « Le logement dans l'impasse (1945-1952) », p.17 (2^e partie), in NOVIAN, JACQUES VAYSSIERE (éds. Scientifique), *op.cit.*

⁴³³ Le premier est celui de mars 1946 (première édition) ou mars 1947 (deuxième édition, texte reproduit textuellement de la 1^{ère} éd.) : « L'industrialisation du bâtiment et la Reconstruction », cité maintes fois dans la première partie.

⁴³⁴ J. PILPOUL, « L'industrialisation du bâtiment (Introduction) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 2.

République donneront un cadre à l'expansion économique. Durant cette année, est inauguré le ministère de la Construction avec à sa tête M. Claudius-Petit.

Les années 1950 sont celles de grands chantiers de logement. Ce sont aussi des années d'expériences et de recherches⁴³⁵. Dès 1952, la Direction de la Construction prend en charge l'organisation de la production du logement à travers le programme : *secteur industrialisé*^{436/437}. De même, d'autres opérations encouragent le développement des procédés de l'industrie préfabriquée : « Epargne de main d'œuvre »⁴³⁸, « Logements Million » et « Lopofa »⁴³⁹, « Logeco » qui homologue des *plans type s* (Boutte, 1992). Les procédés de construction préfabriqués, les plus anciens, du même nom que leur entreprise ou société, datent de cette époque : Camus, Balency, Coignet, Barets, entre autres.

Dès le milieu des années 1950, la *continuité*, nécessaire à l'investissement mécanique et à l'incitation au développement de la préfabrication, est recherchée au moyen de grandes opérations. En France, le cas le plus frappant de ce rassemblement est la procédure dite des « grands ensembles »^{440/441}. Ce sont

⁴³⁵ Frank Boutte propose quatre phases de la politique de préfabrication dans le logement : d'abord, une période d'« expériences et recherches » ; ensuite, « la continuité par les grandes opérations » ; puis, « la continuité par la typification de projets globaux et la répétition » ; finalement, la période qui donnera « une nouvelle forme d'industrialisation ». F. BOUTTE, *Matériaux pour une réflexion critique sur l'industrialisation de la construction des logements*. Projet de fin d'études, Génie civil et bâtiment, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, nov. 1992. Dir. F. QUEFFELEC.

⁴³⁶ En 1950, M. Simon préconise la création d'un « secteur industrialisé » pour faire face aux obstacles qui se présentent à l'industrialisation du bâtiment. E.-H.-L. SIMON, « La préfabrication dans la Construction (emploi actuel et possibilités d'avenir) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950.

⁴³⁷ De ce programme ressortent des opérations de grande taille, par exemple en 1958, 1 116 logements à Caen et 600 logements à Orléans, deux opérations faisant l'une et l'autre appel à la pierre de taille. J. COIFFARD, M. DECHAUT, « Les chantiers de Caen 'La Guérinière' et d'Orléans », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 33, n° 276, sept. 1958, p.1-33. En 1959, deux cents logements avec le procédé de préfabrication BARETS : DREYFUSS, M. « Opération "la résidence des Lionceaux" : construction de 232 logements », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 310, n° 38, sept. 1959, p. 1-35. En 1960, on peut citer les 1 258 logements construits à Athis-Mons avec le procédé ESTIOT (pièces préfabriquées essentiellement en béton armé montées sur une charpente métallique) : J. COIFFARD, G. PAISNEL, « Le secteur industrialisé d'Athis-Mons. Une réalisation de préfabrication semi-lourde », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 357, n° 44, juin 1960, p. 1-25.

⁴³⁸ Le but de ce programme, datant de la deuxième moitié des années cinquante, était d'investir en outillage et en ateliers de préfabrication, par une quantité de douze mille logements, par opérations d'environ trois cents logements. BOUTTE, *op.cit.*

⁴³⁹ Ce sont des logements HLM à usage collectif lancés par le MRL dans le courant de l'année 1954, utilisant pour la plupart la technique du béton banché. « Les opérations Million et Lopofa », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 40, n° 326, oct. 1959, p. 1-42.

⁴⁴⁰ Du point de vue historique : « [...] l'analyse n'est pas historiquement faite et il est singulier qu'une société entreprenne de détruire des bâtiments dont elle n'a même pas compris la genèse.

les tours et les barres⁴⁴² des années 1960 construites par des opérations immobilières de grande taille : des centaines voire des milliers de logements. Il s'agit de l'habitat social construit durant la période du ministère d'Eugène Claudius-Petit (1948-1952), en passant par celle de Pierre Sudreau⁴⁴³ (1958-1962), jusqu'à celle d'Olivier Guichard⁴⁴⁴ (1972-1974). C'est aussi la période des ZUP⁴⁴⁵, des nouveaux plans d'urbanisme, et des programmes triennaux d'HLM qui assurent une grande quantité de travaux, donc des garanties pour la reconduction de marchés.

La diminution de la taille des chantiers, à partir de 1967, entraîne de nouvelles politiques publiques. Dans la recherche d'un volume de construction suffisant, garantissant la continuité des techniques de construction industrielles, l'Etat met en place trois nouvelles stratégies : groupement de commandes, procédures de financement triennal permettant la passation de marchés de longue durée⁴⁴⁶, et l'emploi de projets types. L'objectif est de trouver des séries, par la répétition de « modèles » sur des terrains différents et de regrouper de maîtres d'ouvrage au niveau national ou régional⁴⁴⁷.

D'autre part, ces années où la quantité de constructions concentrées diminue, particulièrement de 1967 à 1973 (Monnier, 2000) correspondent à une

[...] ». F. DUFAUX, A. FOURCAUT, R. SKOUTELSKY, *Faire l'histoire des grands ensembles*. Lyon: ENS 2003, p. 7.

⁴⁴¹ Au milieu des années 1950 à la Courneuve, commune française de la région parisienne, est construit un grand ensemble de 4 000 logements. Au milieu des années 1980, l'une de ces barres : « Debussy », est dynamitée. B. VAYSSIERE, *Reconstruction : déco nstruction. (Le hard french ou l'architecture française des trente glorieuses)*. Paris: Picard, 1988.

⁴⁴² Les grands ensembles suscitent aujourd'hui, en France, des débats pour de possibles interventions sociales, urbaines et architectoniques. Ils portent sur deux antipodes : d'une part, la préservation qui repose sur leurs qualités morphologiques et sociales, d'autre part, les problèmes principalement sociaux qui existent, au point de les considérer comme des « erreurs de l'histoire ». Voir, par exemple, A. FAURE, *Entre les tours et les barres. (Restructurer les espaces publics des grands ensembles)*. Lyon: Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, CERTU, 1996.

⁴⁴³ Voir « Croissance et construction : l'action de Pierre Sudreau », p. 40-47, in E. LENGEREAU, *L'Etat et l'Architecture 1958-1981 (Une politique publique?)*. Paris: Picard, 2001. 559 p.

⁴⁴⁴ En 1973, le ministre Guichard émet une circulaire interdisant toute construction dépassant cinq cents unités de logement, alors que cela était la taille minimale des ZUP. En 1968 elles sont remplacées par les zones d'aménagement concerté (ZAC).

⁴⁴⁵ Le décret sur les Zones à Urbaniser en Priorité date du 31 décembre 1958.

⁴⁴⁶ J. VASSEUR, « Activité de l'industrie du bâtiment (évolution, modernisation) », *Regards sur la France*, 10^{ème} année, n° 28, oct. 1972, p. 79-94.

⁴⁴⁷ Les programmes où ces politiques ont été appliqués sont par exemple : « Coup de poing » en 1968, le concours Chalandon, dans la même année, le « prêt à construire ».

période de « croissance innovante »⁴⁴⁸. C'est en effet en 1967 que débutent les interventions de l'Administration en faveur de l'innovation, de l'habitat intermédiaire, et le projet de réforme pour la formation des architectes. C'est une période qui remet en cause la construction de masse en faveur d'autres principes qui se développeront dans la décennie postérieure : qualité, confort, flexibilité, variabilité, villes nouvelles... D'où la nécessité d'une redéfinition de toute forme d'industrialisation de l'architecture. La continuité ne peut alors plus être atteinte au moyen de grandes séries, qu'elles soient concentrées ou dispersées ; elle sera recherchée par d'autres formes et échelles de la préfabrication industrielle⁴⁴⁹.

En 1973, tous les records sont battus: 550 000 logements édifiés. Cependant, les politiques publiques qui dans ces périodes, esquissent la morphologie de la ville et du bâtiment, sont secouées par les différents événements de cette année :

- Economiques : le choc pétrolier se répercute sur la commande ;
- Techniques : c'est le début, dans la pratique, de l'industrialisation ouverte ;
- Sociaux : la circulaire Guichard, prescrivant l'arrêt des grands ensembles, exprime le changement d'une société.

Le marché

De 1950 à 1975, la situation des entreprises du secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP), se présente en deux phases (Campinos-Dubernet, 1984, 1996). La première, qui dure jusqu'en 1968, est celle de la transformation et de la croissance du BTP. Certainement grâce à la construction de grands chantiers du logement, le rythme annuel de la construction est doublé à la fin des années soixante. C'est la période où l'Etat se fait massivement promoteur. La demande du secteur est alors concentrée dans les zones urbanisées en développement rapide (Région Parisienne, Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte-D'azur et le

⁴⁴⁸ G. MONNIER, *L'architecture moderne en France (Tome 3: de la croissance à la compétition 1967-1999)*. Paris: Picard, 2000, p. 13-15.

⁴⁴⁹ Voir 1.1.

Nord-Pas-de-Calais). La deuxième phase, de 1968 à 1975, correspond à la transition d'une croissance à une période de crise. Les grandes séries de travaux de la période précédente diminuent, ce qui réduit les marges des entreprises. Ces transformations remettent en cause les caractéristiques organisationnelles du chantier, les méthodes et les techniques de construction du gros œuvre. Dans cette période, la rationalisation, tentée pendant la phase antérieure, prend la forme néo-taylorienne et la productivité en est accrue^{450/451}.

De 1950 à 1975, la prolifération du secteur du bâtiment suscite la création de nombreuses sociétés, tandis que cette branche attire l'attention des entreprises de travaux publics et des autres secteurs de l'industrie (Bezançon, Devillebichot et Nagy 2006). Durant ces années se forment de grandes entreprises et de grands groupes. Pendant les Trente Glorieuses « les entreprises poussent comme des champignons » et il y a une « émergence de grands groupes de BTP »⁴⁵². Par exemple, la SAEETP qui devient la SAE (Société auxiliaire d'entreprises) en 1960, est le « leader de l'industrialisation »⁴⁵³.

Plus spécifiquement, pour Myriam Campinos-Dubernet l'histoire du secteur du BTP peut se décomposer, avant 1970, en trois sous-périodes⁴⁵⁴ :

- 1) 1949-1955 : la reconstruction de l'appareil productif et la création de grandes entreprises du gros œuvre.
- 2) 1955-1964 : les grandes opérations du logement collectif favorisent le développement des grandes entreprises du gros œuvre, ainsi que celui des moyennes, particulièrement de 1961 à 1964.
- 3) 1965-1970 : développement de l'artisanat et du second œuvre.

⁴⁵⁰ M. CAMPINOS-DUBERNET, *Emploi et gestion de la main-d'œuvre dans le BTP. (Mutations de l'après-guerre à la crise)*. Etude réalisée dans le cadre du Département Emploi et Prévisions. Paris: CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR LES QUALIFICATIONS (CEREQ), oct. 1984. dossier n° 34, exemp. publié.

⁴⁵¹ M. CAMPINOS-DUBERNET, « Les grandes étapes de la transformation du BTP en France (1950-1989) », p.9-13, in : *L'innovation en chantiers*. Paris: Plan Construction et Architecture, 1996.

⁴⁵² X. BEZANÇON, D. DEVILLEBICHOT, G. NAGY, *2 siècles d'entreprises générales et de progrès dans la construction*. Italy: Timée-Editions, 2006. p. 186

⁴⁵³ *Idem*.

⁴⁵⁴ CAMPINOS-DUBERNET, « *Emploi et gestion...* », *op.cit.*, p. 165

A la fin de 1964, le Bâtiment comporte environ 125 000 entreprises dont 17 000 pour le gros œuvre, signale Henri Faure, président de la Fédération nationale du bâtiment⁴⁵⁵. A la fin de 1968 « (...) 25 grands préfabricateurs contrôlent 280 usines et réalisent 15 % du marché »⁴⁵⁶. En 1972, 54,5 % de l'activité de l'industrie du bâtiment et du génie civil est représentée par les travaux de bâtiments neufs : de 270 000 entreprises du bâtiment, 1 500 réalisent 50 % des travaux neufs⁴⁵⁷. Au contraire, les groupements nés dans cette période, signale Yves Aubert, directeur de la construction (1963-1969), « sont sans lendemain » puisque les gros n'échappaient pas à la crise, et même avant, en 1969, tandis que le marché est encore abondant, « [...] on continuait à voir les entreprises se disputer âprement chaque commande »⁴⁵⁸.

Marché scolaire

En somme, l'intervention de l'Etat dans la construction d'après-guerre, oriente les choix techniques vers l'industrialisation du bâtiment. L'Administration met en place des mécanismes administratifs et financiers pour la construction massive du logement social. Ces dispositifs, obtenus par des choix techniques centralisés, sont mis en place dans d'autres secteurs prioritaires, comme celui de la construction scolaire : « Dans l'ordre d'urgence des problèmes à résoudre, l'enseignement vient sans doute immédiatement après le logement »⁴⁵⁹, signale la revue *L'Architecture d'aujourd'hui* dans un de ses numéros spéciaux sur les constructions scolaires et universitaires.

Pour Philippe Sassier, le transfert du système industriel du logement vers le système éducatif, qui pourrait développer l'industrialisation du bâtiment, répond à deux conditions⁴⁶⁰ :

⁴⁵⁵ H. FAURE, (dir.), J.G. TRIDON, « Recherche et modernisation dans l'entreprise du bâtiment », *Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II :1964-1965)*, 10^{ème} année, n° 28, janv. 1966, p. 131.

⁴⁵⁶ BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, G., *op.cit.* p. 171.

⁴⁵⁷ VASSEUR, *op.cit.*, p. 79.

⁴⁵⁸ Y. AUBERT, *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?* Paris: Eyrolles, 1971, p. 57.

⁴⁵⁹ « Les constructions scolaires et universitaires, le problème français », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 123, déc.-janv. 1965, p. 4.

⁴⁶⁰ P. SASSIER, M. GALLONO (collaborateur), « Test fondamental: l'industrialisation de la construction scolaire », *Cahier spécial du quotidien « Les Echos »*, supplément au n° 10168, 1968, p. 97-105.

- 1) Trouver des partenaires industriels convaincus de la nécessité de l'utilisation de l'industrialisation, et avec les moyens pour y investir ;
- 2) Trouver un client intéressé à construire avec des procédés industrialisés.

Pour la première de ces conditions, dirigée vers les entreprises constructrices, l'Etat doit assurer les conditions administratives et financières pour les encourager à participer à un marché industrialisable. Pour la seconde, les besoins de locaux scolaires, décrits ci-dessus, font du ministère de l'Education nationale un très bon client. A ce propos, le groupe de *techniques de construction du 2^{ème} Plan de l'Equipe ment scolaire*, s'exprime ainsi:

« Un tel volume de travaux fait à coup sûr du Ministère de l'Education Nationale, le premier constructeur de tout le pays. En sa qualité de plus gros demandeur sur le marché du bâtiment, il est susceptible, par son attitude, d'influencer de façon déterminante l'évolution de la construction en France »⁴⁶¹.

Le problème du ministère de l'Education nationale porte sur les besoins en bâtiments scolaires de tous les niveaux. On doit y répondre vite et économiquement, avec une pénurie de main d'œuvre, de matériaux et d'organisation administrative et financière. La solution est donc de mettre en place les moyens de production nécessaires, d'organiser toute une structure et d'accepter les techniques de construction amorcées dans l'industrialisation du logement, donc la préfabrication. Le programme de constructions scolaires, mené par le Ministère de l'Education nationale dans la décennie 1960, « [...] s'est en effet accompagné au moins dans les intentions, d'une recherche d'objectifs industriels à l'égard du bâtiment »⁴⁶². La tâche est donc endossée par le ministère de l'Education nationale ; d'abord avec ses services de construction

⁴⁶¹ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *Rapport du sous-groupe techniques de construction du plan d'équipement scolaire, universitaire, artistique et sportif*. S.I.: COMMISSARIAT GENERALE DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, juill. 1958. p. 7, exempl. dactylogr.

⁴⁶² J.-P., PONSSARD, G. DE POUVOURVILLE, *Marchés publics et politique industrielle*. Paris: Economica, 1982, p. 15.

et par la direction de l'Architecture⁴⁶³. A partir de 1956, par la Direction de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif (DESUS).

« En effet, bien qu'il ait été destiné avant tout à répondre à une pénurie dramatique de locaux d'enseignement, le programme d'équipement scolaire, s'est inscrit aussi, dès l'origine, dans un dessein général de transformation du secteur du bâtiment par la puissance publique : c'est qu'on a coutume d'appeler la politique d'industrialisation du bâtiment »⁴⁶⁴.

Toutefois, le marché industriel, déjà mis en route dans les logements sociaux, se caractérise par une grande concentration territoriale et par un grand nombre de logements⁴⁶⁵ /⁴⁶⁶. Par contre, les caractéristiques de la construction scolaire étaient fort différentes de celles du bâtiment du fait de la taille et de la dispersion des opérations. Il s'agit, à titre indicatif, d'une utilisation de la préfabrication, dans le secteur scolaire, de l'ordre de trois mille opérations, réparties dans l'ensemble métropolitain : selon les chiffres donnés par l'Observatoire national de la sécurité des établissements scolaires, de 1964 à 1981, 871 bâtiments ont été construits à partir de procédés métalliques, 101 par des procédés mixtes (béton et métal) et 2 302 en béton⁴⁶⁷.

« L'industrialisation et la typisation apparaissent alors comme les seules solutions permettant d'atteindre les buts que se sont fixés la plupart des nations dans lesquelles le problème quantitatif est primordial »⁴⁶⁸.

En résumé, aussi bien dans le logement que dans le secteur scolaire, l'action étatique en faveur d'une *pensée industrialiste*, définit les périodes des différentes mesures adoptées pour la mise en place, le développement et la continuité des divers types de techniques préfabriquées. L'ensemble de faits

⁴⁶³ En 1959, la direction de l'Architecture du ministère de l'Éducation nationale est transférée vers le ministère de l'État chargé des Affaires culturelles. LENGEREAU, *op.cit.*

⁴⁶⁴ PONSSARD, POUVOURVILLE, *op.cit.* p. 65.

⁴⁶⁵ Après 1959, le nombre de logements achevés atteint les 300 000. S. BERNIER, « L'évolution de la construction du logement en France en 1963 et 1964 », *Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II:1964-1965)*, 10^{ème} année, n° 28, janv. 1966, p. 294.

⁴⁶⁶ En 1971, le cap des 500 000 logements est dépassé. J.-V. HANTZ, « L'orientation des efforts de l'état en faveur de la construction », *Regards sur la France*, 10^{ème} année, n° 28, oct. 1972, p. 10.

⁴⁶⁷ J.-M. (SCHELERET président), A. GOUTEYRON (rapporteur), *Rapport de la commission nationale d'évaluation et de proposition pour la sécurité des établissements scolaires*. Paris : Observatoire national de la sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur, 19 avril 1994. p. 36.

⁴⁶⁸ « Enseignement », *L'architecture d'aujourd'hui*, 32^e année, n° 94, fév.-mars 1961, N. p.

s'articule autour des concepts clés de l'industrialisation : *série, normalisation, typification et continuité*. Il s'agit d'analyser comment ces concepts ont été conçus par les différents acteurs et comment ils ont participé à la productivité de la préfabrication industrielle du bâtiment. De quelle manière les variables industrielles, appliquées au logement, ont-elles été intégrées à la conception du bâtiment scolaire, puis développées et/ou adaptées ? Ainsi, nous essayerons de dégager les logiques par lesquelles les principes ont été élaborés, en vue d'avancer dans nos hypothèses.

2.2. 1951-1962 Recherche de la série

La sous-période de 1951 à 1962 correspond aux politiques industrialistes mises en exergue dans les deux premiers Plans de l'Équipement scolaire. Le 13 novembre 1951 est créée la Commission du Plan de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif, puis les premiers moyens de productivité mis en place par le ministère de l'Éducation nationale s'étalent sur une dizaine d'années : de la définition des premiers schémas types en 1952, au concours « conception-construction », en 1962.

Ce parcours est caractérisé par :

- la problématique explicitée dans ces plans, où les pouvoirs publics cherchent à connaître, d'une part, la faisabilité de l'industrialisation du bâtiment scolaire, d'autre part, les possibles trajectoires technologiques.
- des solutions que met en place le ministère de l'Éducation nationale et pour lesquelles, il tente de définir les variables de *série*, *continuité*, *normalisation* et *typification*.
- les acteurs, dont les rapports avec la nouvelle Direction de l'Équipement scolaire universitaire et sportif (DESUS), dépendent de nouveaux moyens de productivité.

A. Industrialiser ! Comment ?

Les entreprises s'intéressent au secteur scolaire

Philippe Sassier disait qu'il fallait un client, comme le ministère de l'Éducation nationale, et des entreprises intéressées à l'industrialisation du bâtiment⁴⁶⁹. Une des premières actions du premier Plan de l'équipement scolaire (1952-1956), est d'enquêter sur les entreprises constructrices pour connaître leur avis sur ce marché :

« La tension actuelle du marché du bâtiment pouvait en effet laisser craindre que les entreprises, dont les bureaux d'études sont surchargés et dont la capacité de production est utilisée à plein, ne témoignent d'une

⁴⁶⁹ Voir 2.1.

certaine hé situation pour s'orienter vers des formes nouvelles de constructions en série »⁴⁷⁰.

Consultation des entreprises

Le groupe « Techniques et coûts de construction » du premier Plan de l'Équipement scolaire (1952), lance une consultation auprès de plus de quarante entreprises pour la construction de groupes scolaires du premier degré, d'une part à Paris et dans le département de la Seine, d'autre part dans le Nord et dans le Pas-de-Calais (zones urbaines à développement rapide). Cette consultation s'adresse aux entreprises « [...] qui paraissaient qualifiées pour réaliser les constructions en série [...] »⁴⁷¹, comme le signale le rapport du groupe technique de ce premier Plan de l'Équipement scolaire. Le choix de la méthode et des matériaux de construction est libre. Les projets soumis au concours pourraient proposer des méthodes traditionnelles ou industrialisées ; ce qui importe principalement, c'est le prix. Et, les entrepreneurs réaffirment leur soutien aux méthodes industrialisées⁴⁷².

Les enseignements que le groupe « Technique et coût de construction » du premier Plan tire de ces premières expériences, sont les suivantes :

- Pour les projets dont les techniques de construction ne sont plus traditionnelles : la nécessité d'études complémentaires pour l'adaptation de chaque proposition aux besoins spécifiques des locaux scolaires.
- Pour les constructions entièrement préfabriquées, les entreprises s'intéressent au *groupement des commandes*. Bien que « [...] d'ores et déjà, [la préfabrication] fait apparaître des prix très sensiblement inférieurs aux prix courants des constructions scolaires »⁴⁷³, le rapport souligne l'intérêt pour le groupement de marchés en faveur d'une diminution de coûts et de délais de construction. « La passation de commandes groupées, comportant une garantie d'échelonnement dans le temps et une assurance de règlement

⁴⁷⁰ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, C. HENRY (Rapporteur), *Rapport du groupe de travail No. 4 : Technique et coût de la construction du Juin 1952*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22915/41763, p. 47.

⁴⁷¹ *Ibid.*, p. 48.

⁴⁷² Les réalisations issues de cette consultation sont présentées dans la partie 3.

⁴⁷³ Sauf pour les constructions préfabriquées en aluminium qui sont « chères ».

rapide des travaux pouvait provoquer une baisse importante du coût des locaux scolaires »⁴⁷⁴.

Pourtant, le groupe « Technique et coûts de construction », de ce premier *Plan d'Équipement scolaire universitaire, scientifique et artistique*, considère que la seule solution, pour construire rapidement et à un prix raisonnable, est de s'orienter vers une industrialisation de la construction.

Concours pour l'agrément de prototypes

En septembre 1948, une loi prévoit un crédit de 20 millions pour les études de prototypes du premier degré. Cette loi institue une Commission interministérielle, « (...) pour l'étude et la mise au point de types standards de bâtiments scolaires en vue d'obtenir un moindre prix de revient »⁴⁷⁵. Le programme remis aux architectes consiste en la construction d'une école rurale à une classe avec ses annexes. Vingt projets sont sélectionnés pour être réalisés. Ils sont terminés, pour la plupart, pour la rentrée d'octobre 1950 et les dernières au début 1951⁴⁷⁶.

En 1951 la Commission examine les vingt réalisations dès maintenant réalisées et en sélectionne six pour être généralisés. Ces prototypes sont réalisés par des architectes « [...] choisis parmi les plus réputés et les plus qualifiés par leurs réalisations antérieures, notamment en matière de constructions scolaires, [...] »⁴⁷⁷. Ce sont : Jaques Berge, Claude Mazet, Pol Abraham, André Croizé, Robert Camelot avec l'ingénieur Bernard Lafaille, et l'équipe d'architectes Dhuit, Drouin et Storez.

Dans cette première expérience des problèmes sont rencontrés :

⁴⁷⁴ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, HENRY C. (Rapporteur), op.cit., p. 50-54.

⁴⁷⁵ B. LAFAILLE, R. CAMELOT, *Les constructions scolaires. Ecole Type i.E.T.P. (Breveté SGDG) Modèle a gréé, Commission Interministérielle, loi du 12 septembre 1948. Bureau de coordination d'entreprises, Institut d'Etudes Techniques et Professionnelles, 20 rue Saint Didier, Paris.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109. N. p.

⁴⁷⁶ Les réalisations sont présentées dans la troisième partie.

⁴⁷⁷ MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré). Brochure du MEN, Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 7.

- 1) La localisation de chantiers : « La réalisation en série d'écoles à une classe se heurte, de l'avis des auteurs du projet, à la dispersion des chantiers et aux problèmes de transport des éléments préfabriqués à des longues distances. D'autre part, il sera parfois délicat d'introduire dans un site donné des matériaux qui ne s'harmonisent pas avec le caractère du lieu »⁴⁷⁸.
- 2) Les résultats économiques. Ils sont un échec, signale le groupe de travail techniques et coûts de construction du premier Plan : « [...] les exigences imposées aux constructeurs n'ont pas permis de définir un ou plusieurs types de constructions économiques susceptibles de résoudre dans toute son ampleur le problème des constructions scolaires ». Or, « [...] la seule solution pour construire rapidement et à un prix raisonnable est de s'orienter vers une industrialisation de la construction »⁴⁷⁹.

Agrément de prototypes d'écoles à 1, 2 et 3 classes.

En 1953, le ministère de l'Education nationale organise un concours pour l'agrément de prototypes d'écoles primaires à un, deux et trois classes. Après consultation de l'Ordre des Architectes et de la Fédération nationale des entrepreneurs du bâtiment et des travaux publics, un appel à participation est lancé à tous les architectes et entrepreneurs de la France métropolitaine⁴⁸⁰.

Ce programme, susceptible d'être accessible pour toute petite commune, présente l'avantage, selon Pierre Segaud, d'avoir l'agrément des architectes et des projets (plans et devis descriptifs détaillés), « une fois pour toutes », et de cette manière « le projet lui-même n'a pas été soumis à l'examen du comité

⁴⁷⁸ Prototype d'école à une classe. Alexandre Persitz et A.G. Heume, architectes. « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p.

⁴⁷⁹ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, C. HENRY (Rapporteur), *Op.cit.*, p. 22-23.

⁴⁸⁰ Le concours est jugé par une Commission nationale instituée par arrêté du 6 novembre 1953. PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *Rapport du sous-groupe techniques de construction du plan d'équipement scolaire, universitaire, artistique et sportif*. S.I.: COMMISSARIAT GENERAL DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, juill. 1958. 75 p., exempl. Dactylogr, p. 40.

départemental des constructions scolaires, puisqu'il a été retenu et approuvé par la commission nationale des projets-types »⁴⁸¹.

Trois cent dix-huit projets sont agréés en 1957. Le trop grand nombre de modèles agréés ainsi que la dispersion de la commande a empêché la typification escomptée.

« Si bien que les prototypes ont, pour la plupart perdu leur caractère de « typisation ». Faut e d' une ré pétition suffisante, ils ont perdu t oute chance de devenir plus intéressants que n' importe quel pr ojet étudié à la demande »⁴⁸².

« A l'expérience, nombre de ces projets n'ont pas été réalisés »⁴⁸³, signale le groupe technique du deuxième Plan. Les « prototypes-agréés », malgré leur échec, sont la base de la notion de « projets-types », point de départ d'un long parcours, entrepris par les éducateurs, vers la *standardisation* et la *normalisation* du bâtiment scolaire.

A quelle échelle ?

La deuxième réflexion technique du premier Plan se pose sur le type de préfabrication : le choix entre la préfabrication d'éléments ou celle des bâtiments, autrement dit, de la préfabrication partielle ou totale ; à l'échelle de l'élément ou du bâtiment.

On étudie ainsi la production de certains éléments préfabriqués utilisables dans des constructions non préfabriquées. Le groupe technique propose d'étudier des éléments préfabriquables, susceptibles de réduire les coûts par le moyen de la série : menuiseries, portes, fenêtres, équipement sanitaire. Toutefois, leur efficacité dépend moins des caractéristiques des éléments que de la quantité de marchés proposée.

« (...) le groupe de travail est ime que la préfabrication limitée à des éléments i solés des constructions n' apporterait que des résu ltats

⁴⁸¹ P. SEGAUD. *L'Équipement scolair e et sportif de la c ommune*. Paris : Editions Berger-Levrault/L'Administration nouvelle (Coll. Dirigée par M. Lucien MELH), 1958, p. 40. [Microfiche].

⁴⁸² PRÉSIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 40.

⁴⁸³ *Idem*.

insuffisants –voir négligeables- si elle ne devait pas être associée à des commandes de longue durée. Au contraire, l'utilisation de tels éléments s'imposera d'elle-même dans la plupart des constructions scolaires dès l'instant où ils auront été mis en fabrication pour des commandes portant sur un nombre suffisant de groupes scolaires entièrement préfabriqués »⁴⁸⁴.

B. Recherche d'une échelle

Quels sont les moyens de productivité mis en place dans cette première période ? Comment la pensée des pouvoirs publics pour une préfabrication industrielle du bâtiment scolaire s'est-elle transformée pour répondre, aux contraintes techniques et aussi politiques ?

« De par le caractère élémentaire et de par la relative uniformité des besoins auxquels elles ont à satisfaire, les constructions scolaires sont un domaine privilégié pour la rationalisation des techniques. Elles constituent l'un des rares secteurs du bâtiment où il paraît loisible de mettre au point sereinement une standardisation et une planification assez rigides des méthodes de construction »⁴⁸⁵.

La série par la continuité

Des premières expériences tentées par le ministère de l'Education nationale ressort le besoin de la *série*. « [...] la construction en série comportant des éléments préfabriqués, combinés ou non avec des matériaux traditionnels, est le moyen le plus économique de réalisation des bâtiments scolaires »⁴⁸⁶. Pour les entreprises, la série représente la garantie leur permettant de réaliser des investissements en matériaux et matériels nouveaux.

Pour le premier Plan (1952), la priorité est de trouver des séries de bâtiments, pouvant accessoirement inclure des éléments préfabriqués. Le premier moyen de série, proposé par le groupe technique, est la *standardisation*

⁴⁸⁴ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, C. HENRY (Rapporteur), *op.cit.*, p. 26.

⁴⁸⁵ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 8 [Le souligné par l'auteur]

⁴⁸⁶ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, C. HENRY (Rapporteur), *op.cit.*, p. 57. [Le souligné par l'auteur].

de types ; sans oublier la possibilité « [...] d'être adaptée à la multiplicité des besoins locaux »⁴⁸⁷. Ainsi, le groupe technique, priorisant la série sur la préfabrication, après la consultation des entreprises déjà signalée, propose de tenter une première expérience de série avec l'entreprise Génie Civil et Travaux Publics en construction traditionnelle.

Des trois propositions retenues, une première expérience est attribuée à cette entreprise dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, pour une « construction rapide de bâtiments à réaliser en série ». Ainsi l'entreprise proposant des matériaux traditionnels et une mise en œuvre avec des méthodes « relativement évoluées », elle parvient à une baisse de prix de 18% par rapport aux constructions habituelles de mêmes dimensions, et « [...] elle garantit la réalisation de groupes de une à trois classes dans un délai de six mois ». Cette expérience en construction traditionnelle sera comparée avec deux autres « plus industrialisées » : celle proposée par l'entreprise de l'Institut d'Etudes Techniques et Professionnelles (IETP), qui « [...] s'écarte beaucoup plus du traditionnel », mais qui nécessite une étude technique poussée et un relèvement des prix globaux de 36% ; et celle du Despats-Lefèvre-Phénix qui regroupe une entreprise de préfabrication avec une entreprise de travaux de chantier⁴⁸⁸.

En 1958, une deuxième Commission présente les directives de la construction scolaire pour la période du deuxième Plan de l'Equipelement scolaire. Les actions déjà entreprises par le ministère de l'Education nationale à cette date sont :

- 1) Les schémas-types ;
- 2) Les commandes groupées ;
- 3) Les constructions préfabriquées « démontables » ;
- 4) Les prix limites de construction pour l'enseignement primaire.

Ces mesures concernent, directement ou indirectement, la recherche de *série* par la *standardisation* et la *normalisation*. Des schémas-types, conçus sur

⁴⁸⁷ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, C. HENRY (Rapporteur), *op.cit.*, p. 22-23.

⁴⁸⁸ *Ibid.*, p. 52-55.

le principe d'une norme modulaire de 1,75 m⁴⁸⁹, sont établis par le ministère de l'Education nationale dès 1952. Des séries d'écoles sont regroupées, pour un territoire donné, et par un exécutant – ou un groupe d'exécutants - unique. En 1953 et en 1956, des prix plafond sont établis pour une « classe type » de l'enseignement primaire. En revanche, il y a quelque réticence pour ce qui concerne la construction préfabriquée, même si, dans ce cas ils font spécifiquement référence à la construction provisoire. Le groupe « Technique de construction » signale à ce propos :

« Le groupe de travail estime que s'il s'agit là [la préfabrication « démontable »] de solutions de facilité ou de panique, dont le résultat n'est jamais un sujet de fierté, même lorsqu'il s'accompagne d'un minimum de recherche architecturale. [...] La préfabrication n'est pas pour autant à rejeter : considérant, bien au contraire, qu'elle était susceptible de rendre les plus grands services à l'équipement scolaire, le groupe s'est efforcé de définir comment il convenait d'en tirer parti. Mais il a tenu à faire au préalable une réserve sur les écueils que pouvait comporter la préfabrication mal dirigée »⁴⁹⁰.

Le problème du marché scolaire est de trouver une quantité de construction concentrée, justifiant ainsi l'utilisation des méthodes de construction industrialisées. Les caractéristiques physiques et géographiques du secteur scolaire sont fort différentes de celles de l'habitat. D'une part, les constructions scolaires sont beaucoup plus petites ; d'autre part, elles se trouvent géographiquement plus dispersées dans le territoire, et pour des raisons de desserte, sans possibilités de concentration. A ce sujet, le groupe « Technique et coûts de construction du 1^{er} Plan de l'équipement scolaire, s'exprimait ainsi :

« Il ne faut pas oublier qu'on se trouve, pour les constructions scolaires, en face d'un problème technique nouveau, celui de la construction en série appliquée à des chantiers très dispersés »⁴⁹¹.

La notion de continuité est présentée dès le premier Plan de l'Equipement scolaire. La continuité propose une répétition des opérations de construction, c'est-à-dire, en séries. La problématique du secteur scolaire, faute de séries pour

⁴⁸⁹ Voir 2.1.B.b.

⁴⁹⁰ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 4.

⁴⁹¹ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE COMMISSION DU PLAN D'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, HENRY C. (Rapporteur), *op.cit.*, p. 36

des territoires donnés, se pose sur la recherche de nouvelles formes de répétition.

La *série*, paramètre de la productivité dans la construction industrialisée, est le concept abstrait qui, dans un cadre opératif, donne lieu à trois notions de *continuité* :

- 1) Continuité dans l'espace ;
- 2) Continuité dans le temps ;
- 3) Continuité technique.

Continuité dans l'espace

La continuité dans l'espace correspond au principe « traditionnel » de formation des séries, c'est-à-dire, à la construction massive, dans un territoire donné. Le fait de rassembler une quantité de constructions suppose l'optimisation des matériels et main-d'œuvre. C'est la voie encouragée par le premier Plan de l'Équipement scolaire. A la différence du logement, la continuité dans le secteur scolaire implique le groupement des chantiers disséminés, non seulement par ces conditions géographiques mais aussi administratives et juridiques.

Continuité dans le temps

La continuité dans le temps propose une répétition d'opérations pour des périodes successives. C'est l'un des chemins envisagés par les deux premiers groupes techniques des Plans de l'Équipement scolaire. Spécifiquement, le deuxième groupe technique soutient que la continuité et la stabilité des engagements de masse doivent se renforcer par un engagement de durée, sur plusieurs années, et garantir ainsi la continuité de la main d'œuvre.

Les notions de continuité dans le temps et continuité dans l'espace ont le même but : la création de séries, mais à travers des procédures différentes. La première suggère des garanties pour une répétition échelonnée dans le temps. La deuxième doit assurer des débouchés pour un moment donné.

« Toutes les industries qui ont progressé dans le sens de la productivité n'ont pu le faire qu'en recherchant l'organisation de leur débouché, de manière à obtenir une continuité de fabrication génératrice du perfectionnement des procédés et outillages »⁴⁹².

Pour Balency-Bearn, représentant de la Fédération Nationale du Bâtiment auprès du groupe technique du deuxième Plan de l'Équipement scolaire, la *continuité quantitative* se soutient sur deux niveaux : temps et espace. Il propose pendant les travaux de réalisation du troisième Plan de l'Équipement scolaire (1960), des programmes organisés à une échelle urbaine d'ordre régional.

Pol Abraham, architecte en chef des bâtiments civils et palais nationaux, auteur d'*Architecture préfabriquée*, et membre de sous-groupe techniques de construction du deuxième Plan de l'Équipement scolaire, s'exprime en faveur de la continuité dans le temps, au détriment de la continuité dans l'espace :

« (...) ce qui permet de réduire les frais généraux des entreprises, ce qui leur permet d'organiser leur production en atelier et au chantier dans les meilleures conditions de rendement, ce n'est pas d'ouvrir dix chantiers simultanément (ce qui pose des problèmes insolubles de cadre et de matériel) mais de les ouvrir successivement avec des décalages permettant l'utilisation possible de spécialistes sans temps morts, la meilleure rentabilité de matériel investi, le rôle plus efficace des hommes et des machines, etc... »⁴⁹³.

Les recommandations données par les deux premiers Plans de l'Équipement scolaires proposent :

- pour la continuité dans l'espace, de centraliser le contrôle de la maîtrise d'ouvrage et le regroupement administratif par les Académies ;
- pour la continuité dans le temps, de modifier les conditions de passation des marchés, par leur extension au-delà de la période du plan, soit cinq ans.

⁴⁹² M. BALENCY-BEARN, *Rapport sur l'augmentation de la productivité dans les constructions scolaires. Annexe no. 8 au procès-verbal de la séance du 3/11/1960. [il s'agit des séances de travail du Groupe "Procédés et Techniques de Construction" de la Commission de l'Équipement Scolaire, Universitaire et Sportif pour la préparation du 3e Plan de l'équipement scolaire]*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22917/41766, p. 1.

⁴⁹³ P. ABRAHAM, *Commandes groupées d'établissements scolaires de l'enseignement technique sur le plan d'une académie. Rapport pour Monsieur le Recteur de l'Académie de Montpellier*. Paris, le 7 Avril 1957. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22900/41684. N. p.

De cette manière, le ministère de l'Éducation nationale pourrait assurer un volume de commandes lui permettant de lancer une consultation au niveau national, en même temps, qu'il garantit aux entreprises des marchés assez importants (pour un moment donné et extensible), situation qui devrait inciter l'investissement des techniques industrialisées.

Continuité technique

Le but, soit de la continuité dans l'espace, soit de la continuité dans le temps, est la *continuité technique*. Esquissée par le troisième Plan de l'Équipement scolaire, elle suppose la disposition de moyens techniques pour réaliser n'importe quel projet de manière indéterminée.

« Cette continuité technique [« plus que la continuité quantitative »] permet seule en effet aux fournisseurs et entrepreneurs de créer des modèles de fournitures, d'éléments typifiés, d'outillages dont le débouché ou l'amortissement seront assurés même si une certaine discontinuité quantitative existe »⁴⁹⁴.

La notion de *continuité technique* est la base des moyens de productivité supposés rendre des séries : la modulation et la typification. Les notions de *continuité : technique, temporelle et spatiale*, sont la source des trois actions concrètes, mises en place dans la première sous-période (1951-1962) :

- La normalisation pédagogique, architecturale et technique ;
- La *typification* de prix, de projets et de procédures ;
- Le groupement des marchés.

Normalisation et typification

Dans la première partie nous avons signalé que normaliser veut dire spécifier, unifier et simplifier, et cela en trois axes : dimensions, qualité et compatibilité⁴⁹⁵. Nous avons déduit, dans la première partie, que la normalisation, dans la période étudiée, se focalise sur la dimension.

⁴⁹⁴ BALENCY-BEARN, *op.cit.*, p. 2.

⁴⁹⁵ Voir 1.2.A.b.

Quelle est donc la démarche du secteur éducatif pour la mise en place de la normalisation dimensionnelle ?

- Le premier Plan de l'Équipement scolaire recommande une trame unique de 1,75 m pour la composition architectonique de tous les locaux du premier, du secondaire et du technique ;
- Le deuxième Plan de l'Équipement scolaire revient à la question de la trame, tout en donnant la priorité aux besoins de standardisation et de normalisation des programmes pédagogiques.

« La normalisation portera d'abord sur les programmes pédagogiques [...] Ensuite, elle continuera à s'appliquer aux dimensions et à la disposition des locaux »⁴⁹⁶.

Module 1,75

Un des principaux moyens de productivité établis par les « éducateurs »⁴⁹⁷ et fixés par les instructions ministérielles de 1952, est une trame spatiale pour toutes les écoles à 1,75 m. Plusieurs hypothèses peuvent être émises afin d'expliquer le choix de cette module. Pour Raphaël Labrunye « Le choix de cette dimension semble né d'un curieux compromis entre une trame de 1,80 m, plus pertinent spatialement car divisible en de multiples facteurs, et celle de 1,25 m ou 1,05 m, plus pertinente constructivement, car correspondant à la taille des tôles du commerce [...] »⁴⁹⁸. Sur la trame de 1,80 m, d'autres hypothèses seraient à réfléchir : il se peut que ce soit un arrangement entre le système décimal et la dimension de la toise⁴⁹⁹, 1,83 m, mesure ancienne utilisée dans la construction, basée sur le système anglo-saxon. Cette dimension (1,80 m) est d'ailleurs celle que Le Corbusier donne à la hauteur totale du corps dans son Modulor. Et, la trame de 1,75 m, pensons-nous, correspond à une réduction de cette dimension (1,80 ou 1,83), que par l'effet multiplicateur, diminue le prix forfaitaire à subventionner.

⁴⁹⁶ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 10.

⁴⁹⁷ Pierre Chemillier, interview le 4 avril 2009.

⁴⁹⁸ LABRUNYE, R. « Jean Prouvé ou l'impossible industrie », *Le Visiteur*, n° 11, mai 2008, p. 60.

⁴⁹⁹ Propos d'André Guillerme.

Les normes dimensionnelles, datant de 1949, sont modifiées lors des travaux de préparation du premier Plan de l'Équipement scolaire (1951). Pour le premier degré, les normes de 1949 considèrent une superficie, par classe type, de 60 m² (1,50m² x 40 élèves). Une première réduction est implémentée lors de la consultation des entreprises⁵⁰⁰ où la surface est réduite à 53 m² (« 7m x 7m70 »). Et pourtant, comme l'expose Jean Prouvé « les enfants ne changent pas de taille »⁵⁰¹. Puis, le groupe technique de ce premier Plan signale qu'une unification de dimensions est aussi nécessaire aux classes de tous ordres de l'enseignement : primaire, secondaire et technique, qu'à l'ensemble des locaux bâtis pour : les laboratoires, les dortoirs, les réfectoires, etc.

Le service de constructions scolaires décide pour tout local destiné à l'enseignement d'y joindre cette trame déjà accordée par le Conseil général des bâtiments de France pour les bâtiments administratifs :

« [...] en partant des besoins pédagogiques les plus complexes – ceux du second degré et de l'enseignement technique – il a effectivement été possible d'établir pour les divers locaux des plans-types à partir d'une trame élémentaire de 1m75 »⁵⁰²

Pour le premier degré, cette trame s'utiliserait pour des locaux de 4 x 5 modules de 1,75 m, soit donc 61,25 m². Ceci, malgré les intentions de diminuer la surface, entraîne une augmentation d'environ 2%, par rapport aux normes de 1949. En dépit de l'accroissement de la superficie, signale le groupe technique, « (...) l'unification générale des dimensions permettrait vraisemblablement une économie sur les constructions du fait de la possibilité d'une industrialisation d'un nombre important d'éléments de la construction (poteaux, poutres, huisseries, etc...) »⁵⁰³. De ce fait les 56 m², constituant dorénavant la base des estimations, redeviendront moins chers, grâce à la standardisation par la normalisation dimensionnelle.

⁵⁰⁰ Voir 2.1.A.a.

⁵⁰¹ J.-F. ARCHIERI, *Prouvé: cours du CNAM, 1957-1970 (Essai de reconstitution du cours à partir des archives Jean Prouvé)*. Liège: P. Mardaga, 1990, p. 178.

⁵⁰² COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'ÉQUIPEMENT, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE COMMISSION DU PLAN D'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, HENRY C. (Rapporteur), *op.cit.*, p. 11.

⁵⁰³ *Ibid.* p. 13-14.

Le deuxième Plan de l'Équipement, moins conceptuel et plus opérationnel que son précédent en matière de normalisation, soutient, d'une part, les schémas-types, d'autre part, fait appel à une « discipline de normalisation ». Cette discipline représente pour le groupe une concertation de tous les acteurs, « depuis la rédaction de programmes jusqu'à la réception des travaux », c'est-à-dire les « délégués de l'État, délégués des Collectivités locales, hommes de l'art, exécutants »⁵⁰⁴.

De plus, une des principales recommandations du groupe technique du deuxième Plan de l'Équipement scolaire est d'élargir la standardisation à toutes les échelles, aussi bien pour les éléments structurels que pour l'équipement. C'est le moyen de présenter la série, selon l'ingénieur Jean Prouvé dans ses *Cours du CNAM* comme : « Modulation indispensable : dès qu'il y a rupture de modulation il y a rupture dans la fabrication en série »⁵⁰⁵. Ainsi, une trame de 1,75 m devient un des principaux moyens de productivité issus de cette sous-période, car elle est supposée constituer l'interphase entre la conception et la réalisation :

*« L'amélioration de la productivité des chantiers de bâtiment n'est concevable que moyennant la répétition d'un grand nombre de composants identiques, et seules les normes de construction aussi détaillées que possible autoriseront pareille répétition »*⁵⁰⁶.

Toutefois, cet outil de conception, supposé rendre des gains de productivité, est remis en question pendant toute la période étudiée. Dès le départ, cette trame semble ne pas convenir à la construction scolaire et préfabriquée. Le premier groupe technique indique que la portée minimum de 7 m de toutes les salles de classe ne peut pas être exigée pour certains modes de préfabrication surtout quand il s'agit de plusieurs niveaux où un poteau central serait nécessaire, avec le rejet, du point de vue pédagogique, de cet élément structural.⁵⁰⁷ Au début des années 1960, elle est remise en question par celle de 1,80 m avant que les conditions de diversité de la période postérieure établissent celle de 7,20 m. Jean Prouvé dans son *Cours du CNAM*, expose « On impose

⁵⁰⁴ PRÉSIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'ÉQUIPEMENT, COMMISSION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 10

⁵⁰⁵ J.-F. ARCHIERI, *op.cit.*, p. 102.

⁵⁰⁶ PRÉSIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'ÉQUIPEMENT, COMMISSION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 11.

⁵⁰⁷ Cette trame deviendra plus tard de 1,80 m puis 7,20 m.

1m75 en béton, peut être pas valable pour le bois, encore moins pour le métal »⁵⁰⁸.

« Problème de la trame : la sous-commission n'estime pas opportun d'abandonner la trame de 1,75 m pour celle de 1,80 m, la dépense qui en résulterait se traduisant par une dépense de l'ordre de 5 %. Autre que la généralisation n'est pas encore introduite dans le secteur de la production industrielle, aucune critique n'a été relevée à propos de son utilisation »⁵⁰⁹.

Cette trame est ainsi un des principaux *indicateurs* du manque de synergie entre la conception et la réalisation : « (...) la seule échelle de la construction – le poids et la taille de ses composants – nécessite un outillage dont l'emploi est susceptible de remettre en cause tout le processus de production de l'édifice et, partant, le travail de conception lui-même »⁵¹⁰.

⁵⁰⁸ ARCHIERI, op.cit., p. 178.

⁵⁰⁹ COMMISSION MINISTERIELLE D'ETUDES DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES (3ème sous-commission), CORBIERE M. (Président), CAPLAT M. (Rapporteur), *Recherche de nouvelles organisations susceptibles d'améliorer la rapidité et la qualité de l'exécution des programmes. Compte-rendu d'une réunion, n.d. lors de la préparation du rapport à reporter le 29 avril de 1961 au M. le Ministre*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22899/41682. N. p.

⁵¹⁰ P. POTIE, « Autour de la plieuse de Jean Prouvé », p. 47, in C. SIMONNET, *Imaginaire technique (Les cahiers de la recherche architecturale, no. 40)*. Paris: Editions Parenthèses, 1997.

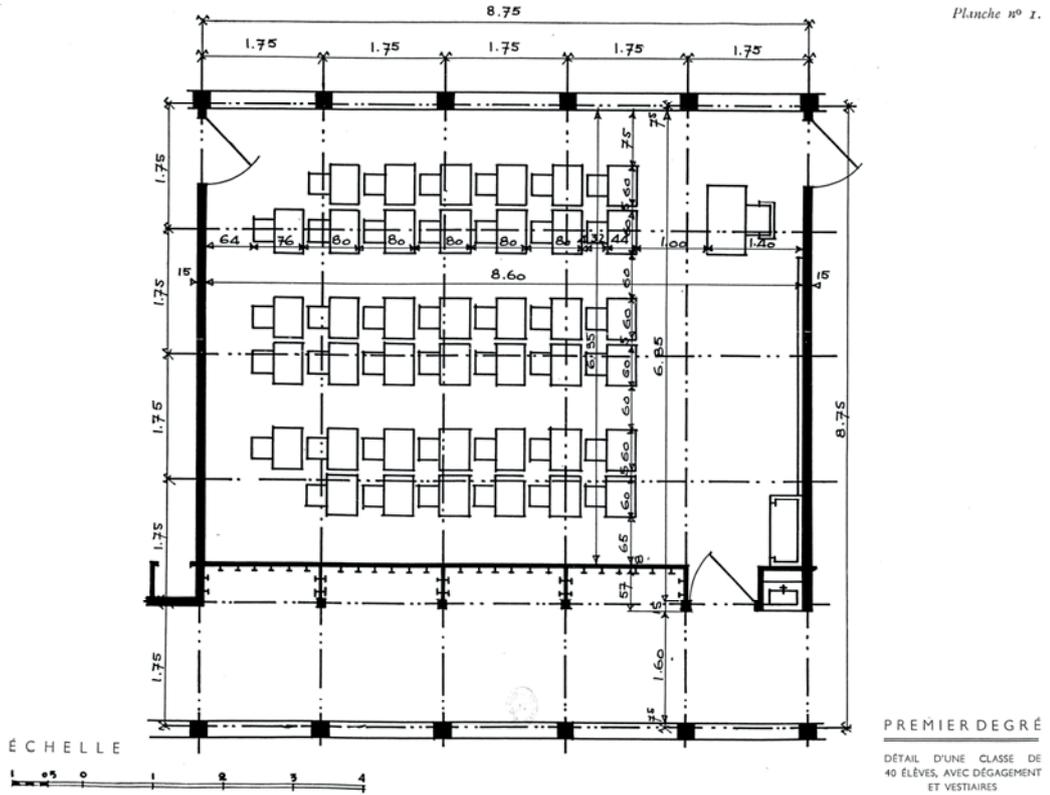


Figure 11. La trame de 1,75

Source : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ARCHITECTURE, SERVICE TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES, *Bâtiments d'enseignement*. (Schémas types). Paris : Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1955, planche n°1.

Schémas types

Cependant, la trame devient le principe de composition d'un des moyens techniques établis par les services techniques du ministère de l'Education nationale, direction de l'architecture, le *schéma type* [Figure 11].

« Concrétisant les normes dimensionnelles de l'Education Nationale pour le plus grand nombre des types de locaux à construire et consacrant la trame de 1.75 mise en honneur par le Conseil Général des Bâtiments de France, ils fournissent un outil de travail fort précieux à tous ceux qui ont pour mission de construire une école primaire, une école maternelle, un lycée, un Centre d'apprentissage ou des gymnases et salles de gymnastique »⁵¹¹.

L'idée, signale le ministre de l'Education Jean Berthoin dans le premier numéro spécial sur la construction scolaire de *Techniques & architecture*, est de mettre à la disposition des architectes un catalogue de plans à partir desquels il suffirait de choisir un type pour sa réalisation. Pour le Ministre, ce document normalise, sur un module unique, environ soixante-dix éléments différents du programme (classes, amphithéâtres, laboratoires, dortoirs, infirmeries, vestiaires, réfectoires, cuisines, gymnases, locaux administratifs, logements du personnel enseignant) ; les éléments de la construction (structures, planchers, escaliers, portes, fenêtres, fermes, couvertures) ; les interférences et tous les éléments mineurs de toutes sortes de matériaux (bois, acier, duralumin, béton armé, brique, pierre de taille, corps creux préfabriqués, etc). Ainsi, à la tête du ministère de l'Education, on soutient que « Cette conception entièrement nouvelle des méthodes de construction de nos bâtiments scolaires a offert la possibilité de faire un large appel à la production industrielle tout comme aux entreprises plus modestes [...] »⁵¹².

Les études des schémas types, réalisées par la Direction de l'Architecture et son Service technique de constructions scolaires, commencent dès 1950. Elles donnent lieu à trois publications, éditées par le Centre de documentation pédagogique : en 1952, l'année où André Cornu, Secrétaire d'Etat chargé des Beaux-arts, publie dans *l'Architecture française*, « les architectes et le problème

⁵¹¹ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p.1- 2

⁵¹² J. BERTHOIN, « Préface », in « Constructions scolaires 1 », *op.cit.*, p. 50-51.

des constructions scolaires »⁵¹³, est publiée aussi la première plaquette des schémas types; une deuxième édition date de 1955, et une troisième de 1960.

La première édition (1952), expose trente-sept planches des schémas types pour la conception de locaux et d'écoles du premier et deuxième degré ainsi que pour l'enseignement technique. Les six premières planches correspondent aux bâtiments du premier degré (40 élèves) et aux écoles maternelles d'une à dix classes. Les planches 5 et 6, concernant aussi ces degrés de l'enseignement, présentent les différentes conceptions de logements (directeur, économat, surveillant) d'une à cinq pièces. Les planches de 7 à 29 correspondent aux établissements du second degré et de l'enseignement technique ; elles présentent des plans et des coupes de classes d'enseignement général, de classes spécialisées, et de tous les autres locaux : salle de jeux, bibliothèque, pavillons d'internat, réfectoires, administration, centre médical et infirmerie pour internat ; les locaux d'éducation physique, et les appartements⁵¹⁴. Les planches n° 30 à 34 contiennent divers schémas théoriques de répartition des services dans des lycées de mille deux cents élèves (600 garçons et 600 filles). Les planches 36 et 37 concernent des installations sportives scolaires comme un gymnase et une salle d'éducation physique.

Malgré la diversité des locaux, tous ces *schémas* sont conçus sur la trame de 1,75 m, à l'exception des planches 2, 3 et 4 où les *types*, concernant l'enseignement primaire, présentent des classes de diverses mesures ; dans le sens de la longueur : 3,35 m ; 8,60 m ; 5,10 m ; 10,35 m ; pour la largeur : 6,85 m, bien que la longueur et la largeur totales deviennent des multiples de la trame de 1,75 m : longueur $26 \times 1,75 = 45,50$ m et largeur $5 \times 1,75 = 8,75$ m. Cette approche est abandonnée et rectifiée dans la deuxième publication de schémas-types.

« Devant le succès remporté auprès des Architectes par la première Edition de la brochure, il était nécessaire d'étendre cette présentation graphique à divers éléments de détails con tenus dans tous les bâtiments de l'Education nationale. Ainsi, il devient aisé de juxtaposer ces éléments, d'allonger, de surélever ou de retourner en équerre les bâtiments pour développer les services existants ou en introduire de nouveaux. Les

⁵¹³ A. CORNU, « Les architectes et le problème des constructions scolaires », *L'Architecture française*, n° 129-130, 1952, p. 1.

⁵¹⁴ La planche n° 35 est un exemple d'une étude plus libre sur terrain boisé.

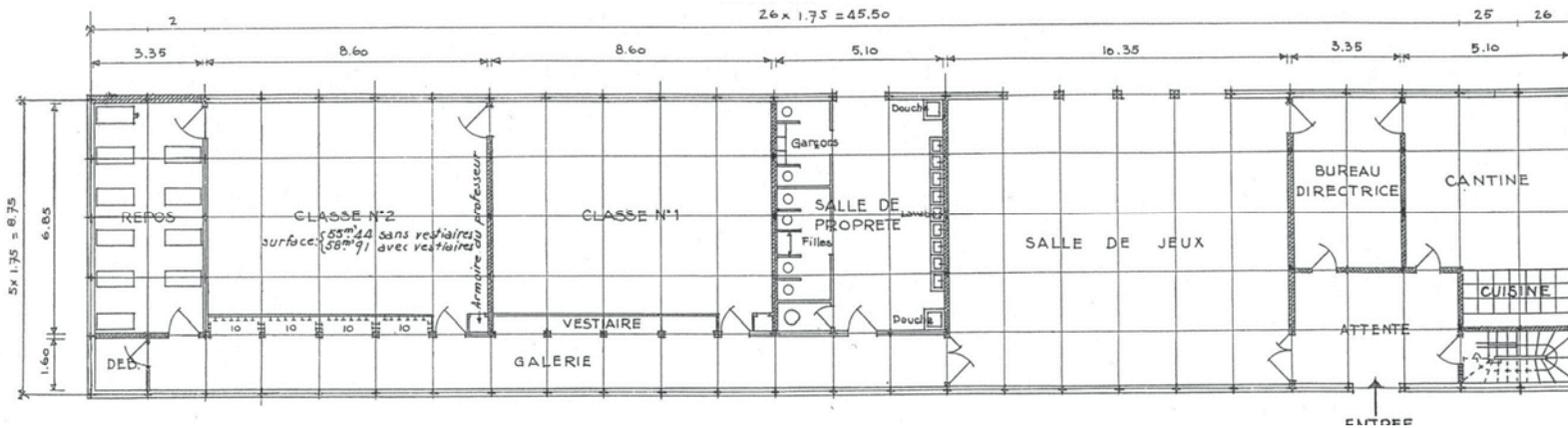
Architectes, enfin libérés de ces problèmes toujours compliqués et parfois insolubles, pourront désormais, en partant de données précises, laisser toute liberté à leurs qualités d'Artistes et Techniciens et, comme par le passé, créer des œuvres belles et pratiques, conçues avec toutes les ressources de leur imagination »

Pour la nouvelle édition, publiée en 1955, la Direction du second degré soutient la position du Plan de l'Équipement par rapport à la trame de 1,75 pour toutes sortes de locaux sans exception : « [La normalisation] sera toujours basée sur la trame de 1,75 et il suffira de compléter, de préciser, et dans quelques cas, de modifier les 'schémas-types' existants »⁵¹⁵. Dans cette publication toutes les planches ne correspondant pas à la trame 1,75 sont modifiées [Figure 12].

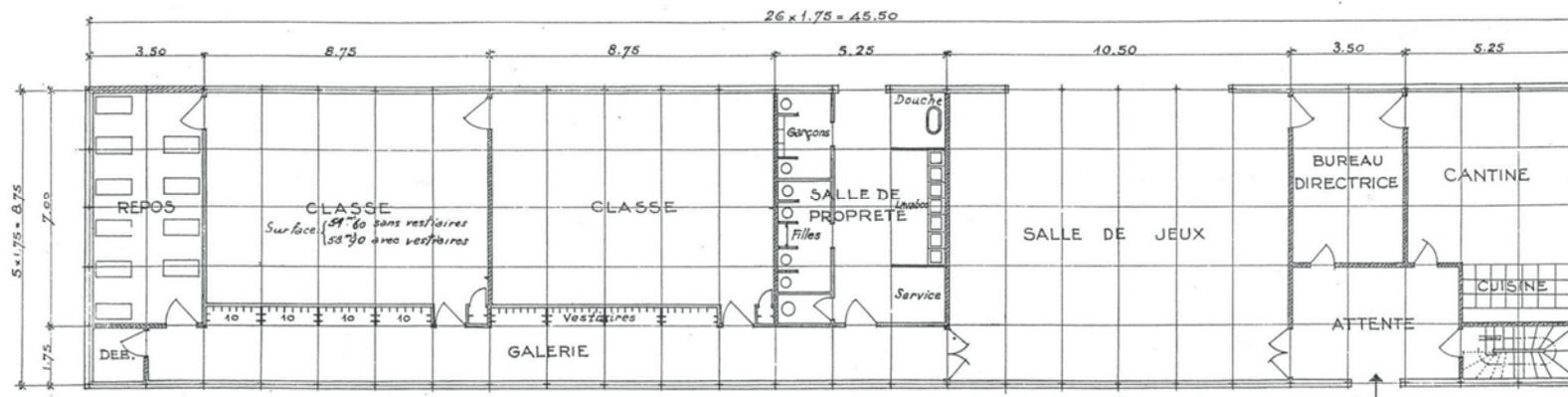
« Après un examen comparatif de diverses grandeurs possibles, le module 1 m.75 fut adopté. On ne pouvait en retenir un plus petit sans nuire au fonctionnement de certains éléments (dortoirs, sanitaires, circulations), et le module de 1 m. 80, plus large, plus pratique, parce que divisible par 2,4, 6, 9,10, mais plus cher, car il entraîne une augmentation de surface construite de 6% environ, fut réservé en raison des circonstances qui imposent une stricte économie »⁵¹⁶.

⁵¹⁵ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 10.

⁵¹⁶ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ARCHITECTURE, SERVICE TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES, *Bâtiments d'enseignement. (Schémas types)*. Paris : Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1955. N. p.



1952



1955

Figure 12. Schémas types 1) de 1952 ; 2) de 1955

Source : 1) MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ARCHITECTURE, SERVICE TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES, *Bâtiments d'enseignement. (Schémas types)*. Paris : Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1952 et 2) 1955. Planche n°2.

En 1960, une troisième publication revendique la fameuse trame, en proposant toutes sortes de compositions pour les divers types de locaux de l'enseignement scientifique (physique, chimie, sciences naturelles) et de locaux techniques (électricité, photographie). On y superpose les différents rangements scientifiques sur la trame de 1,75 en modules de 3x4, 4x4, 4x5, 4x6⁵¹⁷.

Les *schémas-types* sont un des principaux moyens de normalisation dimensionnelle et pédagogique (i.e. nombre de classes, type de locaux) mis en place, dans cette sous-période (1951-1962). Ils seront, comme la *trame* adoptée, sujets à d'autres questionnements dans la sous-période postérieure.

Typification de prix

Typification⁵¹⁸ est une notion porteuse de *série* et implémentée dans cette période. Il s'agit de tout typifier : les prix, les projets et les procédures. Par ces moyens de productivité, mis en place d'abord dans l'éducation primaire, des *prix-plafonds* sont instaurés durant cette sous-période.

Or, de la typification des classes résultent leurs prix types et plafonnés. Les arrêtés interministériels du 9 août 1953 et 11 juillet 1956, fixent les prix limites pour les « classes types » du premier degré⁵¹⁹. Le décret 59.1238, du 26 octobre 1959, et une circulaire du 5 novembre 1959 fixent les prix plafonds du Secondaire, calculés sur celui du mètre carré et sur les travaux du bâtiment ; entre autres, ces prix ne prennent pas en compte les autres dépenses comme celles des travaux extérieurs, les honoraires d'architectes et les coûts des équipements spécifiques⁵²⁰.

⁵¹⁷ MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE ET SPORTIF (SERVICE TECHNIQUE), *Installations des salles scientifiques second degré (Schémas types)*. Paris: Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1960. 46 planches N. p.

⁵¹⁸ Voir 1.2.A.b.

⁵¹⁹ PRÉSIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'ÉQUIPEMENT, COMMISSION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 4.

⁵²⁰ Ce principe est à l'origine de la procédure des prix établie dans la deuxième période pour le secteur industrialisé, et où s'introduisit un coût global plafond calculé à partir d'un prix à l'élève, lequel couvrit l'ensemble des dépenses relatives à une opération. J.-P. DUCLOS, *Un CES par jour ou l'État dans tous ses états*. Thèse de doctorat en Sciences politiques (Spécialité «Gouvernement local et administration locale ») Université de Bordeaux I, Institut d'Études politiques, Centre d'étude et de recherche sur la vie locale, 1992. Dir. J. DUMAS, p. 38.

Au niveau des plans et des prix, la rationalisation dans cette sous-période est officiellement acceptée et décrite par deux instructions : celles du 11 avril 1960 et du 23 septembre 1960⁵²¹. Ici, sont typifiées, normalisées et rationalisées, toutes les qualités fonctionnelles et techniques des ouvrages réalisés respectivement pour les établissements d'enseignement général et pour les établissements de l'enseignement technique.

Groupement

La *série*, dans le secteur du logement, quand elle ne peut plus être atteinte par la *continuité* des grandes opérations (après 1968)⁵²², elle est assurée par le groupement des commandes et par la politique de « modèles ». La même procédure est adoptée par le ministère de l'Education nationale.

Commandes groupées du Primaire

L'expérience, dans les zones rurales, de projet-types agréés s'étend aux grandes agglomérations, par une procédure dénommée « commandes groupées » :

*« A l'origine, il est nécessaire de mettre en place une ar mature qui assure tout à la fois la centralisation de la conception, puisque le groupage suppose une absolue parenté des conceptions, et la dé centralisation de la mise en œuvre et de l'exécution »*⁵²³.

La procédure des commandes groupées consiste « [...] à construire, dans une zone géographiquement donnée (ville, département, région) une série d'écoles d'importance variable à partir d'éléments constitutifs communs et à choisir pour cela dès le départ un exécutant – ou un groupe d'exécutants - unique »⁵²⁴. L'idée d'un deuxième groupe du deuxième Plan, chargé des « techniques de construction », est que, dans un premier temps, le ministère de l'Education centralise, par zones, la réalisation des établissements ; ensuite,

⁵²¹ *Ibid.*, 38.

⁵²² Voir 2.2.B.

⁵²³ PRÉSIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 44.

⁵²⁴ *Ibid.*, p. 2.

qu'un architecte coordonnateur définisse les *éléments-types polyvalents*⁵²⁵ et l'organisation administrative et technique de l'exécution⁵²⁶. Ceci demande un effort de concentration de la conception architecturale et d'organisation ministérielle avec la décentralisation des phases constructives sous le contrôle de chaque commune.

*« [...] les architectes, au lieu d'établir des projets différents dont chacun devrait être séparément examiné, approuvé et financé, mettent au point, au cours d'études menées en commun sous la direction d'un architecte coordonnateur, des éléments-types à partir desquels toutes les constructions projetées seront ensuite traitées et exécutées »*⁵²⁷.

D'ailleurs, aussi bien pour les projets-types de petites communes que les commandes groupées de zones urbaines, ou périurbaines, les régimes administratifs et financiers sont privilégiés : dans la plupart des cas, le permis de construire est exempté et l'adjudication de marchés reste flexible, tout en respectant les règles de l'appel à la concurrence⁵²⁸.

Plusieurs commandes sont groupées dans tout le territoire pendant cette sous-période⁵²⁹. Entre 1955 et 1960, l'architecte Pol Abraham, en collaboration avec Bernard Kuentzler, réalise plusieurs groupes scolaires en commandes groupées⁵³⁰ dans l'ancien département de la Seine-et-Oise (aujourd'hui situé Ile-de-France⁵³¹) et plus précisément dans les communes de l'actuel département des Yvelines⁵³², dans l'Essonne⁵³³, dans le Val-d'Oise⁵³⁴ et dans l'actuel département de Seine-Saint-Denis^{535/536/537}.

⁵²⁵ Les commandes groupées du Primaire ont été confiées aux architectes municipaux sous la direction d'un architecte coordonnateur qui normalement élaborait non seulement les cellules d'éléments types polyvalents, mais aussi les projets et, dans d'autres cas, laissait l'initiative aux architectes municipaux. En ABRAHAM, *op.cit.*, N. p.

⁵²⁶ Annexe n° 3 du groupe techniques de construction : « Les constructions scolaires en commandes groupées », p. 1, in PRÉSIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'ÉQUIPEMENT, COMMISSION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*

⁵²⁷ SEGAUD, *op.cit.*, p. 41.

⁵²⁸ *Ibid.*, p. 60-62.

⁵²⁹ Dans le secteur d'habitation, les commandes groupées et l'utilisation de « modèles », sont deux politiques que leur ministère met en place à la fin des années 1960 avec l'inflexion des importantes besoins de logement.

⁵³⁰ Pol Abraham : *ouvrage publié à l'occasion de l'exposition « Pol Abraham, architecte (1891-1966) », présentée au Centre Pompidou, Galerie du Musée, du 5 mars au 2 juin 2008*. Paris : Centre Pompidou, 2008.

⁵³¹ Dans la réorganisation de la région parisienne, ce département a été supprimé en 1968, et a constitué les départements de l'Essonne, du Val-d'Oise et des Yvelines.

⁵³² A : Bièvres et Poissy (1955-56), Conflans-Sainte-Honorine (1955-56) et Achères (1958-59).

En 1955, dans la première publication de *Techniques & Architecture*, consacrée à la construction scolaire, sont présentés des établissements scolaires, gérés par cette procédure, et pour la plupart commencés en 1954, à Limoges, à Marseille et en Alsace-Lorraine. A cette occasion, *Techniques & Architecture* souligne la rapidité et la baisse des coûts de cet ensemble réalisé en 150 jours, résultats obtenus grâce à la procédure utilisée :

« Les délais de réalisation et les prix de revient ont pu être abaissés d'une façon considérable grâce au bénéfice que l'on était de tirer d'une part de la standardisation générale des chantiers, des procédés, des constructions et des plans, et d'autre part, du groupement de commandes »⁵³⁸.

En Alsace-et-Moselle⁵³⁹, un programme de vingt-quatre groupes scolaires, conduits en deux campagnes : 1952-53 et 1953-54. L'architecte « en chef coordonnateur », chargé d'organiser et de réaliser ce programme, qui est d'ailleurs le « premier essai de commandes groupées exécutées simultanément dans trois départements », est Bertrand Monnet. Pour la première tranche (en cours d'achèvement en 1955), l'architecte (assisté de l'architecte J. Gulinouwski et des ingénieurs Kuhlmann et Weill) réalise sept groupes scolaires : quatre-vingt

⁵³³ A : Brunoy, Draveil, Corbeil-Essonnes et Etampes (1955-56), à Corbeil-Essonnes et à Draveil (1958-1960).

⁵³⁴ A : Bezons, Enghien-les-Bains, L'Isle-Adam, Montmorency, Pontoise et deux à Ermont (1957-1959).

⁵³⁵ Deux groupes scolaires à Noisy-le-Grand (1955-56 et 1959-60).

⁵³⁶ Pol Abraham : ouvrage publié à l'occasion de l'exposition « Pol Abraham, architecte (1891-1966) », *op.cit.*

⁵³⁷ Hors les commandes groupées, l'architecte Pol Abraham réalise dans cette sous-période les bâtiments d'enseignement et d'internat de l'Ecole nationale d'enseignement technique de Montluçon pour 1 700 élèves. Ici il utilise le système des murs porteurs de béton banché caverneux revêtus extérieurement d'éléments préfabriqués en pierre reconstituée formant coffrages perdus. C. RAMBERT, *Constructions scolaires et universitaires*. Paris: Vincent, Fréal et Cie, 1954, p. 122. De même entre 1950 et 1955, cet architecte, en tant qu'architecte du ministère de l'Education nationale, réalise d'autres établissements scolaires, principalement d'éducation secondaire : Lycée de garçons d'Epinal (aujourd'hui lycée Louis-Lapicque) (Vosges) ; Ecole nationale d'enseignement technique de Montluçon (aujourd'hui lycée Paul-Constans) (Allier) ; Collège technique mixte et Centre d'apprentissage Jules-Fil (aujourd'hui lycée d'enseignement technique Jules-Fil), à Carcassonne, (Aude) ; Centre d'apprentissage de Perpignan (Pyrénées-Orientales) ; Groupe scolaire François-Rabelais (aujourd'hui lycée professionnel François-Rabelais), à Brassac-les-Mines (Puy-de-Dôme) ; Lycée de jeunes filles Marie-Curie (aujourd'hui lycée Marie-Curie), à Tarbes (Hautes-Pyrénées) ; et, en tant qu'architecte indépendant auprès de la collectivité locale, il réalise aussi l'internat du lycée mixte de Saint-Dié-des-Vosges (Vosges)⁵³⁷. Il est probable que dans ces autres établissements scolaires Pol Abraham ait utilisé quelque type de préfabrication, toutefois nous n'avons pas pu le vérifier du fait de notre démarche méthodologique : recherche des éléments préfabriqués et non des architectes préfabricateurs.

⁵³⁸ « Commandes groupées, groupes scolaires à Marseille, René Egger, architecte », in « Constructions scolaires 1 », *Techniques et Architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 57.

⁵³⁹ « Commandes groupées – groupes scolaires, écoles maternelles ; Bertrand Monnet, architecte en chef coordonnateur », in « Constructions scolaires 1 », *op.cit.*, p. 60-63.

quatre écoles normalisées sur plans types. Pour la deuxième tranche (prévue pour 1956), le même architecte doit assurer dix-sept groupes scolaires (cent-soixante et onze classes du primaire, trente-quatre de la maternelle et cent-dix-neuf logements)⁵⁴⁰.

En 1959, dans le troisième numéro spécial sur les constructions scolaires, la revue *l'Architecture française* publie une autre série des commandes groupées à Saint-Etienne dans les départements de la Haute-Marne et de la Seine-et-Oise. Bertrand Monnet, architecte coordinateur de plusieurs de ces commandes groupées, exprime ici que les efforts portent sur la recherche d'une économie plus stricte, sur l'élimination de la « lourde inconnue » des travaux de fondations et d'adaptation, sur l'accélération des délais d'exécution (un groupe de vingt à trente classes construit en six mois), et sur les améliorations dans la composition physique de l'ensemble^{541/542}. Dans la même revue sont présentés d'autres commandes groupées ayant utilisé des systèmes préfabriqués : dans la Seine-et-Oise, coordonnées par l'architecte R. de Cidrac, réalise (1955-1956)⁵⁴³ ; à Saint-Etienne par les architectes Albert Ferraz et Lucien Seignol⁵⁴⁴.

En 1961, *l'Architecture française*, dans son quatrième numéro spécial sur l'architecture scolaire, présente les écoles en commandes groupées dans le Pas-de-Calais, où les architectes Battut et Warnesson, coordonnent 113 classes et 42 logements dans neuf communes situées à la périphérie de la ville de Lens⁵⁴⁵. Dans ce numéro, l'architecte Monnet expose que la normalisation de ces programmes a fait ressortir des besoins autres que la seule typification de cellules et des éléments, « [...] il a paru essentiel de diversifier autant que faire se pouvait l'aspect architectural de ces constructions [...] ». Pour ce faire, l'architecte propose l'adaptation du plan masse sur le terrain, l'emploi de

⁵⁴⁰ Voir la réalisation en partie 3.

⁵⁴¹ B. MONNET, « Groupes scolaires en commandes groupées départements de la Moselle et de la Haute-Marne », *L'Architecture française (Constructions scolaires III)*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 56.

⁵⁴² En 1960, *Techniques et architecture* présente la continuation de ces commandes groupées dans son premier numéro sur la construction scolaire. « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 144.

⁵⁴³ « Ecoles en commandes groupées en Seine-et-Oise ; R. De Cidrac, architecte coordonnateur », in *L'Architecture française (Constructions scolaires III)*, op.cit., p. 72-75.

⁵⁴⁴ Ecoles en commandes groupées à Saint-Etienne, Albert Ferraz et Lucien Seignol, architectes » *Ibid.*, p. 63-65.

⁵⁴⁵ « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 73-75.

matériaux locaux, des études pour la peinture et l'introduction d'éléments décoratifs, au titre du 1%⁵⁴⁶.

Le but du groupement de commandes est la productivité : temps, coûts et qualité, soit une productivité basée sur le principe de la série des éléments constructifs et sur la répétition des procédures.

« La commande groupée permet, par l'établissement d'éléments types ou de cellules normalisées d'éviter la répétition d'études analogues dans les constructions isolées [...] Malgré la diversité des programmes et des conditions de l'implantation, l'utilisation de ces éléments-types ou cellules normalisées assure une élaboration plus rapide des plans-masse [sic], avant-projet et projet »⁵⁴⁷

Cette procédure est supposée fournir des gains de temps et dans toutes les phases du processus de production :

- Dans la phase d'études : par la suppression de répétitions inutiles d'études analogues, ainsi que par la rapidité dans l'élaboration de différents plans (plan-masse, avant-projet, projet) ;
- Dans la phase de planification : par l'analogie dans l'élaboration de documents contractuels comme les devis descriptifs, le cahier des prescriptions spéciales, les devis estimatifs, etc. ;
- Dans la phase administrative : par la centralisation des démarches d'organisation et financières de l'architecte coordinateur ;
- Dans la phase d'exécution : par l'expérience acquise, par la répétition des mêmes opérations principalement, de l'architecte coordinateur.

Groupement avec le logement

Un autre tâtonnement du ministère de l'Education, pour ainsi rassembler une quantité importante de constructions, porte sur la construction d'écoles, adjointes à celles de logements. Suite aux accords interministériels, entre le

⁵⁴⁶ *Ibid.*, p. 102-107.

⁵⁴⁷ B. MONNET, *Texte initial du rapport sur les commandes groupées que Bertrand Monnet envoie à M. Donzelot (Directeur de la DESUS), Strasbourg, le 3 juillet 1957*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22900/41684, p. 1.

Ministère de la Construction et le ministère de l'Éducation nationale⁵⁴⁸, en 1958⁵⁴⁹, par le même principe de commandes groupées, on associe « écoles et grands ensembles ». Il s'agit donc que la structure technico-organisationnelle, déjà installée pour la construction d'un ensemble d'habitation, soit la même qui prenne en charge la construction des écoles dans un territoire partagé. L'équipe architecte et entreprise générale (dans le procédé de construction), pour qui le marché de logement est adjugé, est aussi celle qui prend en charge la construction de ou des écoles de son territoire.

Pour un grand ensemble, de l'ordre de quatre cents logements, on calcule un élève par logement⁵⁵⁰. Cette procédure proposée prioritairement pour les établissements scolaires inscrits dans des zones à urbaniser en priorité (ZUP)⁵⁵¹, constitue donc un marché potentiel où les principes de continuité temporelle et spatiale pourraient être appliqués. Nous n'avons pas étudié cette démarche, mais il est probable, eu égard aux différences architectoniques entre le secteur du logement et le secteur scolaire, qu'elle n'ait pas donné les résultats attendus.

« [...] Le fait pour une école d'être intégrée dans un grand ensemble d'habitation, construit à partir d'une usine de production d'éléments lourds, n'est pas pour autant un facteur favorable à l'emploi de la dite technique car les dimensions de base changent : portes, hauteurs d'allèges, hauteurs d'étage, abandon de refends porteurs, etc... Si l'entreprise est cependant amenée à exécuter l'école du fait de sa présence dans les lieux, elle la

⁵⁴⁸ Lettre d'invitation à participer aux travaux interministériels chargés de proposer au ministre de l'Éducation nationale et au ministre de la Construction les mesures de coordination entre les programmes de constructions scolaires et les programmes de constructions de logements, signée Pierre Sudreau (ministre de la Construction) et J. Berthoin (ministre de l'Éducation nationale). Paris, le 26 nov. 1958. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41686. N. p.

⁵⁴⁹ A la fin 1958 « [...] a été institué un groupe de travail interministériel chargé de proposer au Ministre de l'Éducation Nationale et au Ministre de la Construction les mesures de nature à assurer une parfaite coordination entre les programmes de construction scolaires et les programmes de construction de logements, en ce qui concerne aussi bien leur mise au point administrative et leur financement que leur réalisation ». *Idem*.

⁵⁵⁰ MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DESUS, *Opérations de constructions scolaires en commandes groupées pour l'Enseignement du 1er Degré - Priorité "G RANDES ENSEMBLES"*. Lettre du Ministre de l'Éducation nationale à messieurs les Préfets (pour exécution), les Recteurs d'Académie et aux Inspecteurs d'Académie (pour information), Paris le 23 oct. 1959. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau).

⁵⁵¹ *Conclusions du groupe de travail "Constructions scolaires" suite à l'arrêté interministériel du 20 octobre 1958 pour proposer des mesures de coordination entre les constructions de logements et les constructions scolaires. Doc. non daté et non signé [1958].* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41686. N. p.

réalise la plupart du temps de façon traditionnelle, en dehors des techniques qu'elle emploie alentour »⁵⁵².

De plus, les quelques grandes usines de préfabrication en béton sont installées dans le territoire français. De ces usines il faut transporter des grands éléments lourds aux chantiers scolaires dispersés au sein du territoire, généralement des chantiers trop petits, et réalisés par étapes n'étant pas toujours successives. Or, Guy Le Meur, chef du service technique de la DESUS, signale que même là où la quantité de construction est assurée par les grands chantiers de logements, la construction scolaire n'est pas toujours réalisée avec les mêmes techniques de construction :

« Si l'entreprise est cependant amenée à exécuter l'école du fait de sa présence sur les lieux, elle la réalise, la plupart du temps, de façon traditionnelle, en dehors des techniques évoluées qu'elle emploie alentour »⁵⁵³.

Autres essais

Fin 1958, pour la rentrée de 1959, dans le second degré et dans la région parisienne, une tentative de centralisation de maîtrise d'ouvrage par l'Etat est lancée en vue d'une construction rapide. Un appel d'offre est lancé pour vingt-quatre lycées, où la Direction de l'Equipement met à l'épreuve des entreprises pour qu'en huit mois un élément fonctionnel de chaque établissement soit en état de fonctionnement : « A vrai dire ici c'était plus la méthode opératoire qui avait produit ses fruits que les caractéristiques techniques des différentes réalisations, le temps ayant manqué pour les harmoniser complètement »⁵⁵⁴.

En 1959, trois ans après sa création, la DESUS teste ce qu'on a appelé « le secteur des opérations expérimentales ». La procédure consiste à rechercher délibérément les constructeurs prêts à se lancer dans l'expérience, au moyen de l'entreprise générale, de réalisations scolaires sur le prix plafond au mètre carré, dont l'application vient d'être rendue obligatoire. Avec ce

⁵⁵² DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ETUDES GENERALES ET TECHNIQUES, *Note sur l'industrialisation des constructions scolaires. Juin 1965*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22919/41771, p. 4.

⁵⁵³ G. LE MUR, « Industrialisation de la construction scolaire », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 98.

⁵⁵⁴ DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ETUDES GENERALES ET TECHNIQUES, *op.cit.*, p.1.

programme, trois CET ont été construits à Etel, Font-de-Bois et Fau (entreprise du Centre de Lorient et entreprise Duc et Méric), en même temps que le procédé Aluminium Français-Saint-Gobain est testé sur les écoles de Chaville et Chambourcy. Ces expériences ont été poursuivies un an plus tard⁵⁵⁵ :

- Une dizaine de groupes scolaires dans la région parisienne, avec le procédé Aluminium Français-Saint-Gobain ;
- Trois CET (à Langon, Bédarieux, Saint-Junien), avec le procédé Duc et Méric ;
- Deux CET (de Vire et Pontivy) avec le procédé de l'entreprise du Centre.

Durant cette sous-période, les moyens de productivité (projets-types et commandes groupées) sont expérimentés dans les écoles primaires, dans le but d'assurer une répétition des techniques de construction. « Au niveau de ces essais c'était plus des processus simples, générateurs de délais raccourcis et de prix de revient mieux connus, qui avaient été imaginés que n'était recherchée véritablement une méthode industrielle d'exécution des ouvrages »⁵⁵⁶. Dans ces programmes, l'Etat n'est pas encore le maître d'ouvrage mais il est le promoteur de ces moyens. Le groupement, par la continuité dans le temps, et, non seulement dans l'espace, doit, assure Pol Abraham, donner la possibilité d'utilisation de techniques de construction industrialisées :

« [...] l'objet essentiel des commandes groupées est de faire passer les opérations successives nécessaires à la construction des établissements scolaires, de la phase actuelle : artisanale, individuelle et dispersée, à une phase plus évoluée dans les sens de la productivité de l'industrie du bâtiment [...] »⁵⁵⁷

Les expériences mises à l'épreuve dans le Primaire seront tentées, pendant la sous-période postérieure, dans des établissements du second degré et technique, en vue d'être appliquées à n'importe quel degré de l'enseignement. Les moyens de productivité expérimentés dans cette sous-période - en vue de la série -, seront mis en place par la Direction de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif (DESUS), au sein du ministère de l'Éducation nationale.

⁵⁵⁵ *Ibid.*, 6 p.

⁵⁵⁶ *Ibid.* p. 1.

⁵⁵⁷ ABRAHAM, *op.cit.*, p. 2.

C. DESUS et autres acteurs

Avant la création de la DESUS, c'est le ministère de l'Education nationale qui assure la gestion du patrimoine immobilier scolaire. Chaque type d'enseignement a sa propre Direction (premier degré, second degré, enseignement technique, supérieur, Education physique, hygiène scolaire). Une sous-direction, rattachée à la direction de l'Administration générale, s'occupe du « peu de constructions lancées à l'époque pour l'enseignement du 1^{er} degré et de l'enseignement supérieur »⁵⁵⁸ et une direction de l'architecture a la maîtrise d'ouvrage des constructions neuves, classées bâtiments civils.

Par le décret du 15 septembre 1956, est créée la Direction de l'Equipe ment Scolaire, Universitaire et Sportif (DESUS)⁵⁵⁹. Les premières démarches de cette Direction se déroulent, donc, en même temps que les actions proposées par le deuxième Plan de l'Equipe ment scolaire (1958), qui par son groupe technique, exprime : « C'est en définitive la Direction de l'Equipe ment Scolaire du Ministère qui va assurer la responsabilité du vaste programme de constructions scolaires prévu par le Troisième Plan »⁵⁶⁰. Les deux premières tâches de la Direction de l'Equipe ment, comme le signale le groupe, sont :

- 1) Dégager les techniques de construction qui vont permettre de résoudre le problème de la construction scolaire;
- 2) Définir les moyens administratifs qui dirigeront ces techniques dans des conditions de rationalité.

Ainsi, la DESUS prend en charge l'ensemble des travaux de programmation et d'élaboration du Plan de l'Equipe ment scolaire, de la gestion des crédits, du contrôle technique, de la recherche de rationalisation des types d'établissements et de l'unification des lois et règlements en vue de la simplification des procédures⁵⁶¹. Cette nouvelle Direction joue un rôle central dans la structure organisationnelle et technique, conçue dans cette sous-période,

⁵⁵⁸ DUCLOS, *op.cit.*, p. 16.

⁵⁵⁹ La DESUS, deviendra la Direction chargée des équipements en 1970 et la Directions des Equipements et des constructions (DEC), en 1975.

⁵⁶⁰ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 74,

⁵⁶¹ *Le régime des constructions scolaires (Rapport Rudeau)*, s.d. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22900/41684. p. 3. *Idem.*, pour les cites suivantes.

et sur laquelle seront bâties, dans la sous-période postérieure, les écoles préfabriquées industrialisées.

D'ailleurs, le deuxième rapport technique des Plans de l'Équipement scolaire propose la configuration d'un « secteur piloté », lequel deviendra, dans les premières années 1960, le « secteur industrialisé » de l'Éducation nationale. Ce rapport donne les bases de nouveaux rapports, issus de la nouvelle structure, et propose les rôles que les différents acteurs joueront dans un cadre industrialisé.

Concepteurs

La conception architecturale, technique et organisationnelle des bâtiments scolaires, préfabriqués, s'élabore en deux temps :

- 1) A l'échelle urbaine ;
- 2) A l'échelle du bâtiment.

Dans la perspective d'un secteur industrialisé, dans « la conception à l'échelle urbaine », se trouvent les schémas types et la procédure de commandes groupées, réalisées par les services techniques et ceux de l'architecture du ministère de l'Éducation. Les différents moyens de productivité conçus à cette échelle, et supposés se reproduire dans n'importe quel site, se trouvent donc à l'amont de « la conception à l'échelle du bâtiment ». C'est à cheval entre ces deux échelles que l'on placerait les rapports entre les différents acteurs.

Architectes

Dans cette sous-période, nous pouvons observer quatre types d'architectes :

- a) Les architectes de l'Administration centrale, qui examinent les projets devant le Conseil Général des Bâtiments de France.
- b) Les architectes conseillers techniciens, qui participent à l'échelon départemental.

- c) Les architectes coordonnateurs, qui regroupent des opérations, en principe, à l'échelon de l'Académie.
- d) Les architectes d'opération, qui prennent en charge la construction d'un établissement scolaire.

Les architectes coordonnateurs

La figure de l'architecte coordonnateur, forgée lors de la procédure de commandes groupées, est définie par l'arrêté ministériel du 25 avril 1958. La même année, l'arrêté ministériel du 16 décembre désigne 23 architectes coordonnateurs⁵⁶², environ un par Académie, excepté à Paris ou Lille, où il peut en exister jusqu'à quatre.

L'architecte coordonnateur est choisi par l'Administration centrale du ministère, qui propose une sorte de spécialisation des architectes dans la construction scolaire, acquise par leur engagement auprès du secteur. C'est le cas, par exemple, des *hommes d'art* qui participent aux commandes groupées, « C'est donc d'abord parmi eux qu'on cherchera à recruter les architectes coordonnateurs du 'secteur piloté' »⁵⁶³.

La place de l'architecte coordonnateur est principale, signale Bertrand Monnet au directeur général de la DESUS : « L'organisation que représente une commande groupée suppose un chef, un état-major et des exécutants »⁵⁶⁴. Le chef est l'architecte ; l'état-major, sont ses collaborateurs et les ingénieurs spécialisés ; les exécutants sont les architectes d'opération et les entreprises.

Dans la répartition des missions entre l'architecte coordonnateur et l'architecte d'opération, dans une commande groupée, celles du premier, proposent Bertrand Monnet et René Egger⁵⁶⁵, consistent à donner les directives

⁵⁶² « Il sont, en grande majorité, Architectes en chef des Bâtiments Civiles et Palais Nationaux, ou des Monuments Historiques ». COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, GROUPE DE TRAVAIL n° 5, *Mesures concernant les maîtres d'œuvre et les techniciens. Courrier de la part du CSTB, adressé à M. LEMUR, chef du service technique de la DESUS*. Paris, le 9 mars 1961. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22917/41766. N. p.

⁵⁶³ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 63.

⁵⁶⁴ MONNET, *op.cit.*, p. 6.

⁵⁶⁵ Proposition qui est la source de l'arrêté ministériel d'avril 1958.

générales du projet architectural, des prix et des procédés constructifs ainsi qu'à organiser les adjudications ou les appels d'offre et un suivi général lors de la réalisation ; de même, c'est à eux de faire l'étude et la mise au point des cellules et éléments-types⁵⁶⁶.

Le rôle de l'architecte coordonnateur est donc de faire une synthèse des études, de la conception, de la recherche des formes, des structures et des équipements de base, qui sera transmise à l'architecte d'opération. Dès lors, le groupe technique considère que « La plus large place doit être faite à l'étude technique d'une opération ». C'est l'architecte, assurent-ils, qui « De par sa formation, [il] est le seul qualifié pour coordonner les multiples aspects d'une tâche de conception et pour concilier, dans une habile composition, les exigences souvent contradictoires de prime abord, du technicien et de l'artiste »⁵⁶⁷

Les études, auxquelles doit participer d'emblée l'architecte coordonnateur, se déroulent en trois phases:

- Le plan-masse,
- L'avant-projet,
- Le projet d'exécution.

Au stade du plan-masse, le programme, si possible normalisé et standardisé, se confronte au terrain. Il s'agit de « [...] faire apparaître sur la trame uniforme de 1.75, l'interprétation du programme »⁵⁶⁸. Cependant, pour les opérations hors du secteur piloté, le groupe propose de demander l'avis de l'architecte sur l'état du terrain ; pour le secteur piloté, au contraire, c'est à ce stade qu'une première nuance, sur l'intervention de l'architecte, se pose :

« Tout architecte encore mal informé de l'esprit nouveau à donner aux opérations scolaires ou peu habitué à se plier à ses exigences, gagnerait à soumettre son dossier sommaire à une autorité ou à une personne mieux au courant que lui à cet égard : conseiller technique local »

⁵⁶⁶ MONNET, *op.cit.*, p. 6.

⁵⁶⁷ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 27.

⁵⁶⁸ *Idem*, p. 28.

du Ministère ou organisme permanent qui soit l'émanation du Comité des Constructions Scolaires départemental ou régional »⁵⁶⁹.

Cependant c'est l'architecte qui assure le stade de l'avant projet, donc de l'élaboration de plans, façades et coupes, de devis descriptifs et estimatifs sommaires. « Le stade de l'avant-projet est, par excellence, le stade créateur et constructif : celui où l'ouvrage devra être conçu en relation étroite avec la nature du procédé technique et des modes opérationnels choisis »⁵⁷⁰. D'ailleurs, c'est le stade où il y a place, considère le groupe, pour la standardisation et la normalisation.

Le stade du projet d'exécution, où a lieu l'élaboration d'un dossier, plus précis que le précédent, constitue le passage du travail de conception de l'avant-projet à la réalisation en chantier. C'est à ce stade que le groupe recommande que l'architecte coordonnateur fasse appel à un bureau d'études ou d'ingénieurs conseils spécialisés pour maintenir les normes d'emploi de matériaux, de mise en œuvre des méthodes de préfabrication, d'organisation du chantier et d'équipement technique (électricité, chauffage, plomberie, etc.)⁵⁷¹.

Les bureaux d'Etudes

Pour Hambourger, Querrien et Rebois, les vrais interlocuteurs entre l'administration et le site, entre le « parti architectural » et le « système constructif » sont les bureaux d'études. Ils le sont du fait de leurs compétences techniques et de l'incapacité des architectes à faire face à la technicité croissante des procédés et surtout des calculs de contrôle de qualité. L'architecte a une démarche synthétique par opposition à celle de l'entreprise qui est spécialisée⁵⁷².

Or, le concours du bureau d'études est souhaitable en deux occasions:

- Lors de la consultation-pilote, comme collaborateur de l'architecte coordonnateur;

⁵⁶⁹ *Idem.*

⁵⁷⁰ *Idem.*, p. 29.

⁵⁷¹ *Idem.*, p. 35.

⁵⁷² B. HAMBURGER, A. QUERRIEN, D. REBOIS, et.al. *La commande publique d'architecture (1945-1975)*. Rapport final de recherche réalisée pour le CORDA, Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Paris: ministère de la Culture et de la Communication, 1977. no. 77 7304100202 7501, p., exempl. imprimé : Ecole nationale supérieure des beaux arts/Centre d'études et de recherche architecturales, p. 78- 79.

- Au moment des travaux, comme bureau de contrôle.

Aussi souhaitable est le choix d'un bureau de contrôle agréé, car :

« [...] plus qualifiés que les architectes, à l'occasion de l'emploi des matériaux et procédés modernes, car en général les constructeurs ne connaissent pas suffisamment les précautions à prendre et les normes à respecter »⁵⁷³.

Comité départemental des Constructions scolaires

Chaque département forme un Comité avec des représentants locaux : administratifs (Inspecteur de l'Académie, représentant du Préfet) et techniques (architectes, représentants des Ponts et Chaussées, l'Agent de contrôle technique et le Conseiller Technique) qui a le rôle de contrôle technique.

Les attributions des Comités départementaux, établies par le décret du 21 mai 1952, s'exercent au stade de la conception. Le Comité se charge d'examiner tous les projets de bâtiments scolaires, au stade de l'avant-projet : de la construction elle-même et de tout ce qui la concerne : implantations, servitudes, inconvénients du sol, travaux accessoires, difficultés de desserte, adductions de toute nature, évacuations. Ce sont toutes ces tâches que le groupe technique considère « nécessaire de simplifier au maximum », et cela « c'est l'un des résultats à attendre de la normalisation [...] »⁵⁷⁴

Conseiller technique de la conception

Les conseillers techniques de collectivités locales sont des ingénieurs et/ou des architectes, dont le rôle est de faire le relais entre la DESUS et les services constructeurs et de vérifier que la programmation et la réglementation, fournies par le ministère de l'Education nationale sont accordées aux normes fonctionnelles et techniques. Ils interviennent, principalement, lors du projet.

Les ingénieurs, conseillers techniques, sont, jusqu'en 1959⁵⁷⁵, des ingénieurs régionaux du corps des ingénieurs contractuels issus de l'ancien

⁵⁷³ *Idem*, p. 66-67.

⁵⁷⁴ *Idem*, p. 67.

⁵⁷⁵ Après, l'accord interministériel de cette année, il y a une décentralisation des pouvoirs de la DESUS, voir Contrôle technique de la conception et DESUS : techniciens.

service technique de l'équipement sportif du ministère de l'Education, d'ingénieurs de l'Ecole des travaux publics d'Eyrolles, de Polytechniciens ; par la suite, ils sont principalement des ingénieurs des travaux publics de l'Etat, fonctionnaires du ministère des Travaux publics. Les architectes, conseillers techniques, sont soit des architectes fonctionnaires, chefs d'Agence des Bâtiments de France (à l'échelle du département), soit des architectes privés⁵⁷⁶.

Contrôle technique de la conception

Le groupe technique que nous commentons (c'est-à-dire celui du 1958) révèle le manque de contrôle dans la phase de projet d'exécution. C'est le rôle, dans cette période, soit du Comité départemental, soit du Conseil Général des Bâtiments de France, et uniquement dans la phase de l'avant-projet. Pour cela, le groupe propose la figure de l'Agent technique, dont la « compétence doit être celle d'un technicien doué d'une solide formation dans le domaine du bâtiment ou du génie civil »⁵⁷⁷. Par ses qualités, il doit participer à tous les stades de la conception et de la réalisation : comme conseiller des municipalités, comme auxiliaire d'« architectes inexpérimentés », comme rapporteurs du contrôle technique lors de l'avant-projet, du contrôle du projet d'exécution, comme participant à la passation des marchés. Lors de la désignation de l'exécutant, c'est lui qui devra assurer la sauvegarde des intérêts de la collectivité publique, commune ou département d'une part, Etat de l'autre : Il s'y agit de la formule « architecte-fonctionnaire-technicien » ; finalement, ce doit être lui même qui va suivre l'exécution : contrôle d'ensemble et gestion financière des chantiers, réception des travaux, rapports avec les architectes, etc⁵⁷⁸...

« Si le Ministère de l'Education Nationale disposait d'une structure technique hiérarchisée qui lui soit propre, le problème du contrôle technique serait évidemment résolu. Mais il ne saurait être question d'orienter le Ministère dans cette voie utopique »⁵⁷⁹.

⁵⁷⁶ Ils sont au nombre de soixante. Les architectes fonctionnaires sont mis par la Direction de l'Architecture du Ministère d'Etat chargé des Affaires Culturelles, à la disposition du Ministère de l'Education Nationale pour exercer leur mission de Conseil. COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, GROUPE DE TRAVAIL n° 5, *op.cit.*, N. p.

⁵⁷⁷ PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 37.

⁵⁷⁸ *Ibid.*, p. 71-73.

⁵⁷⁹ *Ibid.*, p. 73.

Comme ce n'est pas le cas, le groupe technique propose que ce rôle soit délégué à l'Agent de contrôle technique choisi parmi les cadres supérieurs de trois catégories de fonctionnaires suivants:

- architectes des Bâtiments de France,
- services départementaux du ministère de la Reconstruction et du Logement (MRL);
- services des Ponts et Chaussées.

Le groupe technique prenant parti pour ces derniers, ils s'imposeront, dans la prochaine sous-période, et dans le cadre du secteur industrialisé de la construction scolaire.

Les réalisateurs

Architectes d'opération

Dans le cadre des opérations en série, ce qui est le cas du « secteur piloté », l'architecte d'opération est sous la direction de l'architecte coordonnateur. Ils se partagent les tâches qui, dans une construction traditionnelle, sont à la charge d'un seul architecte.

Les architectes d'opération, dans l'enseignement primaire et pour les opérations inférieures à 50 millions de francs, sont désignés par le Préfet. Pour celles d'un montant supérieur, ils sont désignés par le ministère. Pour les opérations entièrement à la charge de l'Etat, l'agrément est donné par la DESUS, quelle que soit l'importance des opérations.

Leurs missions, définies par Monnet et Egger sont : l'établissement de plans (plan-masse, avant-projet et d'exécution), de devis descriptifs, la vérification de pièces de marché, la direction et la conduite du chantier et les démarches locales⁵⁸⁰. Pour l'architecte d'opération, le groupe technique prévoit

⁵⁸⁰ MONNET, *op.cit.*, p. 7.

que « [...] la tâche sera exclusivement d'adapter la technique choisie au cas particulier de son école, puis de conduire son chantier »⁵⁸¹.

Coordination des chantiers

Dans le cas du secteur pilote, un organisme coordinateur est nécessaire, signale le groupe, organisme qui sera placé sous la responsabilité de l'architecte coordonnateur et qui agira en liaison avec les services techniques ou d'architecture des municipalités. Son rôle sera de veiller à la bonne coordination de tous les corps d'état ; d'assurer les rapports avec les diverses administrations et services concédés ; de réceptionner les matériaux sur chantiers et de suivre les essais de matériaux reconnus nécessaires. Rôle, souhaite le groupe, qui devrait être assuré par un bureau de contrôle officiellement agréé⁵⁸².

Contrôle technique de l'exécution

Le contrôle technique de l'exécution a un rôle autre que celui de la coordination, « Il s'agit du contrôle que doit exercer pour le compte du maître d'ouvrage public, un fonctionnaire à compétence technique ». A l'heure actuelle, déclare le groupe, il n'y a presque pas de contrôle d'exécution. Sauf pour les bâtiments d'Etat, de l'enseignement secondaire, qui sont contrôlés par les agences des Bâtiments civils, mais uniquement disponibles dans la moitié des départements⁵⁸³.

L'Administration centrale (la DESUS) assume entre 1956 et 1960 toutes les tâches d'exécution. Les ministères traditionnellement constructeurs, sont ceux des Travaux publics et de la Reconstruction et de l'Urbanisme (MRU), qui ont des services extérieurs à l'échelon départemental : les services départementaux des Ponts et Chaussées et les Directions départementales de la construction. Une convention interministérielle de 1959⁵⁸⁴, regroupe les services constructeurs du ministère de Travaux publics et ceux du MRU au ministère de l'Education

PRESIDENCE DU CONSEIL, COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, *op.cit.*, p. 37.

⁵⁸² *Ibid.*, 57.

⁵⁸³ *Ibid.*, 58.

⁵⁸⁴ Le premier protocole interministériel date du 26 juin 1959.

nationale. Ainsi ces services extérieurs⁵⁸⁵ sont mis à la disposition de ce dernier pour assurer, soit la totalité de la construction, soit, le contrôle technique de l'exécution⁵⁸⁶.

De 1964 à 1966, les services constructeurs sont donc, suivant le département, soit le service départemental des Ponts et Chaussées, soit la Direction départementale de la construction. En 1966, les services constructeurs du ministère de l'Équipement et ceux des directions départementales de l'Équipement (DDE) sont fusionnés en « Cellules constructions publiques » s'occupant des constructions scolaires et autres équipement publics. Sauf pour la Région Parisienne, où fut créé le Service constructeur des Académies de la région parisienne (SCARP), puis le Service constructeur des académies de la région Ile-de-France (SCARIF) et pour l'académie de Montpellier où le service constructeur était dirigé par l'ingénieur régional (conseiller technique du recteur).

Les opérations se divisent en deux catégories : celles faites par l'Etat, et celles réalisées par les communes et les départements avec une subvention de l'Etat. Dépendantes de cela et du type de l'enseignement, les constructions sont gérées de différente manière. Pour le cas des constructions scolaires du second degré, de l'enseignement techniques, où l'Etat est le maître d'ouvrage, que nous examinerons par la suite, le rôle de ces services extérieurs concernera la phase du projet d'exécution et l'exécution elle-même : le projet d'exécution mis au point selon les normes du ministère de l'Education nationale⁵⁸⁷ et le contrôle de la mise en œuvre⁵⁸⁸.

⁵⁸⁵ En 1966, ces services sont regroupés dans les Directions Départementales de l'Équipement (DDE), qui assument dorénavant la maîtrise d'ouvrage « constructeur », de la construction scolaire.

⁵⁸⁶ Des différentes réformes ayant lieu dans la sous-période postérieure, ressortent deux types de maîtrise d'ouvrage « générale » : l'Etat ou les collectivités locales (subventionnés par l'Etat). L'Etat, maître d'ouvrage, délègue le rôle de service constructeur aux services exécuteurs. La collectivité locale assure la maîtrise d'ouvrage et se fait contrôler par les services extérieurs.

⁵⁸⁷ Voir aussi, ci-dessous, les techniciens de la DESUS.

⁵⁸⁸ G. LE MUR, *Projet de protocole réglant l'intervention dans les constructions scolaires, universitaires et sportives, dépendant du ministère de l'Éducation nationale (Direction de l'Équipement Scolaire, Universitaire et Sportif) des services des Ponts et Chaussées et des Délégations départementales du Ministère de la Construction. Courrier signé G. LE MUR, chef du service technique de la DESUS, adressé à Monsieur BAUDET, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Saône et Loire. Daté, le 27 fév. 1959.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22923/41781.

DESUS

A sa création, la Direction de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif (DESUS) se charge de l'ensemble des constructions scolaires (premier et second degré, technique et supérieur). Elle comprend trois services : un administratif ; un technique (études générales et celles des dossiers de construction); et un service de l'inspection générale, chargé de la partie pédagogique.

En 1963 la structure de la DESUS est modifiée. Bien que cela concerne la sous-période postérieure, profitons de ce cas, pour faire un pont avec la sous-période postérieure.

Dans la nouvelle structure, les techniciens dont on n'a plus besoin sur le terrain, puisqu'il y a déjà des services spécialisés, sont répartis en trois sous-directions et associés directement au travail des bureaux tandis que les études techniques générales sont rattachées au directeur.

La direction est assistée d'un ingénieur qui fait office de conseiller technique. Ce dernier est également assisté d'un service d'ingénieurs et d'architectes pour mettre au point les études générales de caractère technique et pour orienter la politique de construction.

Les trois sous-directions, se chargent respectivement de⁵⁸⁹ :

- 1) La programmation et de la réglementation juridique et financière,
- 2) La construction du second degré et de l'enseignement technique,
- 3) La construction des enseignements élémentaires, spéciaux et supérieurs.

Trois types d'acteurs cohabitent à la DESUS :

- 1) Les inspecteurs généraux de l'organisation scolaire (IGOS), issus du corps enseignant ou de l'inspection générale des services administratifs, sont en contact direct avec les municipalités, les autorités académiques (Rectorats, Inspections académiques), et les services constructeurs locaux. Ils sont donc

⁵⁸⁹ J. THURIAU, « La direction de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif », p.386-392, in CREMIEUX-BRILHAC, J., *L'Éducation nationale*. Paris: PUF, 1965.

dans une position de suivre la totalité du processus et de donner leur avis sur des programmes techniques de constructions, de vérifier la conformité aux normes et de suivre l'état d'avancement des travaux.

- 2) Les administrateurs civils, chargés de la gestion et du suivi administratif.
- 3) Les techniciens, les mêmes qui, jusqu'en 1959, servaient de relais avec les collectivités locales, dorénavant, collaborent dans les trois directions.

Sous-services des constructions industrialisées

En 1964, quand démarre le « secteur industrialisé », est créée une division des études techniques, qui a pour mission la recherche de la rationalisation de la construction, la gestion des expériences de prototypes et la rédaction des cahiers des prescriptions techniques (C.P.T.). Plus tard, en 1970, quand la DESUS est remplacée par la Direction des Equipements⁵⁹⁰, deux divisions sont créés : l'une, pour les constructions industrialisées, concernant le second degré et les Instituts universitaires de technologie (IUT) ; l'autre pour les études architecturales, techniques et technico-économiques⁵⁹¹.

⁵⁹⁰ En 1975, cette direction devient la Direction des Equipements et des Constructions (DEC), et la division de constructions industrialisées, est remplacé par la division des opérations. La DEC disparaît avec le système industrialisé, en 1985.

⁵⁹¹ DUCLOS, *op.cit.*, p. 179.

Tableau 4 : Repères

1944	Création du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme
1945	Fin de la Deuxième Guerre mondiale
1946	Création du Premier Plan. (priorités : l'énergie, l'électricité, les transports et les produits de base)
1947	Création du CSTB
1948	Signature du Programme de rétablissement européen (Plan Marshall)
1950	Création du Conseil International de la Documentation du Bâtiment
1950	Premiers concours Conception – réalisation dans le secteur du logement
1952	Mise en place du « secteur industrialisé » dans le secteur du logement (grandes opérations de l'ordre de 1 000 logements).
1953	Création du Conseil International du Bâtiment pour la recherche, l'étude et la documentation (CIB) sous les auspices de la Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe et successeur du Conseil International de la Documentation.
1953	Création du Plan Courant
1954	Création du deuxième Plan (priorité : production quantitative de logement)
1956	Création de la Direction des Equipements Scolaires, Universitaires et Sportifs (DESUS) au sein du ministère de l'Education Nationale.
1958	Création du troisième Plan (priorité : construction massive de logements, bâtiments scolaires, sanitaires et sociaux).
1958	Début de la V ^{ème} République.
1958	Création d'une Commission pour le développement de l'industrialisation et l'amélioration de la productivité du secteur de la construction.
1958	Lancement de programmes triennaux (opérations d'au moins 500 logements) et création de ZUP.
1962	Création du quatrième plan (Priorité : construction massive de logement, scolaire, sanitaire et sociale).
1968	Manifestations de la société contre les grands ensembles, entre autres.
1968	Création des Zones d'Aménagement Concerté (ZAC) – anciennes ZUP -.
1971	Le ministre Chalandon condamne les grands ensembles.
1971	Création du Plan Construction (priorité : l'innovation)
1972	Mis en place de « modèles innovation » agréés par le Ministère. (priorité : la qualité et la rupture architecturale et technique de pratiques de l'époque).
1972	Le Plan Construction lance une réflexion sur l'industrialisation ouverte
1973	Premier choc pétrolier

2.3. 1962-1973 Un collège par jour

Cette deuxième sous-période s'intéresse aux différentes politiques techniques tentées par le ministère de l'Education nationale : le concours conception-construction, le secteur industrialisé – ou campagne d'Etat -, les modèles et enfin à la fin de la période, les « systèmes constructifs ».

Il s'agit, dans cette partie, de montrer comment la trajectoire technico-organisationnelle, envisagée dans les deux premiers plans de l'Equipement scolaire est appliquée et poursuivie, et d'observer à quoi sa transformation peut correspondre. De cette manière, nous étudions dans quelle mesure et par quels moyens, l'Etat atteint ses objectifs de productivité et d'industrialisation du bâtiment scolaire.

A. Continuité technique

En 1959, le « Groupe de travail pour l'étude de l'industrialisation et l'accroissement de la productivité dans la construction » exprime la nécessité de disposer d'une forte continuité dans les équipes et les techniques, et corollairement, la nécessité de répéter les opérations de construction⁵⁹². Il faut donc créer les conditions juridiques et financières, mais aussi former les ressources humaines spécialisées dans la conception et la réalisation pour la mise en place de ces techniques de construction préfabriquées et industrialisées.

Les notions de continuité, dans l'espace et dans le temps, issues des deux premiers plans de l'Equipement scolaire, sont exprimées dans cette sous-période par celles de *continuité technique* (opérations identiques) et *d'exécution* (opérations sans interruption). Pour atteindre les dites continuités, des réformes juridiques et financières sont nécessaires. Les 3^{ème} et 4^{ème} Plan de l'Equipement

⁵⁹² M. DENVERS, « Lettre de M. DENVERS, président du Groupe de Travail, au Ministre de la construction en Groupe de Travail no. V pour l'étude de l'industrialisation et l'accroissement de la productivité dans la construction », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 37, n° Cahier 297, 4 déc. 1958, p. 3-6.

scolaire, mettant l'accent sur une continuité technique, « (...) condition première de toute production industrielle »⁵⁹³, donnent les bases de nouvelles structures.

Le troisième Plan (1962-1965) est à cheval entre la théorie et la pratique de l'industrialisation du bâtiment scolaire ; il est aussi entre la mise en place de moyens de conception et celle des moyens de la construction. D'emblée, ce plan met en lumière les problèmes rencontrés au cours de la première sous-période :

- 1) La dispersion des chantiers, et au-delà, la grande quantité des maîtres d'ouvrage ;
- 2) La durée d'un marché conditionnée par le principe d'annualité budgétaire ;
- 3) Les nombreuses modifications au cours de la réalisation d'un ouvrage ;
- 4) Les difficultés de la normalisation dimensionnelle ;
- 5) L'accord entre les procédures de passation de marchés et les nouveaux rôles des acteurs de la conception et de la construction.

Les actions visant à régler ces problèmes, concernant le deuxième degré de l'enseignement (secteur piloté), sont :

- 1) La centralisation de la commande ;
- 2) La reconduction des marchés ;
- 3) La mise en place de la coordination dimensionnelle ;
- 4) Le recours à la formule du concours « conception-construction ».

Centralisation de la commande

Pour assurer un volume important de construction, il faut, d'abord, rassembler la gestion de l'ensemble des crédits de construction et le contrôle technique des projets, de même qu'il est nécessaire d'unifier la réglementation et de simplifier les procédures administratives existantes.

⁵⁹³ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, COMMISSION DE L'INDUSTRIE, COMMISSION DE L'HABITATION, *Rapports des comités du 6^e plan 1971-1975 (Bâtiments et travaux publics)*. Paris: La Documentation française, 1971, p. 103.

Trois faits expliquent la mise en place, dans le second degré, d'une organisation centralisée, les mêmes qui favorisent l'utilisation et le développement de la préfabrication industrielle :

- 1) Le caractère « supra-communal » des établissements de second degré, terme utilisé par Jacques Duhamel, pour caractériser leur aire de desserte qui dépasse les limites d'une commune moyenne⁵⁹⁴, à la différence du premier degré.
- 2) Les réformes de l'enseignement, mises en place dans cette sous-période, d'où l'existence de tout nouveaux CES (§ 2.1.)
- 3) La maîtrise d'ouvrage par l'Etat.

Décret de novembre 1962

Le fait que chaque commune soit son propre maître d'ouvrage⁵⁹⁵, est un obstacle à un marché unique⁵⁹⁶. Dès le premier plan de l'Équipement scolaire (1952), on envisage un contrôle du marché par l'Etat, cependant, ce n'est que le décret du 27 novembre 1962⁵⁹⁷, qui donne à l'Etat la possibilité de la maîtrise d'ouvrage. Ce décret normalise le régime multiforme qui caractérise alors le système juridique et financier de la construction des établissements du deuxième degré.

Le décret définit un régime de droit commun entre l'Etat et la commune d'implantation⁵⁹⁸. La participation de l'Etat dévient forfaitaire et inaltérable, ceci

⁵⁹⁴ Un nouveau dispositif territorial détermine l'implantation et l'importance des nouveaux établissements : la carte scolaire. Elle découpe le territoire national en secteurs et districts. Le secteur est la zone qui comprend un établissement du premier cycle du second degré (CES ou CEG). Le district est la zone de recrutement de plusieurs établissements du second cycle du second degré (lycées).

⁵⁹⁵ Dans le secteur du logement « L'administration élabore une politique (circulaire du 15 février 1964), prescrit des programmes pluriannuels et des groupements de maîtres d'ouvrage (circulaire du 27 août 1964) afin d'aboutir enfin à la continuité des chantiers et à la série ». Y. AUBERT, « Où en est l'industrialisation? », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 69.

⁵⁹⁶ De plus, les examens de dossier, au coup par coup, étaient longs et complexes ; les travaux étaient réalisés par des entreprises locales des différents corps d'état (marchés par lots séparés). Bref, un processus administratif très long pour l'urgence, lequel utilise jusqu'à maintenant des techniques traditionnelles pour construire.

⁵⁹⁷ Décret no. 62-1409 du 27 novembre 1962 relatif aux modalités de financement de l'équipement scolaire du second degré du ministère de l'Éducation nationale (publié au J.O. le 1^{er} déc. 1962, p. 11716- 11717).

⁵⁹⁸ La collectivité intéressée correspond à la collectivité territoriale géographiquement concernée par la construction d'un établissement. Elle peut être une commune, un syndicat intercommunal ou un district urbain.

dans le cas de variations de résultats financiers de chaque opération de construction. Toutefois, ce régime donne la possibilité d'échapper aux risques financiers de toute variation probable. Pour ce faire, la collectivité locale doit donner, par convention, la maîtrise d'ouvrage à l'Etat. Autrement dit, si la collectivité décide de garder la direction et la responsabilité des travaux de construction, c'est elle qui prend en charge tous les aléas de construction éventuels. En revanche, c'est l'Etat qui supporte toute différence entre le coût réel et le coût théorique de l'opération.

Par cette mesure, l'Etat, maître d'ouvrage « délégué », garantit le contrôle du marché scolaire : « [...] 95% des opérations du second degré [...] »⁵⁹⁹.

Reconduction des marchés

Un obstacle à la productivité est le morcellement des chantiers : « Les séries produites par les usines de préfabrication doivent être modifiées pour chaque chantier et ne permettent pas un amortissement suffisant de ces investissements »⁶⁰⁰.

La manière traditionnelle de passation des marchés, par adjudication ou par appel d'offre, sur le principe d'annualité budgétaire, empêche la continuité dans le temps. En d'autres termes, l'Etat ne s'engage auprès d'une entreprise (ou groupement) que pour la durée d'un an.

Dans le cadre du troisième Plan de l'Equipement scolaire, en 1960, Maurice Balency-Bearn, représentant de la Fédération Nationale du Bâtiment, souligne l'importance de la continuité dans les intentions : « Dans ce domaine [de la construction scolaire] le volume global d'un marché importe beaucoup

⁵⁹⁹ G. POUVOURVILLE, *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*. Paris: Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, Janv. 1979, p.10 ; et, J.-P. PONSSARD, G. DE POUVOURVILLE, *Marchés publics et politique industrielle*. Paris : Economica, 1982, p. 70.

⁶⁰⁰ B. HAMBURGER, A. QUERRIEN, D. REBOIS, et.al. *La commande publique d'architecture (1945-1975)*. Rapport final de recherche réalisée pour le CORDA, Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Paris: ministère de la Culture et de la Communication, 1977. no. 77 7304100202 7501, 114 p., exempl.dactylogr. : Ecole nationale supérieure des beaux arts/Centre d'études et de recherche architecturale, p. 33

moins que son échelonnement dans le temps »⁶⁰¹. Autrement dit, une répétition est une garantie nécessaire pour que l'entrepreneur s'engage dans une construction non traditionnelle.

Le troisième Plan de l'Équipement scolaire recommande des marchés inconditionnels de longue durée⁶⁰², appliqués à une série d'opérations, dans un secteur déterminé, par des opérations en tranches fonctionnelles ; de même il propose des marchés « de gré à gré », selon la règle du prix global et forfaitaire⁶⁰³.

Coordination dimensionnelle

René Egger, architecte en chef de Bâtiments Civils et Palais Nationaux, président du deuxième groupe technique des Plans de l'Équipement, est aussi le président, lors du troisième Plan, du groupe numéro 5 : « Procédés et techniques de construction ». A cette occasion, il rappelle les efforts du groupe technique précédent, ceci sous la direction de Decelle, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Efforts que, par ailleurs, l'actuel groupe technique doit continuer à gérer en matière de normalisation⁶⁰⁴ :

- Normalisation de programmes, de l'information et de dossiers techniques et administratifs ;
- Modification de schémas types.

⁶⁰¹ M. BALENCY-BEARN, *Rapport sur l'augmentation de la productivité dans les constructions scolaires. Annexe no. 8 au procès-verbal de la séance du 3/11/ 1960. [Séances de travail du Groupe "Procédés et Techniques de Construction" de la Commission de l'Équipement Scolaire, Universitaire et Sportif pour la préparation du 3e Plan de l'équipement scolaire], août 1960. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22917/41766 p. 2.*

⁶⁰² Par circulaire 70-16 du 31 janvier 1970 sont créés les marchés pluriannuels. COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, COMMISSION DE L'INDUSTRIE, COMMISSION DE L'HABITATION, *Op.cit.*, p. 151.

⁶⁰³ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et sportif (Quatrième plan de développement économique et social 1962-1965)*. Paris: Imprimerie nationale, 1961.

⁶⁰⁴ COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, GROUPE DE TRAVAIL n°.5, *Compte-rendu de la première séance de travail, en date du 20 Septembre 1960 du groupe de travail N°. 5 : "Procédures et techniques de construction" (3ème Plan d'équipement scolaire: 1962-1965)*. Courrier signé G. LE MEUR (chef du service technique de la DESUS), Paris, le 7 octobre 1960. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22917/41766.

Balency-Bearn, qui, dans le même cadre, représente la Fédération Nationale du Bâtiment, signale les efforts, crédités aux architectes, et déjà accomplis à cette date :

- Trame modulaire de 1,75 m,
- Schémas types,
- Définitions fonctionnelles,
- Normalisations des clauses techniques,
- Cadres types de marchés, etc...⁶⁰⁵

Par la même occasion, l'ingénieur met en lumière trois problèmes représentant cette normalisation :

- 1) « la trame de 1,75 m n'est pas toujours respectée (nous avons en mains des projets très récents dans lesquels cette trame est portée à 2,60 m). Au droit des 'accidents' dus aux refends, pignons ou joints de dilatation. Il y a des perturbations gênantes »⁶⁰⁶.
- 2) L'absence d'une normalisation des hauteurs sous plafond.
- 3) Les risques de la typification totale au détriment de la qualité architecturale. En revanche, il propose la typification des éléments de planchers, de façade, de pignons, blocs sanitaires, équipement de laboratoires, etc.

Ainsi, le groupe 5 : « Procédés et techniques de construction », considère que « (...) le problème à résoudre consiste à prévoir, pour les dimensions et dispositions des locaux des divers types d'établissements d'enseignement, pour leurs équipements de base, de normes suffisamment détaillées pour permettre la préfabrication d'un grand nombre d'éléments »⁶⁰⁷. Pour atteindre cet objectif, il faut continuer avec les facteurs et les moyens de productivité, déjà prescrits par les groupes précédents :

⁶⁰⁵ BALENCY-BEARN, *op.cit.*, p. 3.

⁶⁰⁶ *Ibid.*

⁶⁰⁷ *Les conditions administratives et techniques de l'exécution du plan. [Document non daté [1960] et non signé. Il s'agit du rapport des groupes de travail n° 5 : "Procédures et techniques de construction", pour le 3ème Plan d'équipement scolaire (1962-1965)]. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22917/41766. 18 p.*

- 1) La poursuite des schémas types pour tous les locaux et degrés de l'enseignement ;
- 2) Le respect des normes, par l'imposition et par la mise en vigueur d'un cahier des prescriptions techniques et fonctionnelles minimales unifiées (CPTFMU)⁶⁰⁸, comme celui du logement.
- 3) La coordination dimensionnelle ; d'emblée comprise comme la « coordination » avec les éléments de construction du logement :

« Le groupe de travail no. 5 a estimé que, quel que soit le sérieux des études qui ont précédé l'adoption par l'Education Nationale d'un module de plan de 1m,75, il y aura it le plus grand intérêt à ce que la trame adoptée pour la composition des bâtiments scolaires soit mise en harmonie avec les spécifications de la norme générale de détermination des éléments préfabriqués destinés à la construction de logement et celles des éléments de même nature destinés aux constructions scolaires »⁶⁰⁹.

- 4) L'emploi d'éléments types, « facteur de productivité d'une efficacité évidente (...) conditionne la fabrication en série et l'industrialisation »⁶¹⁰. A ce sujet, le groupe propose des études de planchers, façades, pignons, cloisons, menuiseries, blocs sanitaires, équipements de laboratoires, etc.
- 5) En réponse à l'absence de normalisation des hauteurs des plafonds, signalée par Balency-Bearn, le groupe no. 5 répond que la normalisation à trois mètres, est déjà en vigueur⁶¹¹. Celle-ci s'additionne donc à la normalisation dimensionnelle opérante, dans le plan, de la trame de 1,75 m.

⁶⁰⁸ En 1965, a été élaboré le Cahier des Clauses techniques (CCT), définissant les exigences fonctionnelles minimales et les caractéristiques dimensionnelles. Les CCT ont été remaniés en 1966, 1968 et 1968.

⁶⁰⁹ *Les conditions administratives et techniques de l'exécution du plan. [Document non daté [1960] et non signé. Il s'agit du rapport des groupes de travail No. 5 : "Procédures et techniques de construction", pour le 3^{ème} Plan d'équipement scolaire (1962-1965)]. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22917/41766, p. 6.*

⁶¹⁰ *Ibid.*, p. 7.

⁶¹¹ Ils étaient de 3,25 m pour les externats et 2,80 pour les internats. *Ibid.*

Le concours conception construction

Le groupe technique du troisième Plan de l'Équipement préconise, comme mesure de productivité, l'association de la conception à l'entreprise, avec la formule : « concours conception-construction ».

Par l'expérience acquise, en termes de coordination, par les commandes groupées du premier degré, le groupe technique propose la collaboration des architectes et entreprises dans toutes les phases du processus de production.

A ce sujet, Balency-Bearn exprime la volonté des entreprises de s'associer à la phase de conception, « - d'où l'intérêt des concours 'conception-construction' - ». La sélection issue de ce concours, donnerait des projet-types, - de modèles - susceptibles d'être reproduits sur les bases de la reconduction.⁶¹²

« Sans doute, les Architectes et leurs Ingénieurs conseils connaissent-ils suffisamment les techniques pour concevoir des projets dans une ligne technique tout à fait correcte, mais l'exécution risque quand même de souffrir d'une inadaptation aux moyens de l'entreprise dont les outillages deviendront de moins en moins polyvalents »⁶¹³.

En revanche, Guy Le Meur, chef du service technique de la DESUS est réticent à cette formule, car, il peut avoir recours à d'autres méthodes, deux notamment : l'une « un peu révolutionnaire », est le concours de modèles ; l'autre, « très opposée à la politique libérale », est la sélection des éléments de construction et des équipements. La première suppose qu'architectes et entreprises choisissent, parmi les réalisations considérées comme des réussites, celles qu'ils sont en mesure de reproduire de manière analogue. Cependant, cette formule, qui n'est pas définie par la réglementation des marchés de l'État et qui ne permet la participation que de ceux ayant construit pour le ministère, est abandonnée. La deuxième méthode envisagée, et aussi non appliquée, consiste à déterminer les éléments de construction permettant des séries, puis à « obliger » les architectes à les utiliser ; c'est la solution à la rigidité. « [...] L'essentiel est d'arriver à un rapport optimal entre les éléments imposés et les

⁶¹² BALENCY-BEARN, *op.cit.*, p. 5

⁶¹³ *Ibid.*

éléments libres, de telle sorte que sur le plan de la productivité l'organisation du chantier reste rationnelle et les temps de main-d'œuvre 'in situ' réduits »⁶¹⁴.

En définitive, une fois les mesures de productivité mises en place – la centralisation garantissant la continuité dans l'espace, la reconduction de marchés supposant une continuité dans le temps et les outils de normalisation synthétisant les principes d'une continuité technique – il est temps de mettre en place les procédures de consultation et de sélection des entreprises qui mettront en œuvre tous ces principes. La première procédure adoptée par le ministère est la sélection par concours « conception - construction ». Elle sera substituée, seulement deux ans après avoir été lancée, par « La campagne d'Etat » ou « secteur industrialisé ».

Le concours de 1962

« Une première façon d'agir est de créer pour la conception et l'architecture des équipes solides qui allient à la sensibilité artistique les vastes possibilités de la technique et les moyens modernes de mise en œuvre [...] »⁶¹⁵.

Au début de 1962, un concours conception-construction est lancé par le ministère de l'Education nationale au niveau national. Ses objectifs sont, d'une part, d'associer des architectes avec des bureaux d'études et entreprises ; d'autre part, d'exprimer des projets précis, susceptibles ensuite de s'adapter à des projets majeurs, dans n'importe quel site⁶¹⁶.

⁶¹⁴ G. LE MUR « Quelques considérations sur le concours « conception-construction », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p.58-61.

⁶¹⁵ G. MESMIN, (directeur de la DESUS), « Introduction du numéro spécial concours 'conception-construction' du ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p. 56.

⁶¹⁶ DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ETUDES GENERALES ET TECHNIQUES, *Note sur l'industrialisation des constructions scolaires. Juin 1965*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22919/41771, p. 3.

Le programme du concours porte sur l'étude d'une série de bâtiments, basé sur les schémas établis par l'administration⁶¹⁷; la procédure vise aussi l'utilisation de techniques de construction nouvelles et l'innovation dans les rapports entre différents métiers du bâtiment.

Concours Conception - Construction
GRILLE DE JUGEMENT
I. Elements principaux de la construction.

Notation Architecte				Notation Ingénieur				Total Architecte + Ingénieur (4+8)
Elements principaux de la Construction				Exigences fonctionnelles des Elements principaux de la construction				
Postes	Coeff.	Note	Total Architecte sur 2000	Postes	Coeff.	Note	Total Ingénieur sur 2000	9
1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Structure et planchers	32			1. Stabilité et liaison Durabilité - Entretien	40			
2. Parois extérieures	27			2. Etanchéités	16			
3. Menuiseries ext.	8			3. Sécurité incendie	14			
4. Cloisons et refends	20			4. Isolation phonique et Correction acoustique	12			
5. Toiture	13			5. Isolation thermique	8			
				6. Aspect des ouvrages	10			
Totaux	100		A		100		B	4+B=N ₁

Formule A

Date et
Signatures des membres de la
Commission de Jugement

Figure 13. Grille de jugement du concours « conception-construction »

Source : AN 780522/F17-BIS 22922/41777

« Ce concours avait pour but de dégager les solutions de construction présentant, sur le plan de la qualité, de l'économie et de la rapidité de la mise en œuvre, des avantages indiscutables par rapport aux techniques habituellement employées en matière de construction scolaires du second degré »⁶¹⁸.

⁶¹⁷ Un externat de 600 élèves [R+3], un internat de 150 élèves [R+3] ; un atelier pour 400 élèves ; des locaux d'administration et des logements (ceux-ci soumis à la réglementation HLM), un gymnase, des locaux de demi-pension et, à titre facultatif, deux amphithéâtres de 600 et 150 places. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE ET SPORTIF, *Concours « conception-construction » pour la réalisation d'établissements scolaires (Règlement), février 1962*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22922/41777, p. 5-6.

⁶¹⁸ COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, *Rapport sur l'exécution du IV^e Plan en 1963*.

Trois cent quarante-quatre équipes sont présentées et jugées le 10 mai 1963⁶¹⁹. « Bien qu'initialement le jugement du concours, par des architectes et ingénieurs, portait sur la qualité architecturale et technique du projet, des systèmes constructifs et des équipements⁶²⁰, [...] dans une seconde phase, les prix furent prépondérants »⁶²¹.

La revue *Techniques et architecture*, en 1964, publie un numéro spécial du concours où elle présente les dix-huit équipes proclamées lauréates [tableau]⁶²². Ces équipes proposent douze procédés de construction en béton et cinq métalliques^{623/624}.

Au départ, il était prévu que le concours donnerait suite aux programmes de construction de 45 opérations de lycées et CET, et 55 de CEG et CES⁶²⁵, attribuées dans les années suivantes (1963-1964-1965), par des marchés de gré à gré⁶²⁶. Mais, le Conseil d'Etat annule le concours, empêchant ainsi la construction d'écoles par les équipes sélectionnées. Une des équipes non gagnantes lance une procédure judiciaire pour non respect du règlement initial : rectificatif notifié lors des études déjà commencées⁶²⁷. Ainsi, ce ne sont que les opérations lancées entre 1963 et 1964⁶²⁸ qui seront réalisées avec les procédés des lauréats de concours⁶²⁹.

[Il s'agit des travaux préparatoires du 4^e me Plan de l'Équipement scolaire]. Non daté [1963]. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 780522/F17-BIS 22919/41770, p. 12.

⁶¹⁹ *Ibid.*

⁶²⁰ MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, *op.cit.*, p. 9.

⁶²¹ « Les constructions scolaires et universitaires », *La documentation française illustrée*, n° 187, mai 1963, p. 31.

⁶²² *Ibid.*, p. 31.

⁶²³ PONSSARD, POUVOURVILLE, *op.cit.*

⁶²⁴ Voir 3.3.

⁶²⁵ DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ÉTUDES GÉNÉRALES ET TECHNIQUES, *op.cit.*, p. 4.

⁶²⁶ MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE ET SPORTIF, *op.cit.*

⁶²⁷ J.-P. DUCLOS, *Un CES par jour ou l'Etat dans tous ses états*. Thèse de doctorat en Sciences politiques (Spécialité « Gouvernement local et administration locale »), Université de Bordeaux I, Institut d'Études politiques, Centre d'étude et de recherche sur la vie locale, 1992. 332 p. Dir. J. DUMAS.

⁶²⁸ COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU PLAN, COMMISSION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, *op.cit.* p. 12.

⁶²⁹ « Les constructions scolaires et universitaires », *La documentation française illustrée*, n° 187, mai 1963, p. 27.

« En face de cette situation et devant les besoins nouveaux découlant de la réforme de l'enseignement, la Direction de l'Équipement rechercha au début de 1964 des réformes d'industrialisation adaptés à des programmes pédagogiques simples et pouvant être aisément typifiées »⁶³⁰.

Tableau 5. Résultats du concours conception-construction

A Pour toutes catégories d'opérations					
No.	Equipe	Architecte(s)	Entreprise	Bureau d'études	Préfabrication
1	23	De Brauer	Gri et Fils	CO.FE.BA.	Oui
2	343	Dubuisson, Vidal, Jenkins	Fougerolle	Setec	Non spécifiée
3	67	Remondet, Malizard	SERPEC		Oui
4	20	Aillaud	SERPEC	O.C.I.B.	Oui
5	80	Bourdon (s)	BACCI		Non
6	75	Monnet, Françoise Papillard, Apprill, Gebhart	Sartore et Cie, Union de Travaux et d'Entreprises	B.E. des Fluides, Léonard, Weiss	Oui
7	17	Massé, Monge, Doignon-Tournier, Bigot, Roy	Groupement Socepac	Omnium Technique O.T.H.	Oui
8	261	Delannoy, Secq	Constructions Ed. Coignet	S.E.R.G.E.C.	Oui
9	122	Vimond, Cornille, Lebreton	Burnouf et Cie, Tible et Cie, SNCT	Omnium Technique O.T.H.	Oui
10	32	De Cidrac, Monge	G. Coutant	Metzle	Oui
11	345	Davy	SGCI ⁶³¹		Oui
12	120	Belmont, Périllier, M. Silvy	CIMT ⁶³² , Quillery-Jean PROUVE		Oui
13	86	Legrand, Rabinel	M.Renaudat		Non spécifiée
14	10	Jouven	COGETRAVOC		Oui
B Pour des opérations expérimentales ou d'importance moyenne					
15	33	Doucoux	Grand Travaux de l'Est		Non spécifiée
16	204	Aufret	SFP ⁶³³		Oui
17	157	Aubert, Dhuit, Dondel, Gillet, Grégoire, Remondet	G.E.E.P., C.I.C	G.E.E.P., C.I.C Aluminium Français et Saint-Gobain.	Oui
18	28	Genard (s)	Duc et Meric	Socote (contrôle d'études du système Sima)	Oui
*	483	Dumon	Société d'Exploitation Aluminiums Légers	Société Française d'Etudes du Bâtiment	Oui

Source : ■ « Concours 'conception-construction' du ministère de l'Éducation nationale », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p. 66.

⁶³⁰ DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ETUDES GENERALES ET TECHNIQUES, *op.cit.*, p. 4.

⁶³¹ Société Générale de Constructions Industrielles.

⁶³² Compagnie Industrielle de Matériel de Transport.

⁶³³ Société Française de Préfabrication.

B. Secteur industrialisé

Le « secteur industrialisé » du logement date déjà de plus d'une dizaine d'années⁶³⁴ ; dans le secteur scolaire, il ne démarre qu'en 1964⁶³⁵, où il sera reconnu comme « la campagne d'Etat »⁶³⁶. Le « système industrialisé », tel que le signale Laine, a eu « [...] pendant longtemps pour connotation autant une technique de construction qu'une procédure administrative »⁶³⁷.

De 1964 à 1983, c'est par cette procédure que le ministère de l'Education nationale devient l'un des plus grands constructeurs du pays, ce qui n'était pas sa vocation. De cette période, nous n'analyserons que les dix premières années : depuis 1964, donc depuis sa mise en place, jusqu'aux alentours de 1973, où différents faits bousculeront, d'une part, la tradition déjà industrielle de l'architecture et de la construction, d'autre part, la construction scolaire par des événements particuliers survenus dans ce secteur, avec lesquels nous fermons ce chapitre et l'étude de cette période.

Après deux années de transition, entre l'annulation du concours conception-construction et la « campagne d'État », ce n'est qu'à partir de 1966 que la procédure de consultation est mise en place. Dans cette même période de transition, l'Etat décide aussi un programme de soutien à la sidérurgie (campagne sidérurgique), grâce auquel les lauréats de concours, utilisant des procédés métalliques, auront l'attribution des opérations de construction⁶³⁸.

Campagne sidérurgique

Réponse architecturale, continuité technique ou politique d'Etat ?

En 1963, le ministre de l'Industrie demande aux différents départements ministériels un soutien à la sidérurgie⁶³⁹.

⁶³⁴ Voir 2.1.B.c.

⁶³⁵ Et il y continue durant vingt ans.

⁶³⁶ POUVOURVILLE, *op.cit.*

⁶³⁷ M. LAINE, *Les constructions scolaires en France*. Paris: Presses universitaires de France, coll. L'éducateur, 1996, p. 188.

⁶³⁸ POUVOURVILLE, *op.cit.*, p. 11.

⁶³⁹ A cause de la baisse des commandes dans les chantiers navals.

Deux années plus tard, une circulaire ministérielle du service des études générales et techniques de la DESUS marque son rejet de la préfabrication lourde et son intérêt pour la légère :

« [...] les systèmes lourds et trop rigides, partant d'un grand centre de production, sont mal adaptés aux constantes de la construction scolaire. [...] La préfabrication doit être en fait dans la majorité des cas ou foraine ou légère, ou encore basée sur l'emploi, in situ, de s coffrages chauffants pour l'exécution des structures porteuses monolithiques. [...] »⁶⁴⁰

La même circulaire signale que, du fait de la réforme de l'enseignement, les besoins de constructions, prioritairement des CES et CET, se sont accrus. De cette sorte, une construction plus rapide est nécessaire, signale le service technique, et elle serait possible grâce à une préfabrication légère.

« [...] le Ministère de l'Éducation Nationale a pensé que l'industrialisation légère était une voie dans laquelle il pouvait s'engager. Outre la facilité de la mise en œuvre, la légèreté des éléments permet un transport aisé, même sur les grandes distances. Le centre de production peut se trouver très éloigné du site où l'élément sera monté ; on arrive ainsi facilement à 'balayer' l'ensemble du territoire à partir d'un nombre d'unités de production très limité, donc pouvant être très bien équipées »^{641/642}.

En 1964, le Ministre de l'Éducation nationale lance « la campagne sidérurgique », pour que les entreprises, lauréates du concours de 1962 et détentrices d'un procédé métallique, se voient attribuer, par priorité, de gré à gré, des marchés scolaires. Dans un numéro du « Cahier spécial » du quotidien *Les Echos*, sur « La construction industrialisée », un article intitulé : « Test fondamental : l'industrialisation de la construction scolaire » assure que c'est alors que commence vraiment l'industrialisation du bâtiment, « elle a permis les vrais débuts de l'industrialisation »⁶⁴³. Cette expérience a créé, expose l'article :

⁶⁴⁰ DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ETUDES GENERALES ET TECHNIQUES, op.cit, p. 4-5.

⁶⁴¹ *Ibid.*, p. 6.

⁶⁴² Ce même discours est exposé, à la fin de 1966, par G. Le Mur, conseiller technique à la DESUS, pour le numéro spécial de la revue *Techniques et architecture* consacré à l'industrialisation de CEG, CET, CES. LE-MEUR, G. « Premiers bilans et axes de réflexion pour le développement de la construction industrialisée », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n^o 4, déc.-janv. 1966-67, p. 68-70.

⁶⁴³ Après cette expérience, signale l'article, d'autres secteurs s'intéressent à l'industrialisation du bâtiment : « les gymnases, les bureaux, les hôpitaux et évidemment le logement, aussi bien l'individuel que le collectif ». P. SASSIER, M. GALLONO (collaborateur), « Test fondamental: l'industrialisation de la construction scolaire », *Cahier spécial du quotidien « Les Echos »*, n^o supplément au numéro 10168, 1968, p. 97.

« [...] des conditions qui, jusqu'alors, n'avaient jamais été réunies » : un client (le MEN) et des entreprises intéressées à ce concours⁶⁴⁴.

Cette année, le secteur métallique réalise quarante-cinq opérations. Ce sont, pour la plupart, des Collèges d'enseignement secondaire (CES) et des collèges d'enseignement technique (CET). Participation modeste du secteur métallique, car, parmi les travaux commandés par le ministère, ceux-ci ne représentent que 6,5% du nombre d'opérations. Par la suite, les constructions métalliques seront de l'ordre de 12 % en 1965, 23% en 1966, 35% en 1967 et les prévisions pour 1968 sont de 50%⁶⁴⁵.

Lors de la campagne industrialisée de 1965, les procédés métalliques, monopole du secteur éducatif, réalisent la totalité des opérations de construction. Un an plus tard, les entreprises détentrices des procédés en béton ou mixtes (béton-acier) entrent dans le marché scolaire. Ici, fabricants de béton et maîtres du forge se partagent, chacune des deux, la moitié du marché scolaire⁶⁴⁶. En 1966, l'architecte René Egger rend compte de la réticence de leur corporation : « Les architectes ne peuvent tourner le dos à l'expérience 'acier' entreprise par le Ministère de l'Education Nationale »⁶⁴⁷. En 1967, les procédés béton égalent les métalliques, c'est d'ailleurs, l'année où onze entreprises agréées d'un procédé métallique atteignent un nombre maximum. En 1968, les entreprises béton doublent les entreprises métal. Ensuite, 1970 est l'année du nombre maximum d'entreprises agréées : trente-sept, dont neuf métalliques. En 1974, il ne reste que quatre entreprises métal que se partagent une trentaine d'opérations de construction, contre vingt-quatre entreprises béton pour environ trois cents opérations. « [...] au total, sur les 70 entreprises que nous avons recensées entre 1965 et 1974, 17 seulement utilisaient un procédé métallique, contre 49 procédés à base de béton et 4 procédés mixtes »⁶⁴⁸. [Tableau 6]

⁶⁴⁴ *Ibid.*, p. 97-105.

⁶⁴⁵ *Ibid.*, p. 97.

⁶⁴⁶ Le ministère réserve la moitié des commandes en travaux neufs au secteur traditionnel. *Ibid.*, p.98.

⁶⁴⁷ R. EGGER, « Points de vue d'architectes », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n° 4, déc.-janv. 1966 -67, p. 71.

⁶⁴⁸ G. POUVOURVILLE, *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*. Paris : Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, janv. 1979, p. 38.

Les dix-sept entreprises et groupements détenteurs d'un procédé métallique ayant travaillé pour le MEN de 1965 à 1974 sont : Ateliers Wagon de Brignoud, Bender, Camus, Dumez, Fillod, GEEP, SNCI, SEAL, SGCI, SHELL, SMBI, SOFACO, SOMEL, Vissol, Voyer, SEGCEI, SOFRACI (Vissol + AWB). Ils disparurent ensuite les uns après les autres⁶⁴⁹. Selon Hamburger, Querrien et Rebois, les faillites ont suivi à cause de l'impossibilité des entreprises de gérer le rapport du volume de la commande avec l'amortissement du matériel, ceci au bénéfice des « bétonniers »⁶⁵⁰.

Tableau 6. Répartition de commandes entre les divers procédés (N° d'entreprises et n° d'opérations)

Années	Métal		Béton		Mixte	
	Entreprises	Opérations	Entreprises	Opérations	Entreprises	Opérations
1965	9	68	-	-	-	-
1966	9	109	6	37	2	11
1967	11	123	12	90	3	26
1968	10	108	22	145	3	25
1969	9	85	24	182	3	16
1970	9	84	26	232	2	21
1971	7	56	22	206	2	11
1972	6	51	26	276	2	14
1973	7	54	26	303	2	19
1974	4	31	24	294	2	8

Source : POUVOURVILLE, *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*. Paris: Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, Janv. 1979, p. 39.

Campagne d'Etat

Deux travaux sont à signaler sur la procédure de la *Campagne d'Etat* ou Secteur industrialisé du ministère de l'Education nationale :

- 1) *L'innovation dans le secteur du bâtiment - le cas des constructions scolaires - (1979)*⁶⁵¹ de Gérard de Pouvourville ;
- 2) *Un CES par jour ou l'Etat dans tous ses états*⁶⁵², thèse de doctorat en sciences politiques soutenue par Jean Paul Duclos (1992).

⁶⁴⁹ En 1977, la seule qui reste est la SNCI qui a repris le procédé GEEP.

⁶⁵⁰ HAMBURGER, QUERRIEN, REBOIS, *et.al. op.cit.*

⁶⁵¹ Dans le même travail, on trouve une synthèse dans le chapitre intitulé « Peut-on changer de politique d'achat », p. 66-89, in PONSSARD, POUVOURVILLE, *op.cit.*

⁶⁵² DUCLOS, *op.cit.*

La thèse de Duclos décrit de manière très détaillée l'ensemble de la procédure du point de vue administratif, juridique et financier. Elle montre comment le schéma, suivi par le ministère, par la voie de la DESUS, a inéluctablement débouché sur une séparation tranchée entre la conception et la réalisation de toute construction industrialisée.

Le rapport de Pouvoirville analyse les relations entretenues dans le système industrialisé. Les trois figures principales restent les traditionnelles : le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et l'exécutant. Cependant le système présente des modifications radicales dans les rôles traditionnels des acteurs. La maîtrise d'ouvrage est partagée, officiellement, en une maîtrise d'ouvrage de droit (la collectivité locale⁶⁵³) et une maîtrise d'ouvrage déléguée⁶⁵⁴ (l'Etat et ses services intérieurs – DESUS -, et extérieurs – DDE⁶⁵⁵ -). L'architecte est toujours, officiellement, le maître d'œuvre, mais en fait, son rôle de concepteur se modifie. Finalement, les exécutants sont l'architecte d'adaptation et l'entreprise détentrice d'un « procédé » industrialisé.

À partir de ces deux travaux, nous essayons de déduire ces « relations tranchées », et liées dans l'ensemble « architectonicorganisationnel » de la politique constructive de cette sous-période. Nous sommes aux environs de 1966.

Conception de l'organisation

a) Programmation à l'échelle nationale.

En amont de la conception de l'organisation et de la conception architectonique par la procédure industrialisée, il y a, d'une part, la programmation annuelle⁶⁵⁶ de la construction scolaire, fixée par la carte scolaire et déterminée d'abord par le recteur et les inspecteurs des Académies⁶⁵⁷, puis par les préfets de départements, et finalement par ceux des régions ; d'autre

⁶⁵³ La collectivité locale comprend soit la commune seule, soit le groupement des communes.

⁶⁵⁴ Le décret du 27 novembre 1962, désignait les collectivités locales comme maîtres d'ouvrages pour tous les établissements du second degré.

⁶⁵⁵ Direction Départementale de l'Équipement composée de services constructeurs, inspecteurs d'académie, préfet, rectorat

⁶⁵⁶ Programmation tri-annuel à partir de 1971.

⁶⁵⁷ 25 Académies.

part, le choix de la collectivité locale qui a cédé la maîtrise d'ouvrage à l'Etat (décret du novembre 1962).

b) Agrément de projets-types

Lorsque la programmation annuelle est fixée et convertie en mètre carré à construire, la DESUS, pour l'agrément de projets-types, lance un appel d'offres auprès d'entreprises (déjà agréées ou nouvelles). Ces projets-types englobent une entreprise générale, un architecte et un procédé industrialisé. La sélection se fait par campagne et le résultat doit être connu un an avant la réalisation de la construction. La procédure, grosso modo, est la suivante :

- 1) La DESUS, sur la base d'un cahier des charges (*i.e.* d'un CES 600), lance le concours auprès des entreprises.
- 2) Les entreprises consultées remplissent un dossier de consultation des entreprises (DCE) qui contient un cahier de prescriptions techniques (CPT) et un cahier de prescriptions spéciales (CPS)⁶⁵⁸. Ici, les paramètres des prix et des délais de construction doivent être mis en lumière.
- 3) Les dossiers sont analysés par une commission d'agrément, désignée par la DESUS, et dans ce cas, des procédés-types sont agréés⁶⁵⁹.
- 4) La DESUS fait une répartition de mètres carrés à construire entre ces entreprises.
- 5) La DESUS désigne aux entreprises la liste des sites (en prenant en compte les préférences de la collectivité locale pour un type de procédé – béton, acier, mixte⁶⁶⁰- et pour l'architecte d'opération de leur gré) ; elle désigne aussi le type de construction (CES 600, CES 900, CES 1200, CET, lycées techniques, etc.).

⁶⁵⁸ Plus tard, en 1976, il deviendra le Cahier de clauses administratives particulières.

⁶⁵⁹ Ensuite, chaque année, la direction fait une consultation auprès des entreprises titulaires d'un procédé-type agréé.

⁶⁶⁰ A partir de 1972, elle donnait son avis dans l'ordre de préférence des trois procédés industrialisés.

Cette phase d'organisation, au niveau national, est gérée par la DESUS qui centralise l'appel d'offre national, le choix des entreprises et des architectes, ainsi que la fixation des prix et des normes.

Conception architectonique

A l'aval de la conception architectonique, se trouve la définition des cahiers des charges (nombre et type de locaux) dont les acteurs sont le corps de l'Inspection Générale de l'Education nationale, les architectes et les membres de la DESUS.

Le système industrialisé place la phase de conception technique et architecturale à deux niveaux :

- En amont, le projet de référence – projet-type -, réalisé par un architecte de « conception », en partenariat avec un bureau d'études ou un ingénieur conseil et avec l'entreprise.
- En aval, le projet spécifique, réel et posé sur le terrain d'assiette, réalisé par un architecte d'adaptation, qui « adapte » le projet-type au lieu d'implantation.

a) Le projet de référence

Lors de l'appel d'offres ministériel, des équipes architecte-entreprise générale « conçoivent » un projet type – modèle -, par description d'un procédé de construction, à partir d'un programme-type de CES 600⁶⁶¹ et un cahier de clauses techniques (CCT)⁶⁶². Ce projet modèle est constitué d'un plan masse et d'un descriptif du procédé de construction.

La conception de projets types inscrits dans la campagne d'Etat, pour certaines équipes est une adaptation de l'expérience déjà acquise dans le domaine de la construction scolaire. Ainsi, l'équipe de l'architecte Emile Aillaud et l'entreprise Camus réalisent dès 1957 le groupe scolaire Jean-Jaurès, « Les

⁶⁶¹ CES 900, à partir de 1979

⁶⁶² Le CCT, mis au point en 1965 pour la définition des exigences fonctionnelles et dimensionnelles minimales, est remplacé en 1971 par le cahier des prescriptions techniques (CPT), définissant les exigences fonctionnelles minimales spécifiquement pour la construction d'établissements du second degré du secteur industrialisé.

Courtilières », à Pantin. Puis la même équipe, autour du procédé de construction « Camus », participe au concours de 1962. Dans le secteur industrialisé, avec ce procédé, plusieurs autres établissements scolaires sont construits, à Coulommiers, Claye-Souilly, Tournan, Nangis, Arnouville-lès-Gonesses, Epinay, Tourcoing⁶⁶³.

b) Le projet spécifique

Une fois désigné l'ensemble site-architecte-entreprise-type d'établissement, c'est la Direction Départementale de l'Équipement (DDE)⁶⁶⁴ qui prend le relais dans les négociations des marchés à l'échelon départemental. La procédure, à ce niveau, est la suivante :

- 1) Un avant-projet sommaire (APS) réalisé par l'architecte et l'entreprise est présenté à la Commission de Sécurité du ministère de l'Intérieur, puis au Conseil du Bâtiment de France, à partir de 1969 au CDOIA⁶⁶⁵.
- 2) Un avant-projet définitif (APD) est préparé. Il est la référence à l'engagement des dépenses. Le montant du marché est le résultat, d'une part, du prix au m² établi au niveau central, d'autre part, du montant des travaux d'adaptation (en moyenne 25 % du total du marché), établi au niveau local.
- 3) Le marché est signé par le contrôleur financier et l'ordre pour le début des travaux est délivré.

Exécution des travaux

a) Les services contrôleurs

La réalisation est contrôlée par les services constructeurs départementaux (avant 1966 : service départemental des Ponts et Chaussées et Direction départementale de la Construction, après 1966 : direction Départementale de l'Équipement – cellule constructions publiques) et par l'architecte d'opération. Ce sont eux qui réalisent, au niveau local, le contrôle des études, la rédaction des

⁶⁶³ Voir 3.3.

⁶⁶⁴ Créée en 1966, en même temps que les cellules de construction publiques dans les DDE.

⁶⁶⁵ En 1969, il est remplacé, à l'échelon départemental par Commission Départementale des Opérations Immobilières et de l'Architecture (CDOIA). Au niveau national et régional, le Conseil du Bâtiment de France, est aussi remplacé par la CNOIA et CROIA.

marchés selon les clauses-types (préalablement arrêtées par l'Administration centrale) et le contrôle de l'exécution des travaux.

« En fait, les services constructeurs avaient un rôle de purs exécutants. Il leur était pratiquement impossible de changer d'un iota aux dispositions des projets-types (sauf à partir de 1977). C' était bien précisé dans le 'mémento' annuel qui leur était adressé par le Ministère. Bien sûr, il fallait s'adapter à la déclivité du terrain et à la qualité du sol et du sous-sol »⁶⁶⁶.

b) Les entreprises

Dans la procédure du secteur industrialisé⁶⁶⁷, tous les corps d'état sont confondus. Il n'y existe qu'une entreprise générale (un seul marché pour tous les corps d'état), qui est responsable de la réalisation de tous les travaux. Cependant, en général, elle ne réalise par elle-même que le gros œuvre et sous-traite, de gré à gré, à des entreprises locales, les prestations spécialisées (lots de second-œuvre, techniques, voirie et réseaux divers). L'entreprise générale assure le pilotage et la coordination de tous les travaux de ses sous-traitants.

Selon Duclos, au début du secteur industrialisé, le marché scolaire est partagé entre les grandes entreprises nationales, mais peu à peu chaque « procédé » est réparti entre plusieurs entreprises générales régionales. « Il faut noter que le secteur industrialisé, à côté de dix grandes entreprises d'importance nationale fait appel à environ 130 entreprises régionales, réunies en une vingtaine de groupements »⁶⁶⁸. L'intérêt pour les entreprises de faire partie d'un groupement porteur d'un procédé agréé, repose sur la garantie d'une continuité territoriale ; c'est elle qui permet une planification des moyens de production.

« Entre 1964 et 1968, chaque entreprise générale avait son procédé agréé et le mettait directement en œuvre. A partir de 1968, le MEN a adopté une politique de groupement d'entreprises générales. Ces groupements constitués par un nombre variable de participants, construisent suivant un procédé agréé unique et dans des conditions identiques pour toutes les entreprises relevant d'un mandataire commun

⁶⁶⁶ DUCLOS, *op. cit.*, p. 54

⁶⁶⁷ Dans une opération traditionnelle, les travaux sont faits soit en entreprise générale (un seul marché pour tous les corps d'état), soit en entreprises groupées (un seul marché avec une entreprise mandataire et ses cotraitants pour les lots spécialisés), soit en lots séparés (un marché par lot spécialisé).

⁶⁶⁸ Note du ministère de l'Education nationale lors de l'exposition « Vivre à l'école au Grand Palais à Paris entre le 14 avril et le 2 mai 1976. En DUCLOS, *op. cit.*, p. 104.

(exemple : en 1973, il y a 15 groupements représentant plus de 1 000 entreprises) »⁶⁶⁹.

Séparation conception-réalisation

La procédure du secteur industrialisé écarte la conception et la réalisation. Le système est composé d'un organe de conception et de décision, au sein de l'Administration centrale et d'un organe d'exécution disséminé dans chaque département. Duclos met en lumière cette séparation par le rôle introverti des acteurs. L'Administration garde le savoir à elle seule et les acteurs se regroupent entre personnes de mêmes disciplines : les ingénieurs avec des ingénieurs, les administrateurs avec des administrateurs. D'ailleurs, le choix des architectes et des ingénieurs est fait au plan national et l'on ne peut travailler qu'avec ceux qui sont agréés⁶⁷⁰.

« [...] à partir du moment où la maîtrise d'ouvrage a été déléguée à l'Etat, elle a éclaté entre plusieurs acteurs dont aucun ne détient toutes les cartes, aucun ne connaît le jeu entier que doit avoir en main un véritable maître d'ouvrage [...] »⁶⁷¹.

Les faits de cette séparation, assez tranchée, entre conception et réalisation, sont mis en lumière par la complexité de la procédure et par les intérêts antagoniques des acteurs.

La complexité du secteur industrialisé est caractérisée par⁶⁷² :

- 1) Un grand nombre d'intervenants ;
- 2) Une procédure administrative lente et longue : il y a environ « 250 opérations préalables » ;
- 3) La réglementation : les règles sont mal connues, la responsabilité du projet n'est pas assurée, le contrôle administratif est un obstacle et ralentit la marche des projets.

⁶⁶⁹ DUCLOS, *op.cit.* p. 127.

⁶⁷⁰ *Ibid.*, p. 61.

⁶⁷¹ *Ibid.*, p. 89-90.

⁶⁷² *Ibid.*

Selon une interview faite par Duclos (1992) du chef des services techniques de la DESUS⁶⁷³, dans le système industrialisé, il y a deux types de comportements par rapport à la vitesse à laquelle devaient se réaliser les projets : l'un, pour les administrateurs et les techniciens de la DESUS, privilégiant l'efficacité de la procédure, en se libérant de contraintes administratives injustifiées ; l'autre, de la part de administrateurs et financiers, qui considèrent une opération comme « un dossier », bien réglementé, et dans lequel il ne doit pas manquer une seule pièce ; « Pour les fonctionnaires de cette catégorie, peu importait le temps [...] »⁶⁷⁴.

Un deuxième fait qui explicite les différents intérêts des acteurs est l'importance de la quantité. Pour M. Raynaud, conseiller à la Cour des comptes et directeur de la DESUS de 1964 à 1970 (les six premières années du système), le problème est la rapidité, car il faut livrer les établissements à la rentrée scolaire. Pour le directeur, qui expose ce problème, la solution est la dérogation aux procédures administratives : « [...] grâce à tout cela, il a pu démontrer qu'il construisait dans l'année plus de 100 % du programme et qu'il obtenait des prix inférieurs du 18 % par rapport aux bâtiments traditionnels [...] »⁶⁷⁵.

Le chef du service technique ajoute à propos de leur ancien chef :

« Il a vu la construction des établissements scolaires avec une logique totalement abstraite (pour lui, un CES c'était tant de mètres carrés et il aurait pu aussi bien s'occuper de sortir des automobiles) et en privilégiant le respect de deniers publics. La partie technique pour lui, n'avait pas trop d'importance et il pensait que les techniciens 'coupaient les cheveux en quatre' (interview du chef du Service technique) »⁶⁷⁶.

L'écart de la conception-réalisation, dans la phase de réalisation, est mis en exergue par la participation de services constructeurs. L'administration centralisée, les services constructeurs ne maîtrisaient ni la programmation, ni le financement, ni la désignation des architectes et entreprises. Même localement,

⁶⁷³ Duclos ne le mentionne pas, mais par les renseignements dont nous disposons, nous pensons qu'il s'agit de Le-Meur, chef du service technique de la DESUS sous les ordres des directeurs Donzelet, Carpentier, Raynaud.

⁶⁷⁴ DUCLOS, *op.cit.*, p. 80.

⁶⁷⁵ *Ibid.*, p. 82.

⁶⁷⁶ *Ibid.*

d'autres acteurs participent aux opérations de construction : préfets de région et de département, recteurs et inspecteurs des académies, trésoriers, etc.

« [...] l'acteur DDE, représenté par sa cellule constructions publiques, n'est qu'un technicien, qu'un 'conducteur d'opération' [...] qui ne voit l'établissement que comme un course d'obstacles [...] »⁶⁷⁷.

Les « cellules constructions publiques » (anciennes DDE), constituées prioritairement d'ingénieurs provenant d'autres ministères⁶⁷⁸, ne participent pas, non plus, à la prise de décisions : « [...] Il faut dire que les directives du Centre pour l'exécution de sa politique, étaient très précises (lettres, circulaires, instructions, mémentos, etc...) et l'ordre était donné de ne pas y déroger. »⁶⁷⁹.

La séparation des concepteurs et des réalisateurs n'a jamais eu lieu, signale Duclos : les colloques annuels rassemblant des représentants de cellules de constructions publiques et le ministère de l'Education nationale n'étant que des lamentations⁶⁸⁰ ; et non ainsi des échanges qui auraient pu pour améliorer les procédures et les procédés de construction.

C. De modèles aux composants

Le 4^{ème} Plan de l'Equipement scolaire pour la période 1966-1970⁶⁸¹, fait référence à deux faits, antagoniques, sur l'industrialisation du bâtiment scolaire. Le premier porte sur le soutien d'une « véritable » industrialisation, à toutes les échelles (de l'élément, du bâtiment et de la ville), et, prioritairement par une industrialisation de *modèles*; le deuxième remet en cause cette industrialisation par les résultats architecturaux, ainsi que ceux de la préfabrication lourde et fermée, en faveur d'une autre : ouverte et légère.

Le 4^{ème} Plan de l'Equipement scolaire, à la différence des précédents, de ton assez optimiste, expose « les problèmes de l'industrialisation du bâtiment ». Plus que les problèmes, ce Plan révèle la perspective et les limites de la

⁶⁷⁷ *Ibid.*, p. 89-90.

⁶⁷⁸ Voir 2.2.C.b.

⁶⁷⁹ *Ibid.*, p. 86.

⁶⁸⁰ *Ibid.*

⁶⁸¹ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et sportif (V^e plan 1966-1970)*. Paris : La documentation française, N. d.

préfabrication industrielle au sein de la construction scolaire. Il présente, d'une part, les types de préfabrication (ouverte ou fermée); d'autre part, la corrélation du type de préfabrication avec un type déterminé d'établissement.

Concernant les types de préfabrication à considérer, ce plan soutient les deux types de préfabrication couramment traités, et ceci à l'échelle de l'élément et à celle du bâtiment :

- La *préfabrication ouverte* qui se rapporte à deux branches :
 - 1) la préfabrication industrielle des éléments isolés et standardisés ;
 - 2) la préfabrication industrielle des parties du gros œuvre (de la totalité du bâtiment ou d'une partie).
- La *préfabrication globale ou totale* – fermée - de la totalité du bâtiment, lui-même standardisé et reproductible : c'est le cas des modèles.

De leur côté, les établissements sont classés en deux groupes :

- 1) Les globalement standardisés : les établissements du primaire et ceux du 1^{er} cycle du secondaire (CES, CEG et CET).
- 2) Ceux dont les différentes fonctions pédagogiques représentent des caractéristiques particulières (peu ou non répétitives) : les facultés, les IUT et les lycées du second cycle.

Les premiers qui, par leurs caractéristiques physiques, seraient de bons candidats à une préfabrication fermée, présentent l'inconvénient d'être territorialement très dispersés ; contrairement à ceux du second groupe, plutôt concentrés dans les zones urbaines. C'est pourquoi ce quatrième plan de l'Équipement scolaire recommande, pour le premier groupe, l'utilisation de systèmes de préfabrication, totaux et légers, et, pour le deuxième, l'emploi soit de la préfabrication ouverte, soit de la préfabrication foraine.

Modèles

« La notion de modèle elle-même doit être bien définie. Il ne s'agit pas d'un procédé d'industrialisation et encore moins de préfabrication. C'est un projet de 'construction-type', élaboré, mis au point et présenté par trois partenaires : un ou plusieurs architectes, un bureau d'études techniques, une entreprise ou un groupe d'entreprises »⁶⁸².

Cette « nouvelle » politique technique, n'est que le prolongement du secteur industrialisé, mais dès les travaux préparatoires du 4^{ème} Plan de l'Équipement scolaire, dit de « modèles »

« Les programmes-types (...) doivent être traduits en 'modèles' qui pourront être indéfiniment répétés, aux exigences d'adaptation locale près »⁶⁸³.

Les modèles pour la construction scolaire sont édités en 1974, dans une brochure intitulée : *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Éducation Nationale*^{684/685}. Il s'agit des avant-projets agréés sur la base du programme pédagogique d'un CES 900, permettant leur l'extrapolation pour des programmes des CES 600 et 1200, CEG, CET et lycées. Ici, une nouvelle trame dimensionnelle est suggérée et adoptée pour quelques-uns des procédés présentés : la trame de 7,20 m x 7,20 m⁶⁸⁶.

⁶⁸² P. MADELIN, « Les modèles-innovation : incitation à la recherche et à l'industrialisation? », *Industrialisation forum*, n° 4, 1974, p. 35.

⁶⁸³ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et sportif (V^e plan 1966-1970), *op.cit.*, p. 174.

⁶⁸⁴ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), CONCOURS DU SYNDICAT NATIONAL DU BETON ARME ET DES TECHNIQUES INDUSTRIALISEES, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Éducation Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. P. N.

⁶⁸⁵ Ensuite, le ministère de l'Éducation publiera d'autres brochures en 1975, 1976, 1977/78 et 1979.

⁶⁸⁶ Cette trame, selon Jacques Limouzy, Secrétaire d'Etat auprès du ministre de l'Éducation nationale, date de 1972. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), CONCOURS DU SYNDICAT NATIONAL DU BETON ARME ET DES TECHNIQUES INDUSTRIALISEES, *op.cit.*

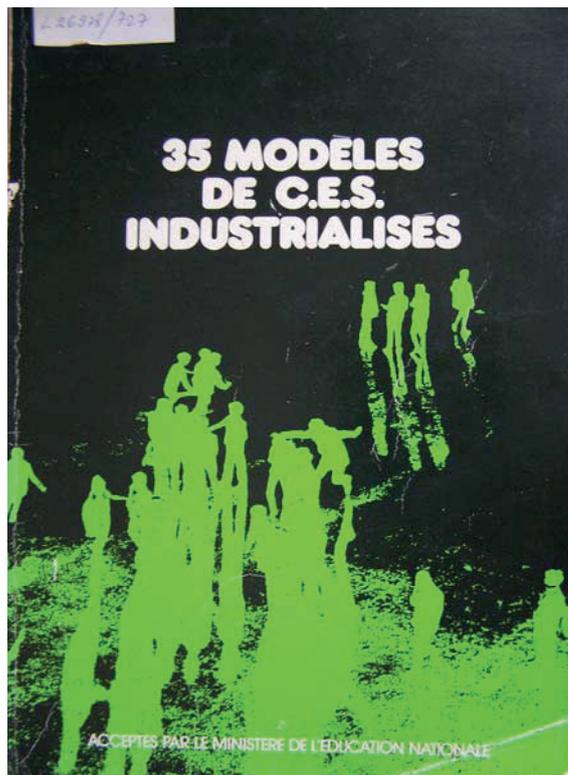


Figure 14. Brochure des modèles du ministère de l'Education nationale

Source : MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), CONCOURS DU SYNDICAT NATIONAL DU BETON ARME ET DES TECHNIQUES INDUSTRIALISEES, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. N.p.

Cette « nouvelle » procédure consiste à établir un « modèle ». Il s'agit de perfectionner un programme-type (méthode de production et technique de construction). C'est pourquoi, comme le signale le 4^{ème} Plan, « Dans la mise en œuvre d'un système global de préfabrication, cette mise au point du prototype constitue une étape essentielle [...] »⁶⁸⁷. D'ailleurs, les modèles conçus par les entreprises agréées du ministère de l'Education nationale, prétendent remédier à la controverse d'une telle répétition. Pour ce faire, ce Plan propose, d'une part, d'y donner une importance capitale à la qualité de la construction ; d'autre part d'y récupérer la participation de l'architecte « conseiller technique » collaborant avec l'entreprise, pour diriger la mise au point du modèle.

⁶⁸⁷ COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, Rapport générale de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et Sportif (V^e plan 1966-1970), *op.cit.*, p. 174.

« (...) A l'heure actuelle, les modèles sont, sauf cas particuliers, l'œuvre directe des entreprises qui les réalisent : certains des projets sont assurément fort estimables, mais il paraît certain que le facteur 'qualité' [...] deviendrait prépondérant si un architecte était associé dès le départ à la conception et à la recherche de solutions »⁶⁸⁸.

Echec de modèles

Les modèles sont la représentation utopique de l'industrialisation, tant recherchée, du bâtiment. Ils sont, en même temps, le symbole de l'échec de cette industrialisation.

Le « modèle » conçu en fonction d'un procédé technique, est donc un projet abstrait. Il n'y a pas de lien, au stade de la conception, entre le projet et le terrain d'assiette. De même, le modèle peut être implanté aussi bien à la ville qu'à la campagne, au nord comme au sud, en plaine ou en montagne, bref dans n'importe quel site. La conception architecturale est renvoyée en amont de la situation locale, ce qui exclut toute caractéristique d'ordre culturel, social et environnemental. De plus, le modèle interdit toute modification: « [...] le projet devait rentrer dans le moule du projet type moyen sans essayer d'y intégrer une particularité locale »⁶⁸⁹.

Dans le cadre du secteur industrialisé, Duclos déclare : « Nulle part, on a trouvé par exemple, les informations nécessaires que le concepteur secondaire aurait dû avoir à sa disposition comme la présentation claire des limitations d'emploi du procédé (nombre de niveaux minimum, zone climatique, etc...), [...] »^{690/691} – ce qui rend compte de la négligence des particularités locales.

En conséquence, la mission de l'architecte est modifiée. Son rôle est éclaté : la conception est faite par un architecte de conception, puis un deuxième travail de conception est réalisé à l'échelon local par un autre architecte, l'architecte d'adaptation ; finalement les travaux sont surveillés par un troisième,

⁶⁸⁸ *Ibid.*

⁶⁸⁹ DUCLOS, *op.cit.*, p. 81.

⁶⁹⁰ *Ibid.*, p. 139.

⁶⁹¹ Ce type de renseignements, s'il y en a, sont donnés par les entreprises en attendant les possibilités de procédés de construction. C'est jusqu'au plus tard que les travaux donnant une importance à ce type de considérations sont faits, p.e. P. LOMBARD, *Constructions scolaires. (Recommandations pour les études d'adaptation au site, exemple de dossier d'étude établi par M. Pierre Lombard, architecte)*. Paris: MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, Direction des équipements et des constructions, Centre National de Documentation Pédagogique, 1977. 13 p.

l'architecte d'opération⁶⁹². Ceux-ci deviennent de purs exécutants, avec peu de marge de correction pour les besoins spécifiques.

Pour Hambourger, Querrien et Rebois, le rôle de concepteur est transformé par celui de publiciste, dessinateur et coordonnateur. L'architecte publiciste doit vendre le procédé constructif défini par l'entreprise et par les bureaux d'études. « Il leur est demandé de choisir au sein de la multiplicité des procédés proposés par les entreprises ceux avec lesquels ils aimeraient travailler, ceux qui coûtent le moins cher et se montent le plus vite »⁶⁹³. L'architecte, comme dessinateur, doit faire preuve « d'adaptabilité architectonique », « [...] pour éviter une trop grande apparence industrielle »⁶⁹⁴. L'architecte doit aussi, dans les relations imposées par cette organisation industrialiste, faire preuve de capacités de coordination et de contrôle des relations entre les corps de métier et les entreprises. Dans ce parcours, commencé en 1952, les architectes concepteurs de modèles de constructions scolaires, à partir des années 1966-67, « quand les constructions industrialisées battent leur plein »⁶⁹⁵, ne sont plus mentionnés, à l'opposé des entreprises détectrices des modèles.

L'absence de l'architecte est constatée par le 4^{ème} Plan de l'équipement scolaire, où elle est signalée comme la cause principale du manque de qualité, architecturale et technique, des établissements scolaires. Selon Monique Caralli, l'Institut « Qualité Alsace » signale comme responsable de ce manque, non pas tant l'industrialisation de la construction que l'industrialisation des procédures.

*« Difficile d'imaginer pire que ces monstres que l'on appelle écoles, lycées, CES, et qui ont poussé de 1960 à 1970 comme des champignons vénéneux, sur les flancs de coteaux, à la périphérie des villes et en lisière des campagnes »*⁶⁹⁶

Nous arrivons à la fin de la période d'étude, avec le discours de l'échec de l'industrialisation du bâtiment, mis en exergue par le VI^e Plan, dernier Plan de la Croissance :

⁶⁹² Suivant les cas, parfois l'architecte d'adaptation et celui d'opération est le même.

⁶⁹³ HAMBURGER, QUERRIEN, REBOIS, *et.al.*, *op.cit.*, p. 73.

⁶⁹⁴ *Ibid.*

⁶⁹⁵ *Ibid.*, p. 71.

⁶⁹⁶ M. CARALLI, « Architecture scolaire : le pire est fait », *Architecture (Revue de l'ordre des architectes)*, n° 4, avril 1979, p. 6.

« La préparation du VI^e Plan fut une nouvelle occasion à la fois pour les pouvoirs publics et pour les augures de professions, de s'interroger sur la situation de l'industrie du bâtiment. Facilement considérée, au milieu de l'expansion technologique actuelle, comme une attardée, presque une inadaptée – au sens où on le dit de l'enfance -, l'industrie du bâtiment fait l'objet de jugements où le postulat se mêlant à la certitude se pare de la même apparente vérité, sans que jamais des solutions pratiques soient avancées et encore moins adoptées »⁶⁹⁷.

1973 et après

Durant l'année 1973, mis à part les faits globaux déjà signalés, d'autres marqueront le début de la fin de la construction scolaire préfabriquée.

En 1973, le ministère de l'Éducation nationale abandonne la normalisation établie dès 1952. Une instruction ministérielle du 20 août 1973⁶⁹⁸, concernant l'aménagement de l'espace scolaire des écoles élémentaires, signale : « Les locaux scolaires ont sans doute pour première fonction d'avoir une capacité suffisante pour contenir les élèves, mais il était nécessaire de s'interroger sur l'aménagement de l'espace de la classe pour la rendre mieux adaptée aux objectifs de la rénovation pédagogique »⁶⁹⁹. La problématique principale de l'architecture scolaire porte dorénavant sur la qualité architecturale.

En 1973, un collège, construit avec un procédé industrialisé, prend feu : fait qui bouleverse la politique technique du Ministère. Il y a « *avant et après Pailleron* »⁷⁰⁰.

Toutefois, une dernière tentative de construction industrialisée est mise en place, entre 1970 et 1983, sur la base de la nouvelle trame dimensionnelle : les systèmes constructifs.

⁶⁹⁷ Y. AUBERT, *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?* Paris: Eyrolles, 1971, p. 7.

⁶⁹⁸ Selon Duclos, p. 90, la procédure des « établissements à espaces aménagés » est établie par les circulaires du 11 et 20 décembre 1973 ; 25 janvier 1974 ; 20 décembre 1974.

⁶⁹⁹ MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION CHARGÉE DES ÉQUIPEMENTS, GROUPE DES ÉTUDES TECHNIQUES, *Instruction relative à la construction des écoles maternelles*. Paris : Institut National de Recherche et de Documentation Pédagogiques (Brochure no. 8207), 1973, p. 17.

⁷⁰⁰ « Un sujet toujours brûlant », *Les dossiers du Canard (Ecole : le dérapage ! Du B.A. BA au bac)*, n° 15, avril 1985, p. 65.

Collège Pailleron

Le collège Edouard Pailleron à Paris, est détruit par le feu le 6 février 1973 ; « Vingt morts », la France est en émoi. Construit avec le procédé « Constructions modulaires », de même que cinquante-huit autres collèges et lycées⁷⁰¹ ; puis, signale la presse, environ vingt CES de ce type ont flambé, notamment, « (..) un autre CES brûlait à Nice en juin 1973, et un autre à Canteleu un peu plus tard »⁷⁰².

« Dès le lendemain, le coupable est désigné : le bâtiment, livré en 1969. La question n'est pas de savoir *pourquoi* il a brûlé, mais pourquoi il a brûlé *si vite* »⁷⁰³. Pour Antoine Prost, la faille qui a provoqué l'incendie Pailleron, se trouve, à la fois dans la conception et dans la réalisation. « [...] Pailleron ouvre le procès des constructions industrialisées. [...] c'est avant tout le procédé de construction qui est en cause. Les structures en acier, mal protégées, ont fondu avec une rapidité inacceptable, et le feu s'est propagé sans obstacle dans les vides des faux-plafonds. Les constructions industrialisées ne sont pas seulement laides et pauvres, elles sont meurtrières »⁷⁰⁴. Dans la conception, car l'instruction technique restait insuffisante pour la sécurité contre l'incendie, dans la réalisation, par l'acceptation de matériaux non prévus au projet, le polystyrène dans ce cas⁷⁰⁵.

« Avant c'était la période euphorique ou le slogan '1 CES par jour' était lancé avec fierté, après, il a fallu un peu plus d'humilité »⁷⁰⁶.

⁷⁰¹ DUCLOS, *op.cit.*, p. 146.

⁷⁰² PROST, A., « 6 février 1973, le CES Pailleron brûle », *Regards historiques sur l'Education en France XIXe et XXe siècles*. Paris: Berlin, 2007, p. 46.

⁷⁰³ *Ibid.*, p. 45.

⁷⁰⁴ *Ibid.*

⁷⁰⁵ *Ibid.*, p. 48.

⁷⁰⁶ DUCLOS, *op.cit.*, p. 152.

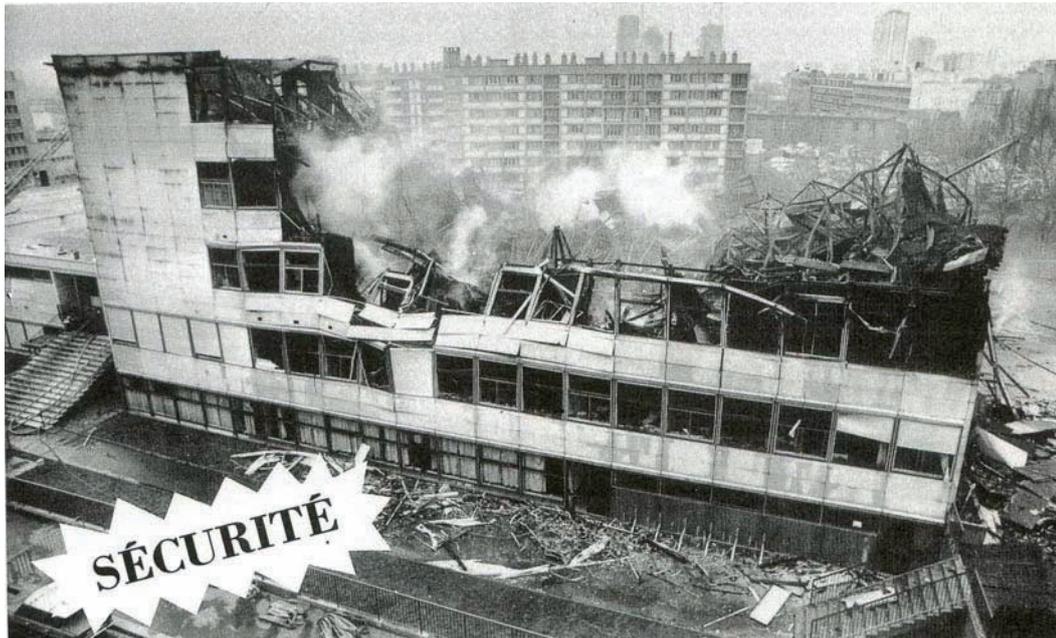


Figure 15. Le CES Edouard-Pailleron, le 6 février 1973

Source : « Un sujet toujours brûlant », Les dossiers du Canard (Ecole : le dérapage ! Du B.A. BA au bac) », n° 15, avril 1985, p. 65.

Systèmes constructifs

Les nouvelles directives ministérielles, ainsi que les changements des besoins pédagogiques, dérivent de la conception architecturale. Les espaces scolaires, désormais sollicités comme polyvalents, ne correspondent plus à la trame de 1,75 ou à celle de 1,80, mais à une trame carrée de 7,20 m. D'ailleurs, la taille des établissements diminue : le collège de 1200 élèves est abandonné et l'on commence à lancer des collèges de 400 élèves, voire 200 en zones rurales. De même, de nouveaux locaux ont été créés dans les établissements de l'enseignement secondaire et technique. La forme linéaire des bâtiments de la période précédente (1964-1970) est contestée.

Ces contraintes pédagogiques sont les buts d'une nouvelle politique tentée par le ministère de l'Education nationale : les *systèmes constructifs*. Ils sont promus comme des systèmes ouverts car ils permettent des variabilités architecturales et la suppression des murs porteurs, et comme des systèmes légers par la conception de « composantes ». De même, la procédure

administrative est simplifiée : il n'y a plus besoin d'agrément ; les commandes sont passées par entente directe avec les entreprises détentrices d'un système constructif. Les « systèmes constructifs » sont le dernier stade de la politique industrialiste du ministère de l'Education.

En 1979, la procédure de modèles est remplacée par celle de systèmes constructifs lors d'un appel d'offres pour la construction des établissements du premier degré. Il s'agit, comme pour les modèles, de l'élaboration par des équipes de constructeurs-architectes d'un avant-projet de référence sur la base d'un collège de 600 élèves pour promouvoir leur système. Par l'arrêté du 6 août 1980 (Education) est créée, auprès du secrétaire d'Etat du ministre de l'Education, une Commission appelée à examiner les « systèmes constructifs par composants » favorables à la construction scolaire du premier degré. En 1982, une deuxième campagne d'industrialisation est lancée pour les constructions du second degré.

Pour cette deuxième campagne, le ministère de l'Education nationale édite une brochure sur les *Systèmes constructifs (Constructions scolaires second degré)*⁷⁰⁷. A cette occasion, le ministre Alain Savary remarque qu'il ne s'agit plus de « modèles d'antan », car les systèmes constructifs ne posent plus les mêmes problèmes : « pauvreté de l'architecture et faiblesses techniques »⁷⁰⁸. Car, signale le Ministre, les systèmes constructifs sont porteurs de confort thermique et acoustique⁷⁰⁹, et des techniques, toutes récentes, d'économie d'énergie. De même, cette procédure, continue le chef du ministère éducatif, n'est plus rigide, car les collectivités locales y sont assujetties au libre choix.

Les problèmes des systèmes constructifs sont : la qualité architecturale et technique, la fonctionnalité pédagogique⁷¹⁰. Spécifiquement, l'appel d'offres du premier degré de 1979, est indicateur de l'intérêt pour : « [...] l'introduction de variantes en matière de toitures et d'aspects des façades, puis en 1981, toujours pour les bâtiments du 1^{er} degré, le recours généralisé à des composants » ; « Le

⁷⁰⁷ MINISTERE, DE L'EDUCATION NATIONAL, *Systèmes constructifs (constructions scolaires second degré)*. 1982. s. p.

⁷⁰⁸ A. SAVARY, in MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONAL, *Constructions scolaires second degré (Systèmes constructifs)*. 1982. s. p.

⁷⁰⁹ Les spécificités de sécurité, confort thermique et confort acoustique, rapportent au Cahier des Clauses Techniques Particulières de 1978, complété en 1981.

⁷¹⁰ Arrêté du 6 août 1980.

souci de la qualité architecturale » est, pour le second degré (1982) « particulièrement marqué »⁷¹¹.

Malgré la réalisation des projets sur « la grande maille » (7,20 x 7,20), modifiant l'architecture de ligne, et nonobstant les dispositions pour soumettre ces projets à l'avis de la Commission centrale de sécurité⁷¹², comme garanties de qualité, les systèmes constructifs de par leur rigidité, sont restés condamnables.

« Avec ces outils, les architectes pouvaient déjà concevoir des constructions adaptées au site et aux besoins locaux, mais le projet de référence se traduisait en fait par un modèle, et son caractère répétitif, au moment où la notion d'environnement et de cadre de vie prenait de plus en plus d'ampleur, le faisait rejeter »⁷¹³.

La fin

La Mission interministérielle pour la Qualité des constructions publiques (MIQCP)⁷¹⁴, créée en 1976, sous la présidence de Bernard Tricot, attaque les constructions industrialisées. Trois ans plus tard, M. Parriaud, alors directeur des constructions à l'Education nationale, « homme de bonne volonté, accessible à l'esthétique et à la qualité d'un bâtiment »⁷¹⁵, déclare : « [...] en 1976, j'ai appelé à faire preuve d'originalité obligatoire dans la construction des collèges »⁷¹⁶.

« Mais c'était trop tard, le volume de la commande diminuait alors considérablement et leur proposition d'utiliser des composants industrialisés (systèmes constructifs) fut une hérésie qui a été sans lendemain. Le système n'est pas mort de leur action mais simplement de la décentralisation (après les lois de 1981-1982) »⁷¹⁷.

La décentralisation commence en 1978. Bien qu'en 1979, la Direction des équipements et des constructions (DEC) mette en place de nouveaux programmes-types en tenant compte de nouvelles contraintes pédagogiques (les

⁷¹¹ MINISTÈRE, DE L'ÉDUCATION NATIONAL, *op.cit.* N. p.

⁷¹² Décret no. 73-1007 du 31 octobre 1973.

⁷¹³ LE MONITEUR (ed.), *Les équipements scolaires (Concevoir-construire-utiliser)*. Paris: éd. du Moniteur, 1983, p. 100.

⁷¹⁴ Thèse en cours de réalisation au CDHTE/CNAM par Samaher Wannous : « Les économies d'énergie provoquées par la crise pétrolière de 1974 sur les bâtiments publics franciliens (les conséquences de la crise pétrolière sur l'architecture des bâtiments éducatifs et culturels) ».

⁷¹⁵ Décrit ainsi par M. Caralli.

⁷¹⁶ M. Parriaud interviewé par CARALLI, M. « Architecture scolaire : le pire est fait », *Architecture (Revue de l'ordre des architectes)*, n° 4, avril 1979, p. 7.

⁷¹⁷ DUCLOS, J.-P. *op.cit.*, p. 101.

systèmes constructifs), à partir de 1980, le ministère de l'Education nationale ne détient plus la maîtrise d'ouvrage⁷¹⁸. Dorénavant, la rapidité et la quantité ne sont plus les priorités, c'est la qualité architectonique. Les nouveaux paradigmes : environnement et cadre de vie font « [...] rejeter le 'modèle' par définition rigide »⁷¹⁹.

En 1983, la possibilité de déléguer la maîtrise d'ouvrage à l'Etat n'est plus possible, sauf pour la construction de lycées ; en revanche, la procédure du secteur industrialisé reste valable pour tous les cas⁷²⁰. Néanmoins, cette année-là, la Direction des équipements et des constructions limite les acceptations des systèmes constructifs, à une période de un an, reconductible par période annuelle, sans pouvoir dépasser une durée totale de trois ans (soit mars 1985).

Le 3 août 1983, le ministère de l'Education nationale soutient :

*« [...] J'ai décidé qu'il ne sera plus lancé, des 1984, par le MEN de consultation en vue d'accepter des systèmes constructifs »*⁷²¹.

⁷¹⁸ Décret no. 80-402 du 5 juin 1980.

⁷¹⁹ DUCLOS, *op.cit.*, p. 185.

⁷²⁰ LE MONITEUR, *op.cit.*, p. 97.

⁷²¹ Circulaire de la DEC-MEN no. 83-296 du 3 août 1983.

PARTIE 3

DE LA CONCEPTION A LA REALISATION

Nous essayons, dans cette troisième et dernière partie de la thèse, de comprendre la phase de « réalisation » du processus de production.

Tel que nous l'avons déjà spécifié, il y a, au cœur de la problématique de la construction préfabriquée, la séparation du processus de production. Dans la première partie, nous avons suggéré que la « réalisation » d'un ou plusieurs bâtiments préfabriqués se réalise en deux lieux : à l'usine et sur le chantier. Nous avons mis en lumière, dans la deuxième partie, les contraintes de la politique publique dues en grande partie aux conditions d'une organisation qui éloigne le concepteur du réalisateur et de l'entrepreneur. Il s'agit maintenant de resituer les opérations de constructions scolaires dans l'ensemble du processus de production et de montrer ainsi les relations ou les ruptures entre les différentes phases du processus de production.

Dans le but de tracer la trajectoire technologique de la préfabrication, par l'exposition de moyens de productivité privilégiés, nous étudions l'application d'indicateurs repérés dans les deux parties précédentes : l'échelle (élément, bâtiment, ville), le niveau (usine ou atelier), le degré de préfabrication (simple ou industrielle ; totale ou partielle) et le type de préfabrication (lourde, légère, ouverte, fermée).

Pour mettre en évidence cette réalité constructive dans la préfabrication, nous avons distingué deux sous-périodes rapportés dans la deuxième partie :

- entre 1951-1962 : phase de prototypes et commandes groupées.
- entre 1964-1973 : développement du secteur industrialisé et modèles.

Nous présentons ainsi les synergies et les ruptures trouvées à partir des relations entre les *components* et *artefacts* des différents sous-systèmes : de la conception à la réalisation.

3.1. Morphologie de la préfabrication

« Il n'y a peut-être pas un secteur d'activité qui présente des données aussi diverses et aussi complexes que celui de la construction. »⁷²²

Comment étudier physiquement le bâtiment et plus spécifiquement comment déterminer les caractéristiques des bâtiments préfabriqués ?

Pour répondre à ces questions, il est essentiel de comprendre la ou les trajectoires technologiques du bâtiment préfabriqué dans la construction scolaire. Comme nous l'avons vu dans la première partie, les échelles, les degrés et les types de la préfabrication ont des bornes assez « invisibles » pour une compréhension factuelle, et nécessitent de présenter quelques éléments nous permettant leur observation. Ainsi ce chapitre nous approche aux réalisations accomplies et nous donne des éléments pour la lecture de la préfabrication dans la construction scolaire.

A. Découpage du bâtiment

La préfabrication impose une forme d'organisation différente de celle de la construction traditionnelle et transforme la manière traditionnelle de découper le bâtiment.

La façon la plus traditionnelle de décomposer le bâtiment correspond à l'organisation des corps d'état et des entreprises: *gros œuvre* et *second œuvre*. Bayon (1985) définit le gros œuvre comme « la boîte où on vit », et le second œuvre comme ce qui assure « le confort et la vie facile »⁷²³. Ces métaphores définissent le bâtiment traditionnel, dont le gros œuvre correspond aux fondations, murs et planchers et le second œuvre à tout ce qui complète une construction : les finitions, les revêtements, l'équipement. Ce découpage du bâtiment, avec l'insertion d'éléments préfabriqués, s'est également transformé.

⁷²² MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA RECONSTRUCTION ET DU LOGEMENT, M.Ch. KOLB (établi par), *Evolution de la construction aux Etats-Unis (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité)*. Paris: Société Auxiliaire pour la Diffusion des Editions de Productivité, 1958, p. 13.

⁷²³ R. BAYON, *L'établissement d'un projet de bâtiment (Conseils pratiques à un projecteur, Tome I- Gros œuvre)*. 3e éd. mise à jour. [1ère éd. 1977]. Paris: Eyrolles, 1985. p. 6.

D'emblée, les propositions de découpage du bâtiment préfabriqué présentent, comme facteur déterminant, l'intégration du second œuvre au gros œuvre. Le REEF (1949)⁷²⁴, dans le souci de promouvoir le « Bloc » et de remplacer « l'intervention successive des différents corps de métier par une exécution coordonnée »⁷²⁵, a fait une répartition des titres⁷²⁶ correspondant aux différents ouvrages du bâtiment⁷²⁷.

« La particularité de cette classification est que chaque 'Titre' comprend tout ce qui constitue, par exemple, le 'Mur', sans préoccupation de répartition par corps de métier, c'est-à-dire non seulement la maçonnerie proprement dite du mur, mais tout ce qui s'y incorpore : croisées en menuiserie, bois, persiennes métalliques, stores toile, peinture, vitrerie, etc. »⁷²⁸

Camille Bonhomme, au début des années 1960, signale qu'à l'époque les distinctions classiques entre corps d'état traditionnels sont loin d'être un consensus. Par conséquent, dans son *Guide pratique pour l'établissement des projets d'immeubles d'habitation*, il propose une classification dite des *ensembles fonctionnels*, sur une logique technique qui « [...] correspond aux textes et aux habitudes pour la constitution des dossiers de permis de construire »⁷²⁹.

« La méthode d'analyse de la constitution d'un bâtiment dite des *ensembles fonctionnels* et constituant à regrouper, sans trop se préoccuper de savoir s'ils seront réalisés par une ou plusieurs entreprises distinctes (titulaires des marchés distincts), des ouvrages assurés une même fonction... »⁷³⁰.

⁷²⁴ Plan du REEF en CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), *Documentation technique sur la construction immobilière (REEF Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du bâtiment)*, [1ère publication : 1946]. Paris: CSTB, 1949. Tome I.

⁷²⁵ *Ibid.*, p. V.

⁷²⁶ Cette classification existait déjà dans la circulaire établie en 1942 par les Services Financiers du Commissariat à la Reconstruction Immobilière et dans les « Normes de construction », annexe de la même circulaire. Cela dans le cadre de reconstructions d'immeubles à usage d'habitation endommagés par la guerre. En deuxième préface de REEF. *Ibid.*

⁷²⁷ Cela concerne les Spécifications Générales, Documents Techniques, Documents d'Enquête. Cette répartition a été instaurée dans les Services de la Reconstruction pour le calcul du coût normal de reconstruction.

⁷²⁸ CSTB, *op. cit.*, p. V. [Le souligné par l'auteur]

⁷²⁹ A. BONHOMME, *Guide pratique pour l'établissement des projets d'immeubles d'habitation*. [1ère éd. 1962]. Paris: Editions du Moniteur des Travaux Publics, 1963. p.18.

⁷³⁰ A. BONHOMME, *Guide pour l'établissement des projets de bâtiments*. 11^{ème} éd. [1ère éd. 1962]. Paris: Editions du Moniteur, 1980. p. 245. [Le souligné par l'auteur]

Tableau 7 Références du découpage du bâtiment

Titres du REEF	Ensembles fonctionnels
a) Terrassements	a) Les ouvrages de viabilité
b) Fondations	b) Les fondations
c) Murs	c) L'ossature
d) Cloisons	d) Le clos
e) Planchers	e) Le couvert
f) Escaliers	f) Les équipements
g) Toitures	
h) Peinture et Revêtements	
i) Equipement	
j) Défense Passive	
k) Devanture de Boutique	

Sources : CSTB, *Documentation technique sur la construction immobilière (REEF Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du bâtiment)*, [1ère publication : 1946]. Paris: CSTB, 1949. Tome I ; A. BONHOMME, *Guide pratique pour l'établissement des projets d'immeubles d'habitation*. [1ère éd. 1962]. Paris: Editions du Moniteur des Travaux Publics, 1963. p.18.

Plus tard, Chemillier (1977), dans la logique, aussi, de regrouper les différents ouvrages d'un bâtiment, opte pour la classification dite par *familles*. Cette classification, signale l'ingénieur, correspond « [...] à quelques grandes fonctions constructives ou techniques »⁷³¹. Les familles, les plus courantes, sont :

- Les fondations ;
- La *structure* : les murs-porteurs⁷³² et/ou les ossatures (poutres et poteaux), les planchers et les escaliers ;
- L'*enveloppe* (le clos) : les façades non porteuses et les toitures ;
- Les *partitions* (le couvert) : les ouvrages à l'intérieur de l'enveloppe (mise à part la structure), y compris les blocs techniques non porteurs ;
- L'*équipement* : la plomberie, l'électricité et le chauffage.

Dans la logique d'intégration de la préfabrication, les revêtements (de la structure, de l'enveloppe et des partitions) ont tendance à être incorporés dès la fabrication à l'usine.

⁷³¹ P. CHEMILLIER, *Les techniques du bâti ment et leur a venir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Editons du MONITEUR, 1977. p. 42.

⁷³² Les murs de façade peuvent avoir une double fonction, de structure et d'enveloppe. Dans ce cas, ils sont classés dans la catégorie « structure ».

B. Découpage du processus de production

Dans les recherches initiées au début des années 1970 en vue de définir de nouveaux schémas d'analyse pour les nouvelles techniques de construction, se pose la question de la relation du produit préfabriqué avec le bâtiment.

Les recherches menées sur les conditions de la main d'œuvre face à l'industrialisation du bâtiment, par le Centre d'études et de recherches sur les qualifications (CEREQ)⁷³³, puis plus tard par Patrice Reks⁷³⁴, proposent un découpage du bâtiment par *familles de travail*. Le Bureau d'information et de prévisions économiques (BIPE) propose quant à lui une organisation basée sur la notion de *filière*. Dès lors, le simple découpage du bâtiment par ouvrages n'est plus valable et il devient nécessaire de prendre en compte le processus de production.

Les filières sont des ensembles de segments technico-économiques, qui constituent une classification basée sur les liens entre la production et le marché. Les filières sont divisées en filières courtes et allongées. La filière courte, industrialisée, suppose qu'une même entreprise se charge à la fois de la production des éléments d'un bâtiment et de l'assemblage de ces produits. Dans le cas des filières allongées, l'entrepreneur et le fournisseur ne sont plus les mêmes. L'entrepreneur est alors appelé un assembleur.

L'équipe du CEREQ, en désaccord avec les descripteurs disponibles, élabore une méthode de représentation des tâches de la construction pour l'industrialisation. L'équipe indique que la classification par filières ne rend pas compte de la complexité des chantiers, car elle suppose une seule technique de production pour un type de bâtiment donné, de même qu'elle se fonde sur le principe de linéarité de la filière⁷³⁵.

⁷³³ CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHES SUR LES QUALIFICATIONS (CEREQ), *L'industrialisation du gros œuvre du Bâtiment, conséquences sur le travail des ouvriers de chantier*. Paris: Documentation Française, 1980.

⁷³⁴ P. REKS. *Incidences de l'industrialisation du bâtiment sur les conditions du travail des ouvriers. (Le travail dans le gros-œuvre du bâtiment)*. Tome I. Thèse 3^{ème} cycle Aménagement du territoire et d'Urbanisme, Université de Paris-Val de Marne (Paris XII)/Institut d'Urbanisme de Paris, 1981. Dir. P. DIMEGLIO.

⁷³⁵ CEREQ, *op.cit.*

« En réalité , on peut observer pour une ouvrage do nné, des possibilités des multiples com binaisons te chniques. A l 'intérieur des travaux de gros-œuvr e comme de second œuvre, o n peut très bien rencontrer certaines par ties d'ouvrage réalisées de façon traditionnelle , et d'autres relevant de techniques très élaborées, avec l' éventualité de toutes les combinaisons intermédiaires ». ⁷³⁶

C'est pourquoi le CEREQ opte pour une démarche de *processus de production*. Le système de classification y est utilisé par familles de travaux : « appellation couramment utilisée par la profession pour traduire les caractéristiques d'un chantier ou des ouvrages réalisés » ⁷³⁷.

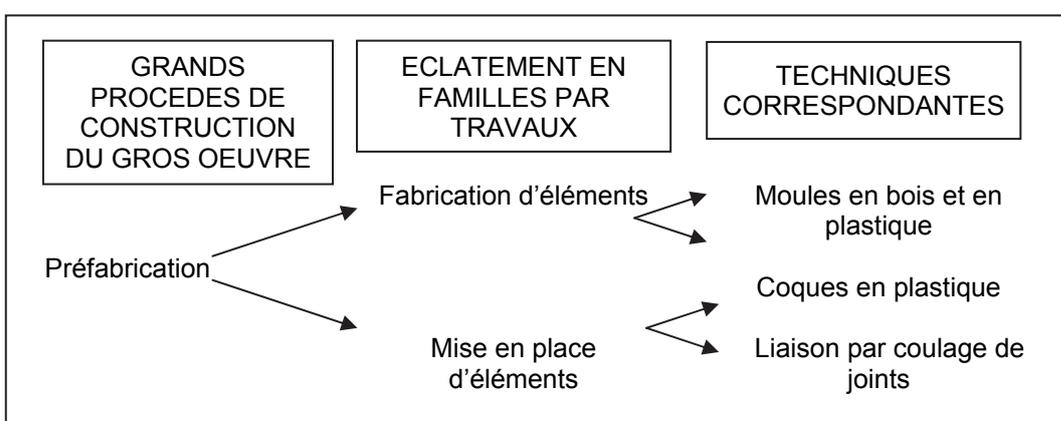


Figure 16. Découpage du processus de production.

Source : CEREQ, L'industrialisation du gros œuvre du Bâtiment, conséquences sur le travail des ouvriers de chantier. Paris: Documentation Française, 1980, p. 34.

L'analyse du CEREQ consiste à décomposer les familles de travaux, d'une part, en opérations ou phases de production, et d'autre part, en techniques élémentaires. La classification des « opérations-techniques » s'appuie, finalement, sur la jonction des phases et techniques. Ainsi, les techniques de la « famille préfabrication », sont décomposées en deux familles : la fabrication d'éléments et celle de sa mise en place. La première comporte les opérations réalisées à l'usine ; la seconde, correspond aux activités réalisées sur le *chantier*.

Patricie Reks montre que la division du travail par des techniques de construction industrialisées s'opère, d'une part, à l'usine de préfabrication, selon

⁷³⁶ CEREQ, op.cit. Voir aussi : BIPE, « La prévision technologique à long terme dans la construction. Application des schémas de filières à l'analyse des procédés techniques actuels », BIPE, F2V. 1972 ; CEREQ : « Les processus de production dans les gros-œuvre et le second-œuvre », Dossier technique, CEREQ, 1973. Documentation ronéoté.

⁷³⁷ CEREQ, op.cit. p. 29.

le type d'élément (façades, planchers, murs de refends, dalles), d'autre part, sur le chantier, selon la nature du procédé de montage⁷³⁸.

Tableau 8 : Degrés de l'industrialisation du bâtiment

Chemillier	Différents auteurs		Principe	Techniques
Processus intégré	Traditionnel évolué (Simon, 1962) (McCutcheon, 1992) (Sassier, 1968)	Organisation rationnelle du chantier (Fruitet, 1987)	L'organisation du travail.	Coffrages outils. Coffrages glissants.
		Préfabrication sur site (Fruitet, 1987)		Préfabrication in situ. (gros œuvre).
Processus éclaté	Préfabrication (Sassier, 1968)	Préfabrication en usine (Fruitet, 1987) Préfabrication partielle (Simon, 1962) "Industrialized system building" et "large panel construction" (McCutcheon, 1992)	Fabrication des éléments avant de leur mise en place définitive. (soit in situ soit en usine)	Préfabrication hors chantier : lourde ou légère, ouvert ou fermé. (principalement du gros œuvre)
	Construction industrielle (Sassier, 1968)	Grandes séries industrielles (Fruitet, 1987) Préfabrication totale (Simon, 1962) Prefabismo (CONSULT-PREFAB, 1973)	Comprendre la totalité du processus de production : l'organisation, et la technique.	Préfabrication hors chantier, ouverte et légère. (gros œuvre comme et second œuvre).

Sources : SIMON, L'industrialisation de la construction. Paris: Editions du Moniteur des travaux publics, 1962 ; SASSIER, GALLONO (collaborateur), « Test fondamental: l'industrialisation de la construction scolaire », Cahier spécial du quotidien "Les Echos", no supplément au n° 10168, 1968 ; CONSULT-PREFAB « La construcción industrializada », Hogar y Arquitectura, Vo. 106, 1973 ; FRUITET, « Constructions métalliques. Constructions industrialisées », *Techniques de l'Ingénieur, traité de Construction*, n° 1987, McCUTCHEON, R. T., "Science, technology and the state in the provision of low-income accommodation : the case of industrialized house-building, 1955-77", *Social studies of science*, vol. 22, n°2, 1992, p. 353-71.

Aussi bien le classement des techniques, proposé par le CEREQ et basé sur le même mode d'assemblage, que celui de Reks, selon la nature du procédé de montage sont des classifications d'après l'importance du type de préfabriqué, car *du type des éléments* à assembler dépendent les opérations de réalisation. D'autre part, la décomposition par filières souligne la relation préfabriqué-bâtiment.

⁷³⁸ REKS, *op. cit.*, p. 88.

Tableau 9. Ensembles de technologies préfabriquées

Source	Type de préfabrication	Découpage du bâtiment	Fonction
NOUAILLE (1957)	Totale	Maison usinée (en métal, plastique ou bois)	Toutes
	Partielle ou des éléments complexes	Mur ou plancher	Structure et enveloppe
SIMON (1962)	Partielle	Murs, murs rideaux, panneaux de façade	Structure et enveloppe
		Planchers	Structure
		Blocs : portes, croisées, sanitaires et ménagers	Structure, partitions, équipements
		Escaliers	Structure
		Encadrements de baies, éléments d'ornementation	Enveloppe
	Totale	Maison préfabriquée (en béton, à base de terre cuite, métallique, ou à ossature métallique)	Toutes
REVEL (1966)	Légère	Éléments des petites dimensions en béton	
	Industrielle	Pieux de fondation	Structure
		Planchers (Poutrelles préfabriqués et dalles en béton armé)	Structure
	Lourde	Procédés : béton ou acier	Structure, enveloppe, partitions
BLACHERE (1975)	Technologies complètes	Façades légères	Enveloppe
		Maisons individuelles	Toutes
		Mécanos légères	
		Coques en plastique	
		Mobile home	Toutes
		Grands panneaux en béton	Structure, enveloppe, partitions
		Béton banché	Structure
	Cellules tridimensionnelles en béton	Toutes	
Composants	Fenêtres, éléments de remplissage, de toiture, de cloison, d'équipement		
CHEMILLIER (1977)	Partiellement en usine	Murs (Pierre taillée, blocs en béton, briques, panneaux en différents matériaux)	
		Planchers (poutrelles préfabriqués, prédalles de béton, planchers tubulaires, grands éléments en terre cuite, composants métalliques)	Structure
	Largeement en usine	Grands panneaux (béton de ciment ou en autre matériaux)	Structure, enveloppe, partitions
		Ossature (béton ou métallique)	Structure
		Sous ensemble plancher	Structure
		Sous ensemble escalier	Structure
		Façade grands panneaux (béton, semi lourds ou légers)	Enveloppe
Totalement en usine	constructions modulaires lourdes et légères.	Toutes	

Sources : NOUAILLE, R., *La préfabrication*. Paris: Eyrolles, 1957 ; SIMON, *L'industrialisation de la construction*. Paris: Editions du Moniteur des travaux publics, 1962 ; REVEL, *La préfabrication dans la construction*. Paris: Entreprise Moderne d'Édition, 1966 ; BLACHERE, *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975 ; CHEMILLIER, *Les techniques du bâtiment et leur avenir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Ed. du Moniteur, 1977.

Nous pouvons caractériser les ensembles technologiques en reliant le type de préfabrication à sa fonction dans le bâtiment [Tableau 9]. Les fonctions remplies par un système de construction affectent la structure, l'enveloppe, les partitions et les équipements. L'industrialisation du bâtiment consiste à intégrer ces fonctions pour ainsi réduire les travaux sur le chantier. Le degré de préfabrication industrielle d'un élément, d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments, peut se définir à partir de ces paramètres.

Du tableau ci-dessus, et avec la caractérisation que Pierre Chemillier présente dans *Les techniques du bâtiment et leur avenir* (1977), nous identifions⁷³⁹ :

Pour la structure :

- Des murs totalement préfabriqués. Ce sont des éléments tendant à l'intégration dès l'usine des équipements et finitions, par exemple, des grands panneaux (de dimension d'une pièce) de différents matériaux : béton de ciment, bois, panneaux composites.
- Des murs partiellement préfabriqués, c'est-à-dire des éléments qui pour remplir leur fonction dans le bâtiment sont finis sur le chantier (*i.e.* par des enduits traditionnels ou par composants industrialisés). Ce sont, par exemple, les panneaux de dimensions moyennes (à hauteur d'un étage et de 0,30 ou 0,60 m de largeur) en différents matériaux (terre cuite, béton, matières plastiques).
- Des systèmes à ossatures préfabriqués remplaçant ou se combinant avec les murs porteurs.
- Les planchers partiellement préfabriqués, avec des composants industrialisés de petites dimensions.
- Les planchers préfabriqués. C'est le même cas que les murs pour la portée horizontale.

⁷³⁹ Cette classification est largement inspirée de CHEMILLIER, *op.cit.*

Pour l'enveloppe :

L'enveloppe est constituée par des murs extérieurs non porteurs et les toitures pouvant intégrer les enduits, les bardages et les ouvertures.

- Les façades préfabriquées comportent des éléments préfabriqués principalement de trois types : des panneaux de grandes dimensions, des panneaux semi lourds ou des « façades légères ».
- Des éléments préfabriqués et industrialisés pour la façade : les bardages en panneaux de PVC de grandes dimensions.
- La toiture, composée d'un support et d'une couverture, peut être de deux types :
 - La toiture-terrasse, dont le support est généralement analogue à celui des planchers d'étages et complété par des composants assurant l'isolation thermique et l'étanchéité.
 - La toiture inclinée, où la charpente, peut comporter des composants industrialisés en bois ou métalliques.

Pour les partitions :

Les cloisons préfabriquées sont des panneaux, généralement d'épaisseur plus faible que celle des murs porteurs, de différents matériaux, à hauteur d'un étage et de largeurs variables. Ils peuvent intégrer les revêtements, les installations techniques et la menuiserie.

C. Forme, matériaux, structure

Caractériser ces éléments préfabriqués en rendant compte, à la fois de sa composition et de son processus de production est une question centrale des recherches de conception structurale. C'est dans ce domaine, que la correspondance entre conception et réalisation, inscrite dans la controverse historique entre l'espace (conception architecturale) et le bâti (techniques de construction), est à l'origine du problème. Eduardo Torroja, dans la problématique de la conception et du dessin des structures, propose une formule qui mette en relation quatre caractéristiques du bâti avec quatre variables inconnues :

- L'utilisation du bâtiment correspond au choix des *matériaux* ;
- La solidité et l'équilibre sont en rapport avec le type de *structure* ;
- Les qualités esthétiques sont associées à la *forme* et aux dimensions ;
- Les *procédés d'exécution* répondent aux conditions économiques⁷⁴⁰.

Cette « formule » suggère que la relation matériaux, forme, type de structure et procédés d'exécution, est le résultat de relations complexes si bien que le choix d'un de ces éléments affecte la totalité de l'ensemble. Or pour appréhender les procédés d'exécution, nous avons caractérisé le découpage du bâtiment préfabriqué par ses *matériaux*, son *type de structure* et sa *forme*.

Forme

La forme d'un élément peut être caractérisée par ses dimensions, et cela en trois types :

- Linéaire. Quand l'une de ces trois dimensions est inférieure aux deux autres. A cette catégorie correspondent :
 - Les poteaux (pouvant atteindre plusieurs niveaux), les poutres composant les ossatures métalliques ou en béton ciment ;
 - Les poutrelles des planchers ;
 - Les murs de structure, partiellement préfabriqués, qu'à la différence des grands panneaux, on peut classer ici. Ils ont généralement pour dimension la hauteur d'un étage, les largeurs sont variables et multipliant 0,30 m.
- Surfacique. Quand deux de ses trois dimensions sont supérieures à la troisième.
 - Pour la structure verticale : les grands panneaux porteurs (refends et pignons) de dimensions d'une pièce (du logement) et de poids de 5 à 10 tonnes ;
 - Pour la structure horizontale : les grands panneaux de planchers.
 - Pour la partie enveloppe : les panneaux de façades et les plaques de revêtement.

⁷⁴⁰ E. TORROJA, *Les structures architecturales. (Leur conception-leur réalisation)*. Paris: Eyrolles, 1969.

- Pour les partitions : les grands panneaux de cloisons, les blocs fenêtre.
- Volumique. Quand les trois dimensions sont du même rapport. Ce sont des éléments complexes, remplissant toutes les fonctions (structure, enveloppe, partitions) tels les blocs (blocs-eau, blocs-cuisine, les blocs-sanitaires) et les modules (parties d'une pièce ou leur totalité) lourds et légers.

Structure

Si, dans la construction en général, durant les décennies 1950 et 1960, les supports porteurs remplacent les murs porteurs avec des éléments de remplissage, ce n'est pas le cas dans la préfabrication. *La préfabrication lourde en panneaux*⁷⁴¹ est le centre d'intérêt.

La direction des systèmes porteurs verticaux (murs ou poutres) à partir de l'axe longitudinal du bâtiment, donne lieu à trois classifications⁷⁴² :

- Le système longitudinal : le système porteur se situe dans des plans parallèles à cet axe (parallèle à la façade).
- Le système transversal : le système porteur se situe dans des plans transversaux à cet axe (perpendiculaire à la façade).
- Le système croisé : le système porteur se situe dans des plans parallèles et transversaux à l'axe longitudinal.

Par ailleurs, dans les systèmes à structure indépendante des remplissages, les ossatures, en béton ou en acier, forment des portiques dans des systèmes d'assemblage poteaux-poutres. La substitution des murs porteurs par le système poteau-poutre, convient à l'architecture scolaire car celui-ci libère les espaces en les adaptant aux besoins pédagogiques.

⁷⁴¹ J. LUGEZ, *La préfabrication lourde en panneaux et le bâtiment d'habitation*. Paris: Eyrolles, 1973.

⁷⁴² B. LEWICKI, *Bâtiments d'habitation préfabriqués en éléments de grandes dimensions*. Paris: Eyrolles, 1965, p. 19.

L'éventail d'options, sont⁷⁴³ :

- Une ossature béton armé sans participation des façades à l'encaissement des charges ;
- Ou ossature béton armé avec participation des murs extérieurs ;
- Ou ossature métallique sans participation des façades ;
- Ou ossature métallique avec participation des façades ;
- Ou ossature mixte : béton armé et acier.

Ossatures en béton armé

a) Cas où les façades ne participent pas à la portance des charges.

Le choix de l'orientation de la structure - à portiques transversaux, longitudinaux, ou croisés - dépend, dans une large mesure, du système de planchers qu'accompagne l'ossature. Il existe différentes familles de planchers, généralement partiellement préfabriqués ayant besoin d'importants travaux à réaliser sur le chantier [tableau].

Tableau 10. Familles de planchers partiellement préfabriqués et préfabriqués

Poutrelles préfabriquées	En béton précontraint ou métalliques avec entrevous de différents matériaux (béton, terre cuite,...)
Prédalles	En béton armé ou précontraint sur lesquelles on coule une dalle de compression
Panneaux-dalles	En béton cellulaire autoclavé de dimensions 75 x 60 cm ; ou en terre cuite dont la longueur peut atteindre la portée d'une pièce et larguer un ou deux modules de 0,30 cm.
Planchers tubulaires	En béton armé ou précontraint en forme de U renversé du type caisson ou en bac recouverts d'une dalle en béton armé
Planchers avec des composants métalliques	Soit entièrement montés à sec, soit comportant des bacs en tôle métallique sur lesquels on coule du béton
Totalement préfabriqués	Pour des portiques d'entraxes serrés

Source : CHEMILLIER, *Les techniques du bâtiment et leur avenir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Ed. du Moniteur, 1977.

Toutefois, signale Guy Le Meur, le cas des planchers préfabriqués, du point de vue économique, n'est pas en concurrence avec les systèmes traditionnels. En tout cas, s'il fallait faire un choix, celui des dalles nervurées ou

⁷⁴³ G. LE MEUR, « L'évolution actuelle des techniques dans la construction scolaire en fonction des objectifs définis par le Plan », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics (Série: architecture et urbanisme)*, 15^{ème} année, n° 173, mai 1962, p. 419-420.

des dalles pleines associées à des portiques transversaux, pour portées d'une ou deux trames (de 1,75m), reste le plus économique ; de **même** que les planchers à nervures croisées avec des portiques longitudinaux et transversaux, sont plus appropriés pour couvrir grandes distances (3 ou 4 trames). En revanche, les portiques longitudinaux, qui dégagent le maximum de surface, sont aussi les plus chers⁷⁴⁴.

b) Cas où les façades sont porteuses.

Le logement privilégie les façades faites de panneaux préfabriqués porteurs en béton armé, avec poteaux de façade incorporés ou non, plus un isolant interne. « Il n'y a rien là de très particulier par rapport à tout ce qui se fait actuellement pour l'habitation »⁷⁴⁵.

Tableau 11. Familles de grands panneaux en béton :

Panneaux sandwich	Composés d'un isolant thermique entre deux plaques de béton armé
Panneaux composites	Associant béton et terre cuite en blocs creux
Panneaux allégés	Panneaux sandwichs à voile intérieur en béton léger. Le mur peut être plus épais que ceux en béton de ciment, du fait de la résistance mécanique.
Panneaux coques	Généralement moulés en béton armé et composés de nervures verticales

Source : CHEMILLIER, *Les techniques du bâtiment et leur avenir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Ed. du Moniteur, 1977.

En d'autres termes, il s'agit d'une préfabrication lourde, incorporant, autant que possible, les menuiseries, les installations et les revêtements. C'est la préfabrication en usine ou éventuellement de préfabrication sur le site où des panneaux relevables sont coulés directement sur le plancher et redressés.

Ossatures métalliques

Les ossatures métalliques peuvent être constituées de poteaux, caissons ou tubulaires, ou de poteaux tubulaires à sections carrées, rectangulaires ou rondes ; associés à des poutres à âme pleine, ajourée ou en treilles.

Les ossatures métalliques sont sujettes à controverse :

⁷⁴⁴ *Ibid.*, p. 420.

⁷⁴⁵ *Ibid.*, p. 421.

« La rapidité des délais d'exécution sur chantier a été depuis le début l'une des supériorités les plus affirmées des structures métalliques. Il est ainsi devenu couramment admis qu'un CES de 600 élèves, c'est-à-dire d'une superficie inférieure à 5 500 m² soit construit en six mois [...] »⁷⁴⁶.

A la grande précision de fabrication des structures métalliques s'ajoutent la légèreté de profilés, la rapidité du montage, la hiérarchie héritée de la charpente et de la serrurerie, mais aussi des difficultés techniques et économiques importantes.

« Il est incontestable que l'ossature métallique a été moins utilisée au cours des années passées que les structures en béton armé. L'emploi de profilés courants a contre lui un certain handicap du prix de revient. Il a aussi, jouant en sa défaveur, l'obligation de prévoir des dispositifs de protection contre l'incendie. [...] Mais il est incontestable que par le fait de la fabrication des éléments constitutifs en usine, par la grande rapidité du montage, et du fait de la précision de la mise en œuvre, l'ossature métallique continue à intéresser très vivement la construction scolaire (...) »⁷⁴⁷.

En revanche, bien que la question du prix n'ait jamais été prouvée, il est courant de signaler les coûts plus élevés de la construction métallique comparativement à ceux de la construction en béton, de même que ses problèmes thermiques, acoustiques et les risques d'incendie.

En fait, tous ces arguments peuvent être réfutés. L'Education nationale utilisant la formule clés en main, au travers d'un marché passé auprès d'une entreprise générale, et cela signifiant un délai très court et un prix limité et fixe, il n'y a pas donc de grandes marges de performance, signale Guy Le Meur⁷⁴⁸. Autrement dit, les critères de choix ne sont guère les caractéristiques du matériau mais les contraintes financières inhérentes au marché.

« L'acier pourrait se définir comme étant le matériau type de la préfabrication industrielle d'éléments. Son usinage, en effet, est très adapté à l'industrialisation, et il offre des gammes étendues de possibilités, tant par la

⁷⁴⁶ SASSIER, P. GALLONO M. (collaborateur), « Test fondamental: l'industrialisation de la construction scolaire », *Cahier spécial du quotidien « Les Echos »*, supplément au n° 10168, 1968, p. 98-99.

⁷⁴⁷ LE MEUR, *op.cit.*, p. 421-422.

⁷⁴⁸ LE MEUR, « L'industrialisation (...) », *Techniques et architecture*, 1965, *op.cit.* pag. 99.

variété possible des façonnages, que par ses qualités de résistance [...] »⁷⁴⁹. C'est un matériau, qui par sa résistance à la traction, présente des avantages, sur les matériaux lourds, comme le béton résistant à la compression. De même, par son assemblage à sec, qui cause peu de déchet, il permet d'avoir un chantier relativement propre.

Les ossatures métalliques préfabriquées peuvent être en profilés, en tôles pliées, en tubes ronds, carrés ou rectangulaires^{750/751} ; c'est, d'ailleurs dans le secteur scolaire, signale Le Meur qu'apparaissent les porteurs tubulaires des parties verticales⁷⁵², et qui se prêtent mieux à la protection contre l'incendie (bourrages possibles et enrobages plus aisés). Pour les planchers, l'emploi du métal est encore limité. Les planchers existants étaient constitués par des profilés à froid avec nervures et platelage, l'ensemble souvent complété par une chape de béton armé. C'est l'Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier (OTUA) siégeant à Paris, qui détermine la qualité des différents éléments en acier.

Structure mixtes

Une bonne combinaison résulte, par la précision donnée des éléments préfabriqués métalliques, d'une structure en acier combinée avec des « façades légères ». En revanche, la hauteur des planchers métalliques, par rapport à leur portée (au-delà de 5 m), peut donner des épaisseurs beaucoup plus importantes que celles des planchers mixtes béton-acier, et donc plus convenables. Les planchers composites sont, soit des dalles préfabriquées en béton armé posées sur une poutraison métallique, liaisonnées et raidies par une chape armée, coulée sur place ; soit des dalles minces en béton armé, coulées sur place dans un coffrage perdu, en tôle galvanisée, ondulée, ce qui assure à la fois une sous-face finie et constitue une partie importante de l'armature. Ces planchers mixtes peuvent reposer sur une structure légère, à portiques métalliques, mais aussi sur une structure mixte. Il se peut que des poteaux en béton armé soient associés à

⁷⁴⁹ ACHE, J.B., *Acier et Architecture*. Paris: Arts et Métiers graphiques, 1966, p. 64.

⁷⁵⁰ *Ibid.*, p. 72.

⁷⁵¹ L'utilisation de l'acier en structure portante a été étudiée par l'OTUA en « L'acier dans la construction du bâtiments à étages », Paris, 1959.

⁷⁵² Le Meur laisse entrevoir que le secteur scolaire est celui où ce type de structure est initié. Ce fait nous n'a pas été corroboré par ailleurs, par exemple, dans les bâtiments d'habitation ou des bureaux où ce type de structures a été aussi utilisée.

une poutraison et à un chaînage en profilés métalliques⁷⁵³. Bref, toutes les combinaisons de planchers, mixtes ou non, avec des structures verticales, mixtes ou non, sont possibles.

Escaliers

Pierre Chemillier fait remarquer que les escaliers sont des éléments préfabriqués des plus répandus, aussi bien en béton, en acier qu'en bois. En revanche, Le Meur soutient que ce sont les systèmes traditionnels les plus utilisés dans la construction scolaire, avec des ossatures en béton principalement, et moins en acier⁷⁵⁴. Il ne fait ainsi aucune référence aux escaliers préfabriqués.

Enveloppe

L'enveloppe d'un bâtiment, comporte les façades (non porteuses) et les toitures. Pour le cas scolaire, Le Meur en 1962, soutient que, dans ce secteur, le mur porteur traditionnel tend à disparaître⁷⁵⁵, au profit, soit de murs porteurs préfabriqués, soit de murs de remplissage. Pour les éléments de remplissage, Chemillier reconnaît trois familles⁷⁵⁶ :

- Les grands panneaux en béton de ciment comme ceux de la structure ;
- Les panneaux semi lourds associant le ciment avec des matériaux plastiques
- Les façades légères.

Concernant les façades légères, Gérard Blachère, en 1965, signale l'intérêt de rendre indépendante la façade de la structure principale. « Il y a ainsi un grand mouvement en faveur des façades non porteuses, grand mouvement qui est contrarié par le fait que c'est encore le panneau de béton qui est le moins

⁷⁵³ LE MEUR, *op.cit.*, p. 422.

⁷⁵⁴ *Ibid.*, p. 428.

⁷⁵⁵ Sauf quelques cas un peu plus modernes comme des éléments modulés en pierre de taille, avec doublages en briques plâtrières, ou ceux en pierre blanche.

⁷⁵⁶ CHEMILLIER, *op.cit.*

cher. Mais lorsqu'on n'est pas trop serré par le prix, [...] alors on a recours à la technique des murs-rideaux qui est universelle»⁷⁵⁷.

Le *curtain-wall* américain (façade rideau) n'est guère différent de la technique française. En France, il faut un contre-mur en dur, réalisé sur le plancher, ce qui augmente les coûts. « Mais pour le logement social, où le prix est très serré, la technique du mur-rideau sur grille métallique rapportée est chère »⁷⁵⁸. En conséquence, côté français, d'autres systèmes légers d'enveloppe sont développés : les façades légères.

*« En France, l'emploi généralisé des façades légères n'a débuté qu'en 1954 avec les premiers immeubles administratifs en murs rideaux ; puis s'est étendu aux habitations avec l'emploi du panneau de façade. Enfin, vers 1958, murs rideaux et panneaux de façade ont fait leur apparition dans les constructions scolaires »*⁷⁵⁹.

Toutefois, du fait des inconvénients, déjà signalés, et d'exigences techniques et fonctionnelles⁷⁶⁰ des matériaux métalliques, l'utilisation des façades légères dans le secteur scolaire reste limitée, ajoute encore le directeur de la DESUS.

Façades légères

Les façades légères sont de deux types :

- Murs rideaux ;
- Panneaux de façade.

Le Comité d'Information pour le développement des panneaux de façade et des murs rideaux (CIMUR) donne les définitions suivantes :

⁷⁵⁷ G. BLACHERE, « L'industrialisation du bâtiment en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 96.

⁷⁵⁸ *Ibid.*, p. 96.

⁷⁵⁹ COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Terminés ou commencés entre le 1er janvier 1960 et le 31 décembre 1961)*. Neuilly-sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1961, p. 1, exempl. dactyl.

⁷⁶⁰ Sur le problème spécifique de joints de façades légères une étude est réalisée par le CSTB, SERVICE DE L'AGREMENT DE MATERIAUX ET PROCEDES DE CONSTRUCTION, « Systèmes-types de joints, rattrapages et attaches (Sélection nationale de façades légères -circulaire du 10 juillet 1965 du directeur de la construction) », *Cahier du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 80, Cahier 692, 1966, p. 24.

« Le panneau de façade est un ensemble d'éléments préfabriqués, pleins ou partiellement vitrés, destinés à s'insérer dans une des alvéoles de l'ossature, en métal ou en béton armé, d'un bâtiment afin de constituer une paroi extérieure.

Le mur rideau est un ensemble d'éléments préfabriqués de même nature et de même composition que les panneaux de façade ; mais cet ensemble est indépendant de l'ossature porteuse devant laquelle il est fixé par l'intermédiaire d'une grille »⁷⁶¹.

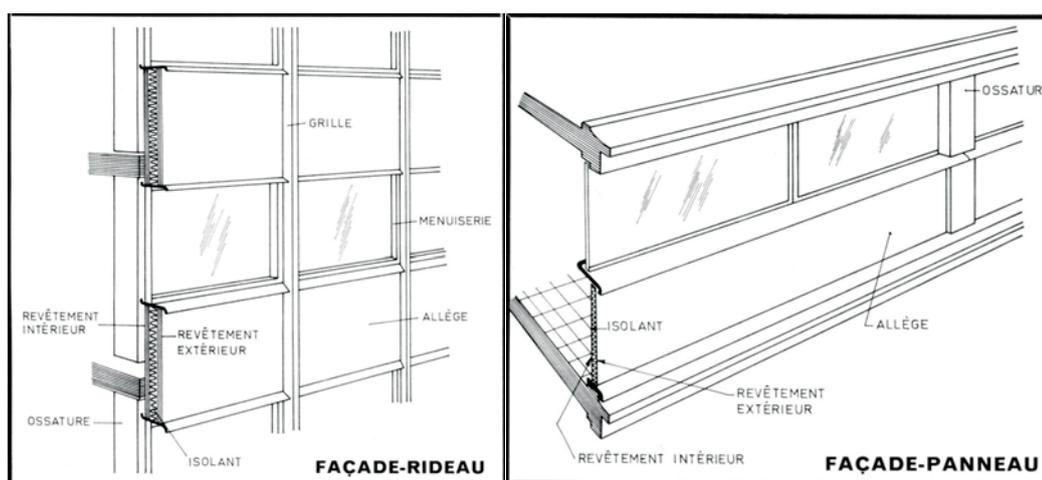


Figure 17. Façades légères.

Source : COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Année 1968)*. [Paris/Neuilly-sur-Seine]: [CIMUR/BIPE], 1968, p. 36, feuilles sans couverture trouvées au archive mort du CSTB dans dossier façades.

Au début des années 1960, pour classer les façades légères, l'Union Européenne pour l'agrément technique dans la construction (UEATC) adopte la terminologie suivante⁷⁶² :

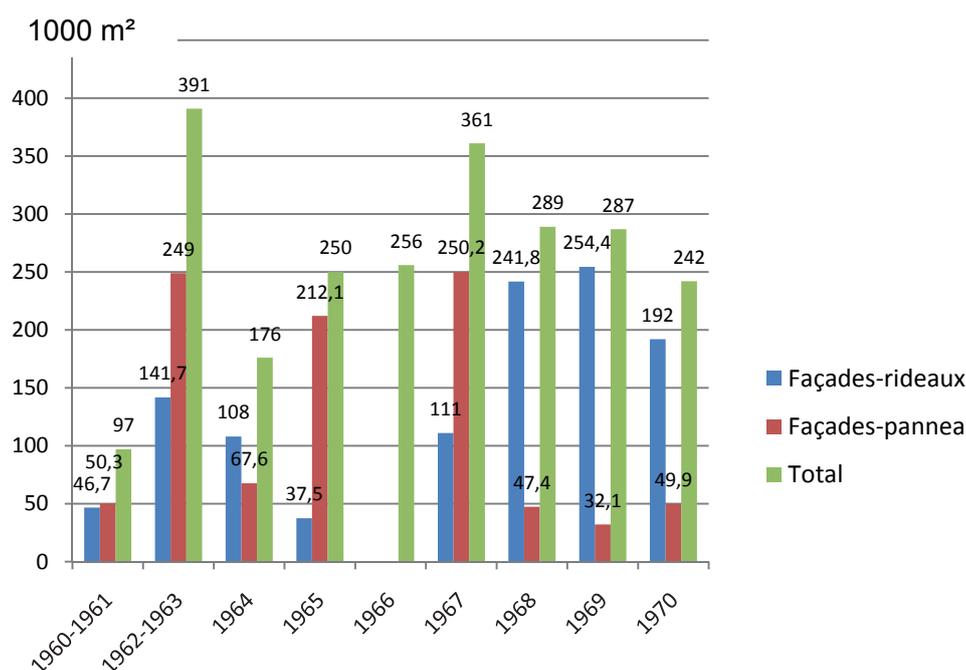
- Les façades rideaux (*curtain wall*), sont continues en tous les sens. Dans ce cas, les éléments composant la façade sont fixés à une grille, elle-même supportée par l'ossature verticale et les planchers, et disposés devant l'ossature principale. La grille est composée d'une structure de profilés, fixés au gros œuvre, réglés, où d'autres composants sont insérés: allèges, menuiserie, trumeaux.

⁷⁶¹ COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *op.cit.*

⁷⁶² E.H.L. SIMON, *L'industrialisation de la construction*. Paris: Editions du Moniteur des travaux publics, 1962. Et, BLACHERE, « L'industrialisation (...) », *op.cit.*

- *Les façades semi-rideaux* ou plutôt *mur-rideau*. Dans ce cas, le rideau, étant la partie extérieure, est doublé d'une paroi intérieure, autoporteuse et insérée entre les éléments de l'ossature et des planchers ;
- *Les façades rideaux ou semi-rideaux insérées verticalement* (parfois d'une longueur égale à la hauteur de trois ou quatre étages, s'il s'agit de trumeaux⁷⁶³), sont incorporées entre deux éléments de l'ossature verticale (poteaux ou abouts du refend) ;
- *Les panneaux de façade, continus ou entre planchers*, sont encastrés horizontalement entre les planchers qui restent apparents.
- *Les panneaux de façade, insérés des quatre côtés*, sont emboîtés dans les deux sens ; l'ossature est à la fois horizontale et verticale.

Tableau 12 Répartition des types de façades légères utilisées dans la construction scolaire.



Source : COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquêtes sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux*

⁷⁶³ *Ibid.*, p. 197.

Pour connaître l'évolution globale de la demande de construction en préfabrication légère dans la technique de réalisation de façades, par la voie du Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques (BIPE), le CIMUR enquête des constructeurs et des producteurs de murs rideaux et panneaux de façade, dès 1961⁷⁶⁴⁷⁶⁵ grâce à quoi nous connaissons la quantité des surfaces de façades légères utilisées dans les bâtiments d'enseignement (scolaires, universitaires et dépendances)⁷⁶⁶. On remarque aussi que la répartition entre une utilisation du type mur-rideau ou panneau de façade est très aléatoire avec une forte utilisation du premier de ces types à la fin des années soixante [tableau].

Partitions

Trois types de cloisons pourraient être utilisés dans la construction scolaire. Il s'agit par l'ordre d'importance d'utilisation des :

- cloisons en matériaux traditionnels (parpaings, briques) ;
- éléments en béton, préfabriqués ou non ;
- cloisons légères avec les mêmes inconvénients que le reste des éléments légers. « C'est un des points de la construction scolaire où des recherches importantes restent à faire, dans la voie de l'industrialisation »⁷⁶⁷ ;
- panneaux de plâtre, composites, ou à particules en bois aggloméré ;
- blocs portes, blocs placards et blocs vitrés⁷⁶⁸.

Matériaux

Dans un texte à caractère prospectif, Marcel Lods (1946) exprime que « La préfabrication ne saurait être liée à un matériau ». Ainsi, tous les matériaux « usinables » sont concernés. Un matériau usinable étant celui « se prêtant à une mise en œuvre mécanique, un transport facile et un ajustage rapide. Cela

⁷⁶⁴ Le CIMUR avait déjà fait une enquête à ce sujet de 1954 à 1959.

⁷⁶⁵ Elle porte sur la localisation du chantier, la nature de la façade légère (panneau de façade ou mur rideau), les matériaux utilisés (du gros œuvre : béton armé, charpente métallique, ou autre ; des panneaux : grille, vitrage, menuiserie, allège), la durée du chantier

⁷⁶⁶ L'enquête identifiait aussi les bâtiments à usage d'habitation, de bureaux, à usage industriel et autres. Nous ne présentons que les bâtiments scolaires et universitaires (y compris dépendances) tels qu'ils sont dans les résultats des enquêtes.

⁷⁶⁷ LE MEUR, *op.cit.*, p. 428.

⁷⁶⁸ Ces deux dernières ne sont pas mentionnées par Le Mur mais sont présents dans le secteur du bâtiment.

signifie que seront employés aussi bien le fibro-ciment que la tôle d'acier, le métal inoxydable, le bois bakélinisé, le verre, le plaster-board, le contre-plaqué ou la matière plastique, ou d'autres matériaux non encore connus aujourd'hui [... par contre, il y en a d'autres] qui ne seront jamais employés en préfabrication du simple fait que leur nature les rend malaisément traitables [...] Tels sont, par exemple, le moellon ou la pierre meulière ».⁷⁶⁹

La préfabrication d'après la Seconde Guerre emploie principalement le béton armé ; mais aussi, le béton précontraint et l'acier : « L'acier est devenu, au cours de cette période, le matériau prépondérant de structure, utilisé seul ou associé au béton sous différentes formes »⁷⁷⁰. Cependant, pendant la période de la Reconstruction « [...] les besoins en fonte et en acier étaient tels qu'il convenait d'en limiter l'usage dans la construction, tout au moins sur le continent européen »⁷⁷¹, c'est pourquoi le matériau de la structure tend à être le béton. L'utilisation de l'aluminium dans le bâtiment reste limitée : « [...] il est probable que ce fut un rendez-vous manqué [...] malgré les efforts des industriels de l'aluminium [...] »⁷⁷² précise l'introduction aux actes du colloque international sur *Les Reconstructions en Europe 1945-1949*.

La France est du genre « bétonnier ». Associé au béton, le béton armé représente pour le ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme « [...] le matériau de référence pour le gros œuvre [...] »⁷⁷³. Toutefois, l'ère de la préfabrication métallique est annoncée : « Nous sommes (...) en présence d'une évolution fatale vers l'industrialisation du bâtiment, et l'acier est le matériau industriel par définition »⁷⁷⁴. C'est le matériau qui répond au rêve de Le Corbusier : le montage à sec des éléments interchangeables, donc modulés, car plus précis que le béton pour une ossature standardisée.

⁷⁶⁹ M. LODS, « De la préfabrication », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 52.

⁷⁷⁰ J.-B. ACHE, M. DAUMAS (dir.), « Les techniques de construction des bâtiments », p.234-249, *Les techniques de construction des bâtiments*. Paris: Presses Universitaires de France, 1979. p.239.

⁷⁷¹ D. BARJOT, R. BAUDOU, D. VOLDMAN, MEMORIAL DE CAEN/CENTRE DE RECHERCHE D'HISTOIRE QUANTITATIVE (Caen) (éds. scient.), *Les reconstructions en Europe, 1945-1949*. Actes du colloque international organisé par le Mémorial de Caen et le Centre de recherche d'histoire quantitative, Caen, 20-22 fév. 1997. Bruxelles: Ed. Complexe, p. 36.

⁷⁷² Ibid., p. 36.

⁷⁷³ A. GUILLERME, « Les matériaux de construction », *Musée des arts et métiers (La revue)*, n° 17, déc. 1996, p. 7.

⁷⁷⁴ J.B. ACHE, *Acier et Architecture*. Paris : Arts et Métiers graphiques, 1966, p. 134.

Dans le domaine de la sidérurgie, les techniques modernes de soudure, d'emboutissage et de pliage⁷⁷⁵ sont récentes et elles sont en train de s'introduire dans la construction du bâtiment. L'absence d'éléments d'assemblage est, signale Ache en 1966, dans son *Acier et architecture*, du moins au début des années soixante, l'un des inconvénients du secteur métallique⁷⁷⁶.

Les profils en tôle pliée sont utilisés pour la charpente ; le pliage de tôles est aussi utilisé pour donner rigidité aux panneaux comme les murs rideaux et les cloisons⁷⁷⁷. Le matériau est ici principalement l'acier, mais avec cette nouvelle technique, l'aluminium est aussi présent : « Avec le pliage des tôles minces le filage de l'alu est la technologie la plus caractéristique de la construction légère : façades rideaux, menuiseries, cloisons »⁷⁷⁸.

En ce qui concerne les façades légères, signale l'enquête « (...) cette technique jeune présente aussi un aspect révolutionnaire du point de vue des matériaux mis en œuvre. En effet, la 'partie pleine' des panneaux de façade est constitué de matériaux dont l'emploi n'était jusqu'ici que très exceptionnel, sinon inexistant dans les parois extérieures des constructions »⁷⁷⁹.

Les façades légères (façades rideaux et panneaux de façade) sont constituées, sous une faible épaisseur (quelques centimètres), d'une paroi composite venue d'atelier avec les parties vitrées (en général menuiserie métallique), les allèges, coffres à volets roulants, etc. La face antérieure peut être constituée par des matériaux tels que : bois, aluminium, tôle d'acier (peint, laqué ou inox), verres spéciaux, amiante-ciment. L'isolation est obtenue par des couches de produits tels que : polystyrène, ou laine de verre. La paroi intérieure

⁷⁷⁵ « Le pliage, l'emboutissage et le filage des métaux sont trois technologies de formage utilisées dans l'élaboration des composants légers. Le pliage et le filage produisent des profils qui sont des demi-produits, l'emboutissage produit des sous-composants ». G. BLACHERE, *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975, p. 91.

⁷⁷⁶ Il signale aussi parmi les inconvénients la corrosion et la protection incendie. ACHE, « *Acier (...)* », *op.cit.*

⁷⁷⁷ BLACHERE, « Technologies (...) », *op.cit.* p. 94-95.

⁷⁷⁸ *Ibid.*, p. 98.

⁷⁷⁹ COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Terminés ou commencés entre le 1er janvier 1960 et le 31 décembre 1961)*. Neuilly-sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1961, p. 1., exempl. dactyl.

peut être en bois ou succédanés ou à base de plâtre ou à partir de résines polyester et de fibre de verre⁷⁸⁰. Les joints sont en mastic ou d'autres garnitures.

Les enquêtes de CIMUR qui, à partir de 1968, s'intéressent à la question des matériaux utilisés pour l'ossature des façades légères, montrent que le matériau le plus utilisé est l'acier (ordinaire, inoxydable, ou en liaison avec l'aluminium), suivi de l'aluminium, puis du bois^{781 /782/783}.

Tableau 13. Nature de l'ossature de la façade (en pourcentage de la surface de façade)

Ossature	1968	1969	1970
Acier	72,4	83,7	58,2
Aluminium	15,7	6,5	6,9
Bois	6,3	2,7	0,2
Alu-acier	5,3	1,3	15,7
Alu-bois	0,1	-	1,6
Acier inoxydable	-	5,8	2,8
Autres	0,2	-	-

Source : COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), Enquêtes sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux

Pour les allèges, qui représentent le 54% de la surface de façade dans les bâtiments d'enseignement, selon l'année différents matériaux sont utilisés :

- Pour les revêtements extérieurs : l'amiante-ciment, l'acier galvanisé (tôles émaillée), la tôle d'acier et l'aluminium, la glace émaillée et le placoplâtre ;
- Pour les revêtements intérieurs : l'amiante-ciment et la tôle d'acier ;
- Les isolants : les laines, les fibres minéraux, le polystyrène, le mousse de plastiques ;
- La menuiserie : l'aluminium et l'acier.

⁷⁸⁰ SIMON, *op.cit.*, p. 196.

⁷⁸¹ COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en pa nneaux de façade et en mur s rideaux (Année 1 968)*. [Paris/Neuilly-sur-Seine]: [CIMUR/BIPE], 1968, p. 40. Feuilles sans couverture trouvées au archive mort du CSTB dans dossier façades.

⁷⁸² COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en pa nneaux de façade et en mur s rideaux (Année 1970)*. Paris/Neuilly-sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1969, p. 17, exempl. dactyl.

⁷⁸³ COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en pa nneaux de façade et en mur s rideaux (Année 1970)*. Paris/Neully-Sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1970, p. 17, exempl. dactyl.

En 1964, des produits isolants divers sont signalés comme dominants : « Cette anomalie est due aux constructeurs qui utilisent la maçonnerie comme isolant. Ce type d'allège avec maçonnerie en isolant prend de l'importance lorsqu'il concerne ici 10 à 15% de la surface totale de l'allège ». C'est un système qui peut être considéré comme de « semi-rideau, la façade-rideau étant entièrement constituée d'éléments préfabriqués ».

Tableau 14. Matériaux utilisés en allèges, menuiseries et vitrage des façades légères (unité : 1000 m²)

	1961-62	1962-63	1964	1965	1967	1968	1969	1970
Revêtement extérieur								
Glace émaillé	14	11,9	39,6	52,5	33,8	35,4	45,0	52,4
Tôle d'acier	28	32,9	29,5	24,4	39,4	27,1	20,8	27,0
Amiante-ciment	32	13,8	10,4	10,0	15,2	20,6	18,1	13,1
Aluminium	22	35,0	18,2	6,1	5,5	8,7	12,8	5,3
Revêtement intérieur								
Placoplâtre	-	1,5	36,5	31,1	15,2	28,1	41,2	35,3
Tôle d'acier	29	45,3	33,0	30,8	47,9	43,5	48,1	31,0
Amiante-ciment	57	22,9	24,1	14,9	34,1	9,0	7,8	10,5
Bois, fibres agglomérées	11	25,3	5,4	14,3	2,8	2,4	0,3	18,7
Isolant								
Fibres minérales	77	32,4	18,5	44,6	32,2	43,3	32,1	34,7
Mousses plastiques	23	50,1	17,2	32,0	53,7	50,4	40,0	43,6
Bois, fibres végétales	-	-	25,0	4,0	1,9	3,1	0,2	7,1
Menuiseries								
Aluminium	24	52,2	72,7	63,4	61,5	56,9	59,8	61,9
Acier	30	13,9	3,5	14,6	13,1	20,8	22,6	25,3
Bois	46	28,8	23,8	15,3	20,5	0,6	13,3	7,9
Vitres								
Verre à vitre	66	72,2	-	42,3	61,0	52,4	45,3	51,4
Vitrage composé	-	-	-	47,0	28,2	38,5	46,5	29,7
glace	-	-	-	10,7	10,8	2,8	8,2	15,1

Source : COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquêtes sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux*

Finalement, pour connaître la réalité de la construction scolaire, nous en avons recensé les bâtiments scolaires apparus dans des revues de construction et d'architecture françaises :

- *Architecture d'aujourd'hui* : de 1951 à 1973, elle publie six numéros spéciaux dédiés à l'architecture scolaire en France et à l'étranger.
- *Architecture française* : de 1952 à 1972, la revue réalise, dans dix numéros spéciaux, une série dédiée à l'architecture scolaire française. Ces numéros présentent une sélection d'écoles primaires et secondaires, d'instituts techniques et universités. Trois de ces publications sont spécialisées : les numéros 179 et 180 de 1957 sont dédiés à l'enseignement technique et supérieur ; les numéros 275 et 276 de 1965 se consacrent à l'enseignement supérieur et, notamment, aux universités ; et les numéros 323 et 324 présentent l'architecture des établissements d'enseignement spécialisé.
- *Techniques & architecture*, revue à esprit « architectonique », publiée, à partir de 1955 une série spécialisée dans la construction scolaire. Trois numéros sont à remarquer : celui de janvier 1964, sur le concours « Conception-construction » ; celui de décembre-janvier de 1966-67 intitulé « CEG, CES, CET (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) » ; et celui d'octobre 1969 : « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) ».
- *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, en juillet 1960, présente dans un hors série un éventail des systèmes constructifs dans : « Les constructions scolaires, universitaires et sportives ».
- *Construction*, en 1968, expose en deux numéros spéciaux sur les « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles », les procédés d'industrialisation agréés par le ministère de l'Education nationale.
- *Hygiène et confort des collectivités*, en 1970 présente les « Constructions scolaires et universitaires », une fois encore dans un numéro spécial.

3.2. Architectes et préfabrication (1951-1962)

Dans la deuxième partie, concernant la sous-période 1951-1962, nous avons repéré différentes procédures de sélection, établies par le ministère de l'Education nationale. Bien que dans ces programmes la technique de construction reste secondaire, parce que la série est d'abord recherchée⁷⁸⁴, nous y trouvons des constructions sélectionnées entre autres par leur caractère pré-fabricateur. Ces constructions, que nous présentons par la suite, dérivent des procédures de sélection suivantes :

- Le concours pour l'agrément de prototypes ;
- Les commandes groupées du premier degré.

A. Concours pour l'agrément de prototypes

Tableau 15. Ecoles prototypes réalisées à partir de la loi de 1948

Ecole prototype	Architecte	Matériaux	Eléments préfabriqués	Temps de réalisation
Gimel (Corrèze)	J. BERGE	« rustiques »	Non	5 mois
Saint-Dionisy (Gard)	C. MAZET		Oui, procédé DELTA J	43 jours
Gigouzac (Lot)	P. ABRAHAM	Possibilités : bois, métal, ou BA	Possibilité pour murs et cloisons et couverture	5 moins et demi
Rangecourt (Hte-M.)	A. CROIZE	Béton, amiantement, bois.	Murs, planchers, linteaux, encadrement de baies, appuis, corniches et chéneaux. Préfabrication in situ.	4 mois
Magny-les-Hameaux (S.-&-O.)	DHUIT, DROUIN et STOREZ	« traditionnels »		
Marolles-en Brie (S.et O.)	CAMELOT et LAFAILLE (ing.)	« classiques »	Non, mais standardisables	3-5 mois

Source: MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, Ecoles prototypes (du premier degré). Brochure du MEN, Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109.

⁷⁸⁴ Voir 2.2.

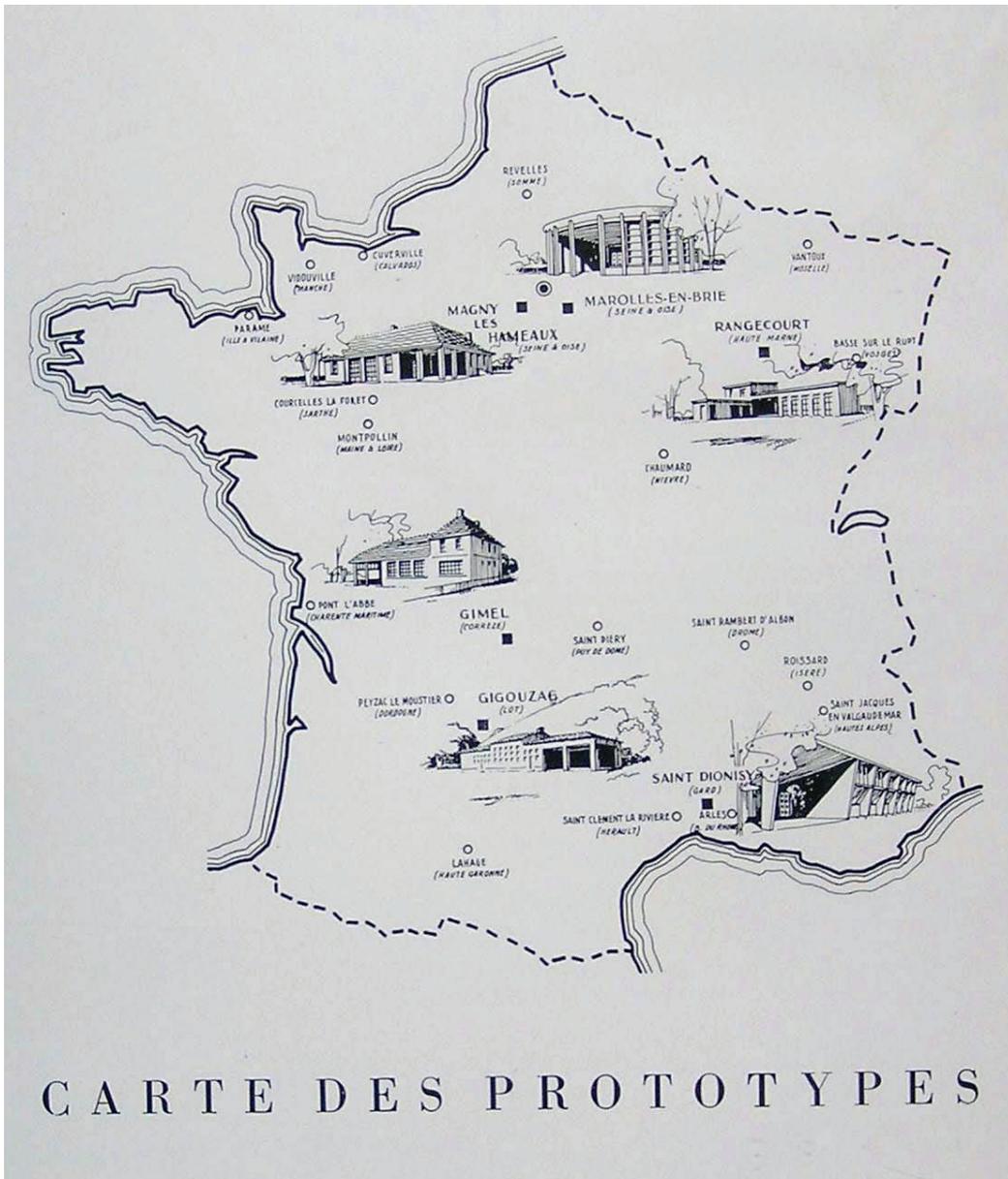


Figure 18. Carte de prototypes du concours de 1947.

Source : MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré)*. Brochure du MEN, Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951, p. 6.

La construction de prototypes des écoles primaires, issue du concours 1948⁷⁸⁵ et répartie dans le territoire métropolitain [Figure 18], est achevée pendant l'hiver 1950-51. Ici, « Toute liberté est laissée à l'architecte auteur du projet pour le mode de construction et le choix des matériaux, [...] »⁷⁸⁶. Bien que les architectes français, parmi les plus « préfabricateurs », soient les responsables de ces programmes, l'utilisation des éléments préfabriqués reste ici très limitée.

En 1951, le ministère de l'Education nationale édite les « Ecoles prototypes (du premier degré) ». La brochure présente six prototypes. Quatre sont conçus avec des éléments préfabriqués mais les éléments préfabriqués sont de par leur indisponibilité, et selon le service technique ministériel, inutilisables. La conception reste basée sur la standardisation et la modulation.

Deux prototypes tirent vers la construction traditionnelle, utilisant des matériaux du pays, dits « rustiques ». Dans l'école Gimel (Corrèze), l'architecte Jacques Barge, déclare à cette occasion avoir « systématiquement refusé les méthodes industrielles conduisant à un type invariable dont la répétition sur tout le territoire de la France serait (...), vite fastidieuse »⁷⁸⁷, il utilise le granit et l'ardoise. Un deuxième prototype a comme objectif la comparaison à des procédés préfabriqués, tant sur le plan financier que technique et au double point de vue de la solidité et du confort. L'école de Magny-les Hameaux (Seine-et-Oise), conçue par l'équipe d'architectes Dhuit, Drouin et Storez, est également exécutée en matériaux traditionnels, mis en œuvre par les entreprises locales⁷⁸⁸.

⁷⁸⁵ Voir 2.2.

⁷⁸⁶ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *op.cit.*, p.7.

⁷⁸⁷ *Ibid.*, p. 47

⁷⁸⁸ *Ibid.*, p. 41.

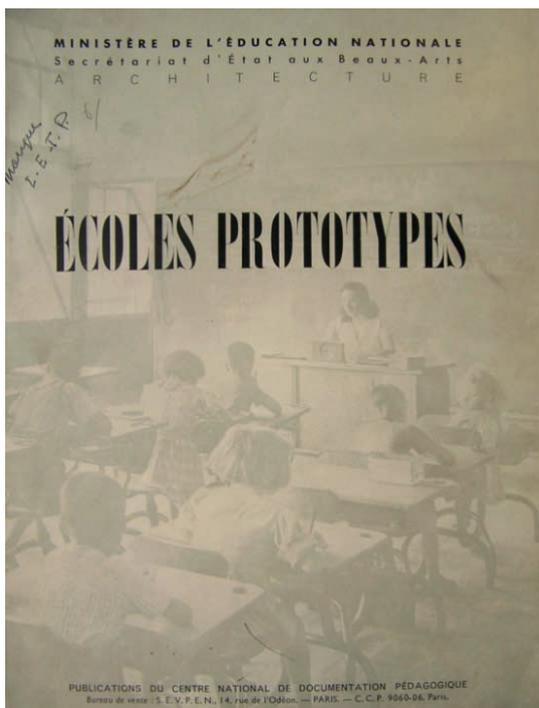


Figure 19. Brochure de prototypes, 1951

Source : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ÉTAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré)*. Brochure du MEN, Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109

Tableau 16. Liste de prototypes exécutés à la date du 1951⁷⁸⁹

Autres prototypes exécutés	
Calvados : Cuverville	Ventre
Dordogne : Peyzac-le-Moustier	Nelson, Gilbert et Sebillotte
Drome : Saint-Rambert-D'albon	Thomas
Haute-Garonne : Lahage	Laprade
Hérault : Saint-Clément-La-Rivière	Beaudouin
Ille-et-Vilaine : Paramé	Arretche
Isère : Roissard	Halley
Maine-et-Loire : Montpollin	Lachamp
Manche : Vidouville	Bernand et Hur
Moselle : Vantoux	Prouvé
Nièvre : Chaumard	Abraham
Puy-de-Dôme : Saint-Diéry	Marty
Sarthe : Courcelles-la-Forêt	Arretche
Somme : Revelles	Mathé
Vosges: Basse-Rupt	Gutton
Prototypes en cours de réalisation	
Hautes-Alpes : St-Jacques-en-Valgaudemar	Le Même
Bouches-du-Rhône : Arles	Grenard
Charente-Maritime : Pont-l'Abbé-d'Arnoult	Lods

Source : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ÉTAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré)*. Brochure du MEN, Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951, p. 46.

⁷⁸⁹ Dans le document original cette liste comprend aussi les prototypes retenus : tableau n° 15.

Des prototypes publiés, utilisant des éléments préfabriqués, sont proposés par les architectes :

- 1) Claude Mazet, prototype de Saint-Dionisy (Gard) ;
- 2) André Croizé, école à Ragecourt (Haute Marne) ;
- 3) Pol Abraham, école à Gigouzac (Lot) ;
- 4) Robert Camelot et Bernard Laffaille (ingénieur), prototype de Marolles-en-Brie (Seine-et-Oise).

Prototype Mazet

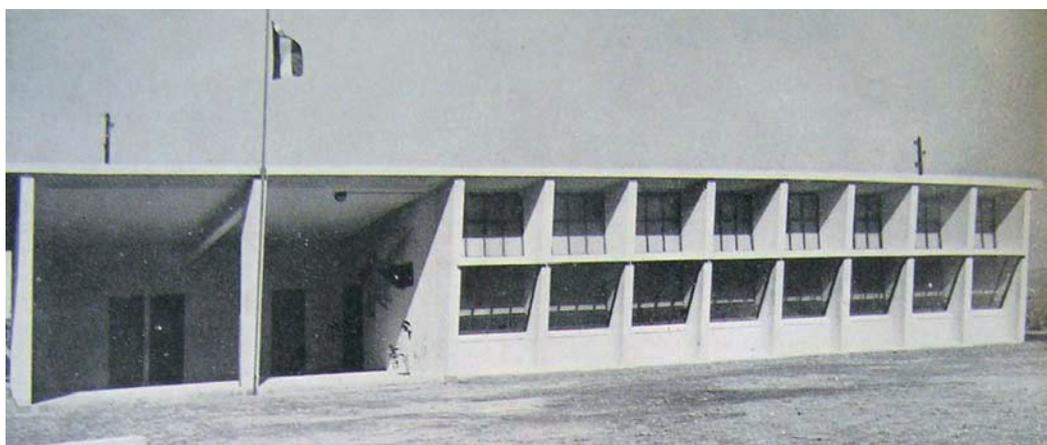


Figure 20. Prototype à Saint-Dionisy

Source : « Prototype d'école à une classe. Claude C. Mazet, architecte », in « Constructions scolaires », AA, 21^e année, no 34, fév.-mars 1951, p. 32.

L'architecte Claude Mazet conçoit le prototype réalisé à Saint-Dionisy (Gard)⁷⁹⁰, avec le procédé « DELTA J » et, signale la publication ministérielle, « sur le principe de la série des éléments identiques ». Le procédé propose un système de brise-soleil pour encadrer les baies vitrées qui surmontent les panneaux pleins et sont placées en allèges des façades principales. Ces brise-soleil, « tous identiques », sont prémoulés et exécutés en béton de pouzzolane, légèrement armé ; la dalle de couverture, constituée par des éléments en béton armé et béton de pouzzolane également préfabriqués, est coulée sur des panneaux, de paille compressée, utilisés en coffrage perdu. La construction est

⁷⁹⁰ « Prototype d'école à une classe. Claude C. Mazet, architecte », in « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 32.

fondée sur un radier général armé, en traditionnel, comme le reste de la construction⁷⁹¹.

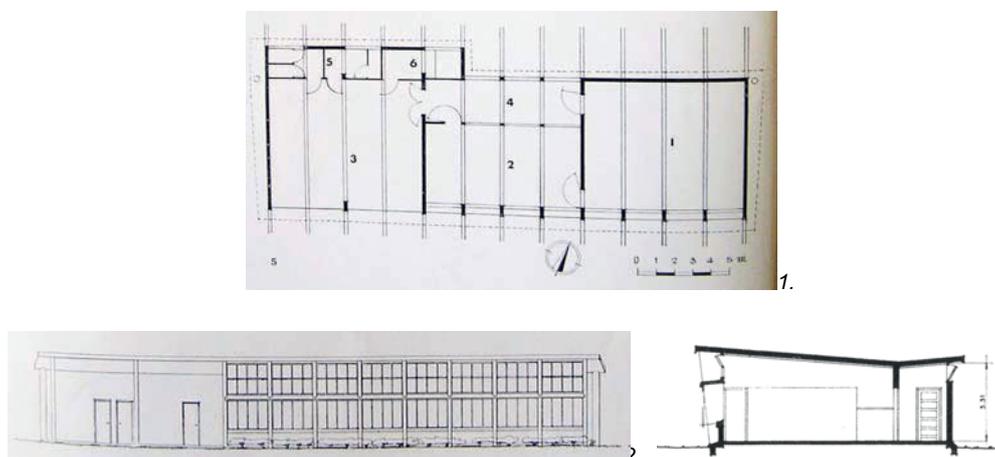


Figure 21. Coupe, façade et plan du prototype Mazet

Source : 1) « Prototype d'école à une classe. Claude C. Mazet, architecte », in « Constructions scolaires », AA, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 32 ; 2) MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré). Brochure du MEN. Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 19.* 3) C. RAMBERT, C., *Constructions scolaires et universitaires*. Paris : Vincent, Fréal et Cie, 1954, p. 53.

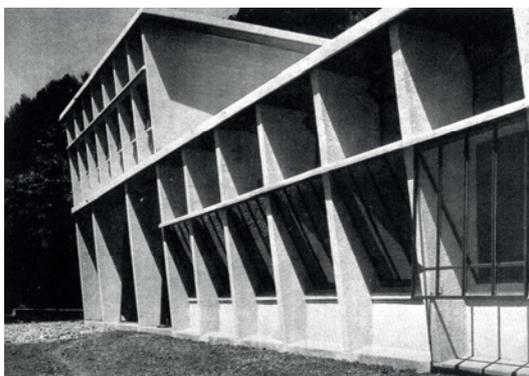


Figure 22. Ecole à Peille

Source : C. RAMBERT, C., *Constructions scolaires et universitaires*. Paris : Vincent, Fréal et Cie, 1954, p. 53.

De même type, nous trouvons les écoles, à deux classes pour quatre-vingt élèves, de Peille (Alpes-Maritimes) [Figure 22], la Baume à Marseille (Bouches-du-Rhône), Balaruc-les-Bains et Agde (Hérault), au sud-est de la France.

« Ce procédé permet une construction très rapide puisque l'école de la Baume, à Marseille, a été réalisée en 37 jours de travail »⁷⁹².

⁷⁹¹ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *op.cit.*, p. 53-56.

⁷⁹² C. RAMBERT, *Constructions scolaires et universitaires*. Paris: Vincent, Fréal et Cie, 1954, p. 53.

Prototype Croisé

« L'isolement de chacun des chantiers, même dans le cas d'une commande d'un nombre important d'écoles et pour une réalisation très proche, a conduit l'architecte à choisir un procédé qui, pour n'être pas révolutionnaire, apporte les moyens de réalisation contrôlés par l'expérience »⁷⁹³.

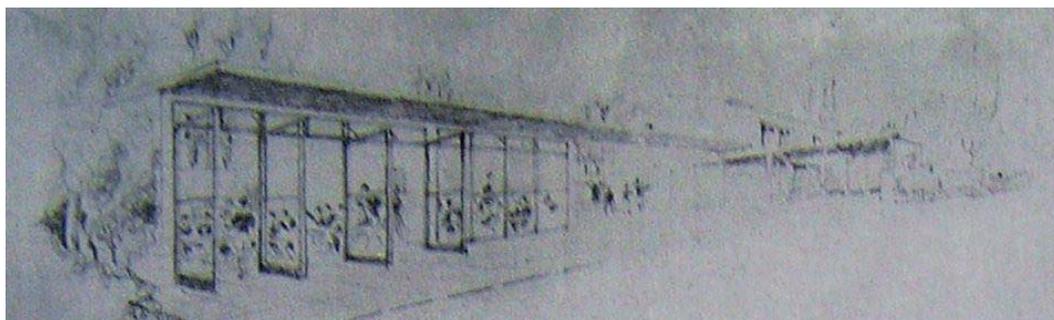


Figure 23. Classe ouvrant sur l'aire de plein air

Source : « Prototype d'école à une classe. André Croisé, architecte », in « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 36.

L'architecte André Croisé met en œuvre la préfabrication *in situ* dans la construction de l'école de Ragecourt (Haute Marne) ; « L'architecte a adopté pour le gros œuvre un procédé de construction qui permet, à son avis, de traiter rapidement un grand nombre de chantiers isolés [...] »⁷⁹⁴. A l'aide d'une presse vibrante d'une capacité de 150 kg/cm², les murs, les planchers et les cloisons sont préfabriqués sur le chantier. La constitution des murs est faite à partir d'un parement extérieur en pierre reconstituée ou en gravillons, où les vides intérieurs sont remplis soit en béton armé, soit en béton de ciment ou de mâchefer. Les linteaux, l'encadrement de baies, les appuis, les corniches, les chéneaux et les souches hors combles sont également préfabriqués. Ainsi, à l'exception des hourdis des planchers, tous les éléments de gros œuvre sont préfabriqués. La mise en œuvre est réalisée par deux hommes pour les murs et cloisons ; deux

⁷⁹³ « Prototype d'école à une classe. André Croisé, architecte », in « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 36.

⁷⁹⁴ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *op.cit.* p. 29.

hommes pour les planchers, et quatre hommes pour la pose⁷⁹⁵, soit huit ouvriers en total, et probablement non qualifiés.

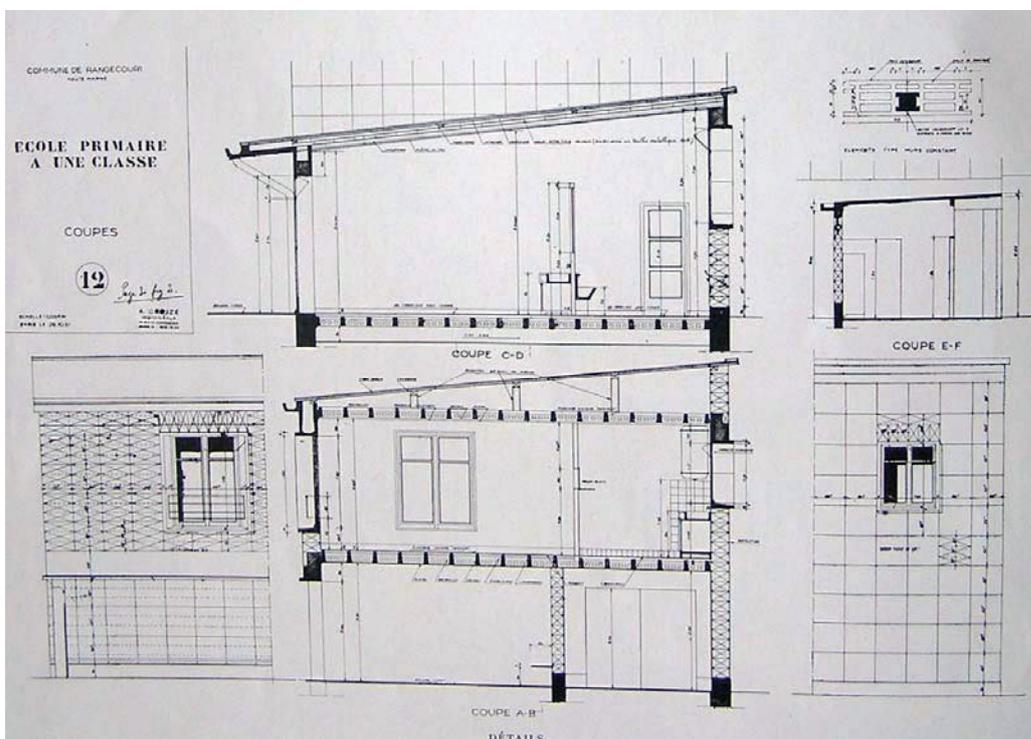


Figure 24. Prototype Croizé, détails constructifs

Source : MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré). Brochure du MEN. Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique*, 21 déc. 1951. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 32.

Prototype Abraham

L'école de Gigouzac (Lot) « (...) est donc une des innombrables solutions⁷⁹⁶ découlant de la modulation étudiée par M. Abraham »⁷⁹⁷ [Figure 26]. Le prototype, signalé au ministère, est conçu sur une « standardisation rigoureuse » qui répond à la modulation normalisée par l'AFNOR, avec une cellule type de 4 m x 7,50 m. La structure, à portiques, régit la standardisation des éléments horizontaux : planchers, plafonds et toitures ; elle peut être aussi

⁷⁹⁵ *Ibid.* ; et, « Prototype d'école à une classe. André Croizé, architecte », in « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 36.

⁷⁹⁶ Autre prototype exécuté et conçu par Pol Abraham est une école à Chaumard (Nièvre), en 1950.

⁷⁹⁷ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *op. cit.*, p. 23.

bien en bois ou en métal, qu'en béton armé. La standardisation, née du désir d'une préfabrication n'est possible que partiellement. Initialement, la couverture est prévue en éléments de béton armé et de terre cuite préfabriqués, mais par des contraintes de disponibilité, elle est constituée d'une voûte mince.

« La durée de la construction a été de cinq mois et demi. Elle pourrait être réduite à quatre mois en fabriquant sur place les éléments standardisés, que dans le cas présent on a fait venir de Paris. Un retard dans les livraisons a fait perdre un mois et demi »⁷⁹⁸.



Figure 25. Prototype Abraham

Source : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ÉTAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré). Brochure du MEN. Paris* : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951. IFA, LAFBE/Q/49/1-109, p. 32.

Les éléments verticaux (murs et cloisons) ne sont pas préfabriqués, mais de dimensions constantes ; pour les murs, les dalles de revêtement en pierre reconstituée servent de banches perdues pour le coulage de béton. La modulation permet ainsi, d'une part, d'utiliser des éléments à dimensions standardisées (croisées, châssis, portes, etc.), et d'autre part, de garder une certaine souplesse avec l'éventuelle combinaison avec des éléments de construction traditionnels⁷⁹⁹.

⁷⁹⁸ *Ibid.*, 24.

⁷⁹⁹ *Ibid.*, p. 23-24.

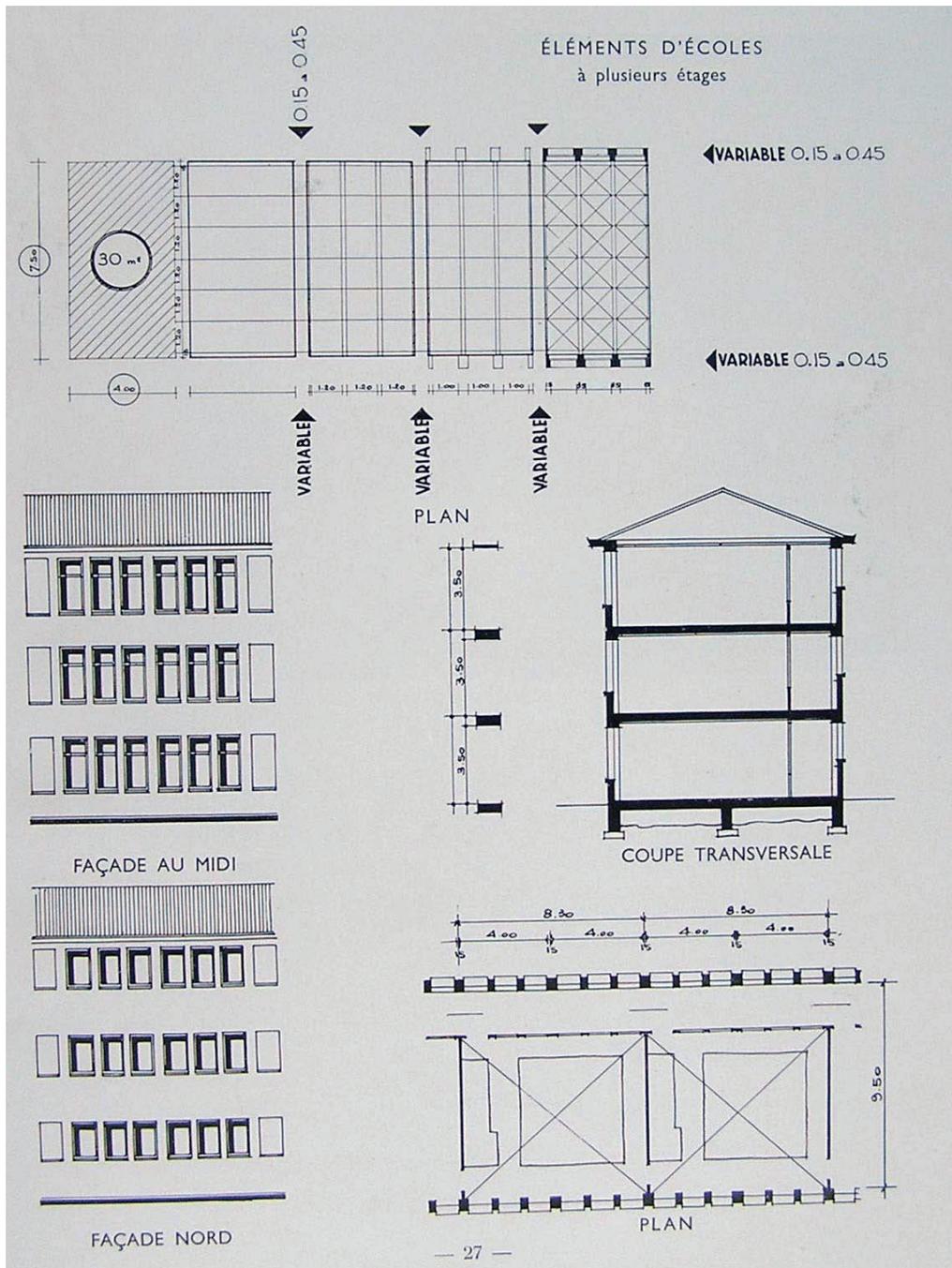


Figure 26. Prototype Abraham

Source : MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ÉTAT AUX BEAUX-ARTS, *Ecoles prototypes (du premier degré)*. Brochure du MEN. Paris : Publications du Centre national de documentation pédagogique, 21 déc. 1951. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 32.

Prototype Prouvé

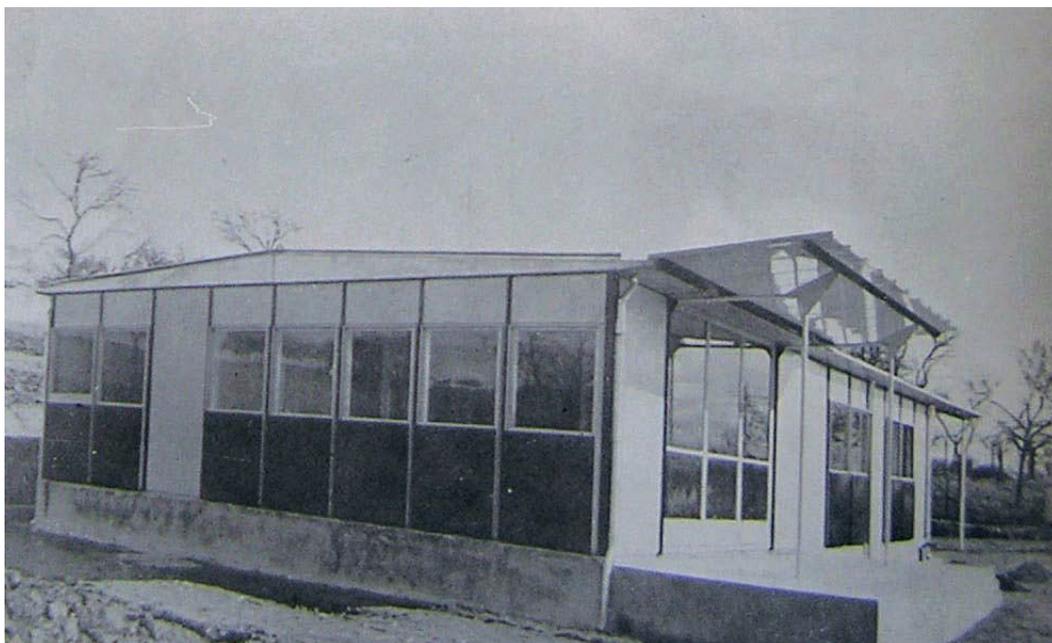


Figure 27. Prototype Prouvé à Vantoux (bâtiment des professeurs)

Source : « Constructions scolaires », AA, 21 année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 34.

L'ingénieur Jean Prouvé, « maître de la soudure »⁸⁰⁰, part d'une architecture à l'échelle du bâtiment, c'est-à-dire, « de l'ensemble » et non de l'élément (de « composants ») ; il s'oppose à « l'idée d'une industrialisation ouverte, capable de vendre, par exemple, des murs-rideaux sans cohérence aucune avec les bâtiments qu'ils enveloppent »⁸⁰¹.

« Une école nouvelle découlant de techniques avancées permet de modifier totalement l'atmosphère du cadre dans lequel les enfants passent leur journées et où se forme leur sensibilité »^{802/803}.

⁸⁰⁰ Contrairement à Marcel Lods, « maître du boulon ». LABRUNYE, R. « Jean Prouvé ou l'impossible industrie », *Le Visiteur*, n° 11, mai 2008, p. 56.

⁸⁰¹ *Ibid.*

⁸⁰² J. PROUVE, *Une architecture par l'industrie*. Zurich: Artémis, 1971, p. 136.

⁸⁰³ Les expériences de l'ingénieur Prouvé, avant la Libération et dans le domaine scolaire sont des exemples des précédents de la préfabrication légère qui, cependant, sont restées à l'état de projet : en 1936, les architectes Beaudoin et Lods, pour l'école de plein-air de Suresnes, demandent à Jean Prouvé une étude d'industrialisation de classes métalliques. En 1939-40, Prouvé fait une expérience avec Le Corbusier afin de réaliser des écoles volantes pour les réfugiés de la guerre, où le principe constructif est de structure à portique axial. J.-F. ARCHIERI, *Prouvé: cours du CNAM, 1957-1970 (Essai de reconstitution du cours à partir des archives Jean Prouvé)*. Liège: P. Mardaga, 1990, p. 178.

Jean Prouvé est l'auteur de deux prototypes expérimentaux : l'un, à Vantoux en Moselle, avec l'architecte Henri Prouvé (1947-48), l'autre, à Martigues dans le Bas-Rhin, où il travaille avec les architectes Arati, Boyer et Lestrade.

A Martigues, « le prototype en métal, comporte une ossature portante, des panneaux à ossature en profilé d'aluminium avec un revêtement extérieur laqué et un intérieur en bois »⁸⁰⁴, posé sur un radier en béton armé.

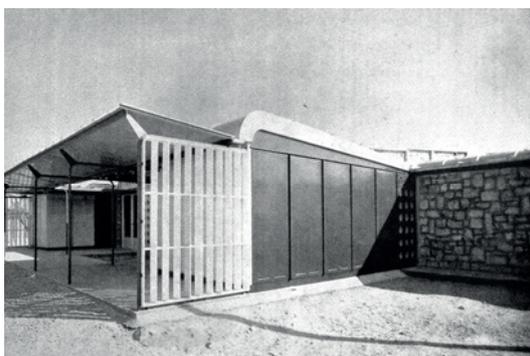


Figure 28. Ecole maternelle à Martigues

Source: C. Rambert, *Constructions scolaires et universitaires*. Paris : Vincent, Fréal et Cie., 1954, p. 20.

La même équipe, dans la même ville, prend en charge la construction de l'école maternelle à quatre classes pour cent soixante élèves où, à l'entrée de l'école, se trouvent un brise-soleil et un auvent, réalisés en « élément coque », avec les murs en moellons apparents et la couverture en aluminium⁸⁰⁵.

Le prototype proposé pour Vantoux, aujourd'hui classé monument historique⁸⁰⁶, est, comme pour Martigues, celui des écoles préfabriquées dites « a béquille ». Les bâtiments sont entièrement préfabriqués et montés à sec sur le chantier. La structure principale est un élément monobloc, dissymétrique, en forme de T, comportant à la fois poteau et poutre et dont la composition est régie, non pas par la trame ministérielle, mais par la travée entre chaque élément de 1,25 m ou 1,05 m.

« Prouvé est confronté aux instructions du ministère qui fixe la trame spatiale de toutes les écoles à 1,75 m, pour contrôler les surfaces. Le choix de cette dimension semble né d'un curieux compromis entre une trame de

⁸⁰⁴ « Prototype d'école à une classe, Vantoux, Moselle », in « *Constructions scolaires* », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21 année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 34.

⁸⁰⁵ RAMBERT, *op.cit.*, p. 20-22.

⁸⁰⁶ N. PETERS, *Prouvé*. Köln : Taschen, 2006, p. 49.

1,80 m, plus pertinente spatialement car divisible en de multiples facteurs, et celle de 1,25 m ou 1,05 m, plus pertinente constructivement car correspondant à la taille des tôles du commerce, comme le préconisait Prouvé »⁸⁰⁷.

En 1952, l'« Aluminium français » entre en collaboration avec les ateliers de Jean Prouvé à Maxéville⁸⁰⁸. La nouvelle société, dans un souci de plus grande productivité et commercialisation, propose l'école dite « Studal », projet agréé par le ministère en 1953⁸⁰⁹.

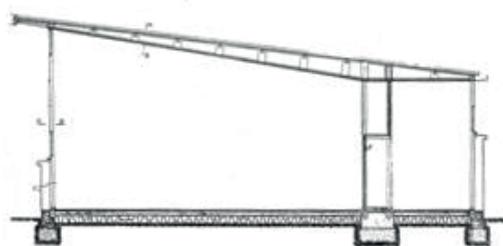


Figure 29. Type Studal

Source : « Constructions scolaires 1 », *T&A*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 143.

Les écoles « Studal », version commerciale des écoles à béquille⁸¹⁰, sont présentées dans le premier numéro spécial sur la construction scolaire de *Techniques et architecture* (1955), avec l'exemple du groupe scolaire de Chatou (Yvelines), réalisée par l'entreprise Billet et par les architectes G. Jany et Marcelin.

Pour ce groupe scolaire, une charpente en acier, recouverte en bacs d'aluminium, est montée sur une ossature métallique. Le projet est modulé sur la trame de 1,75 m, si critiquée par Prouvé. En outre, cette construction met en lumière la capacité de la préfabrication totale. « La nouvelle formule des Ateliers Jean Prouvé [...] n'est pas une préfabrication totale, mais une association avec les entrepreneurs locaux, laissant à chacun la tâche pour laquelle il est le plus qualifié »⁸¹¹.

Bien que les solutions entièrement préfabriquées soient le but recherché, à cause de contraintes diverses, les réalisations finissent par constituer des

⁸⁰⁷ ARCHIERI, *op.cit.*, p. 59

⁸⁰⁸ En 1954, Jean Prouvé quitte les ateliers de Maxéville et fonde la Société pour le développement des constructions industrialisées.

⁸⁰⁹ LABRUNYE, *op.cit.*

⁸¹⁰ Le même prototype est présenté à Zurich en 1953 dans l'exposition d'Alfred Roth « Das Neue Schulhaus » (la nouvelle école). *Ibid.*, p. 58- 59.

⁸¹¹ « Ecoles 'Studal' » in « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 88.

hybrides du préfabriqué/traditionnel. C'est le cas de la maternelle Fabien à Saint-Denis, où l'« ingénieur » Prouvé travaille avec l'architecte André Lucart. C'est un projet, signale Raphaël Labrunye, que Prouvé lui-même qualifie de « monstre technique », car il masque sa structure métallique. Le responsable de cette apparence est l'architecte qui, ayant choisi la technique de construction à partir de la plaquette commerciale Studal, en demande une version spéciale : « un assemblage entre une poutre oblique et un poteau rectangulaire. Un faux plafond plat empêche toute lecture du plan incliné du toit, bien que les ateliers Prouvé aient suggéré un plafond en pente »⁸¹².

Nombreuses sont les études de Jean Prouvé sur la construction scolaire, à elles seules méritant une thèse : le système à béquille, le système coque, les panneaux de façade à grille.



Figure 30. Bâtiments provisoires à Villejuif

Source : J. PROUVE, *Une architecture par l'industrie*. Zurich : Artémis, 1971, p. 141.

En 1953-54, s'inspirant dans ses études des éléments coques, Prouvé applique une version du système à béquilles à Villejuif : béquilles centrales et raidisseurs en façade, pour des bâtiments qualifiés de provisoires⁸¹³.

« Le drame à cette époque était, sur le plan officiel, une obstruction à ce que l'on qualifiait de 'préfabriqué', absolument assimilé au bâtiment provisoire. Il suffisait qu'un projet, même de grande qualité, révèle un montage à sec pour qu'invariablement il soit assimilé au baraquement, et se voit opposer la construction en dur »⁸¹⁴.

⁸¹² R. LABRUNYE, « L'ingénieur et l'ingénu (Histoire d'école(s)) », p. 19 in *Annuel des mémoires 2000-2001, mémoires de IIe cycle*. Versailles : Ecole d'architecture de Versailles.

⁸¹³ « Industrialisation et préfabrication (préfabrication légère, études récentes par Jean Prouvé », in *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 139.

⁸¹⁴ PROUVE, *op.cit.*, p. 136.

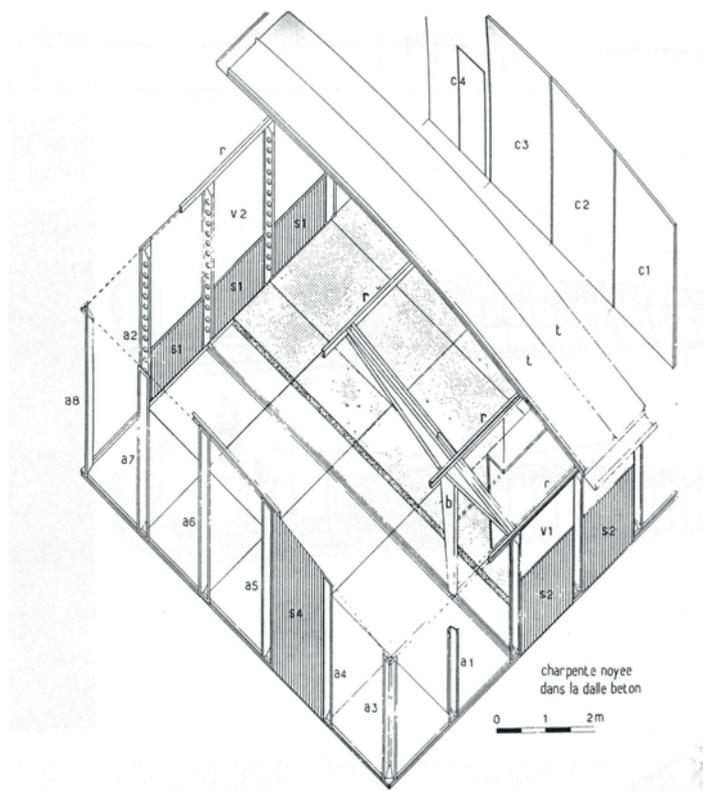


Figure 31. Etude pour le groupe scolaire à Villejuif

Source : TA, 1960, p. 139.

Le principe de l' « élément coque modulable évolué », dit « CNO », est développé par Prouvé, en collaboration avec les architectes Carim, Nardin et Oudot, en 1952⁸¹⁵, et est appliqué partiellement dans des réalisations comme la maternelle de Martigues présentée ci-dessus.

En 1960, la revue *Techniques et Architecture*, avec la publicité de la préfabrication légère, présente parmi les « études récentes » de Jean Prouvé, les panneaux sandwichs avec raidisseurs⁸¹⁶. Pour le lycée de Bagnols sur Cèze avec l'entreprise CIMT, l'ingénieur réalise les panneaux de façade en appliquant le principe à « grille »⁸¹⁷.

⁸¹⁵ ARCHIERI, *op.cit.*, p. 184 et 186.

⁸¹⁶ *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 137.

⁸¹⁷ Fonds Jean Prouvé, archives départementales de Meurthe-Et-Moselle, 23 J 1-506 (Portefeuilles de plans et dessins, 1932-1965), 23 J 349 ; ARCHIERI, *op.cit.*, p. 126.

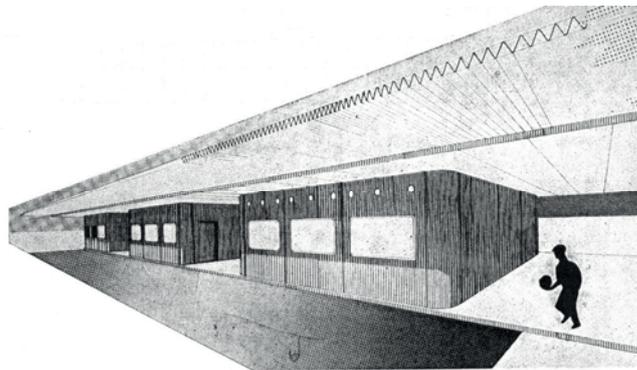
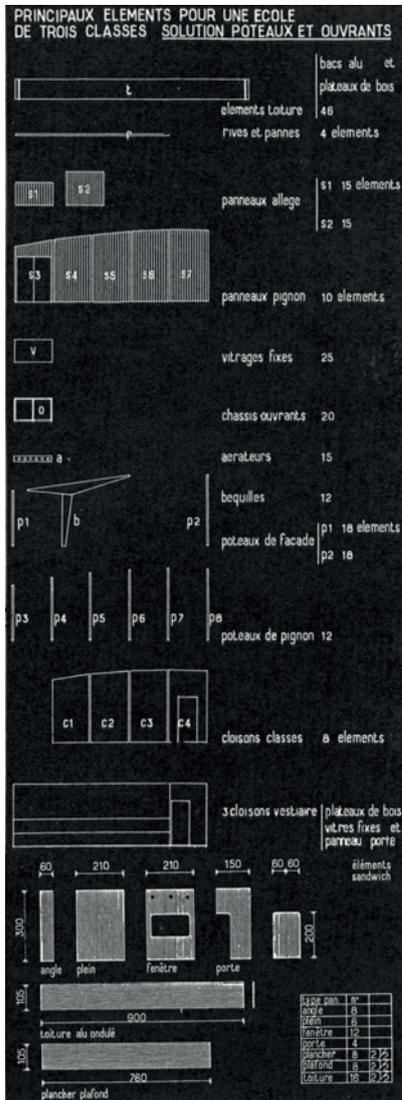


Figure 32. Panneaux sandwichs avec raidisseurs Jean Prouvé

Source : « Industrialisation et préfabrication (préfabrication légère, études récentes par Jean Prouvé », in *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 137.

Prototype Lods

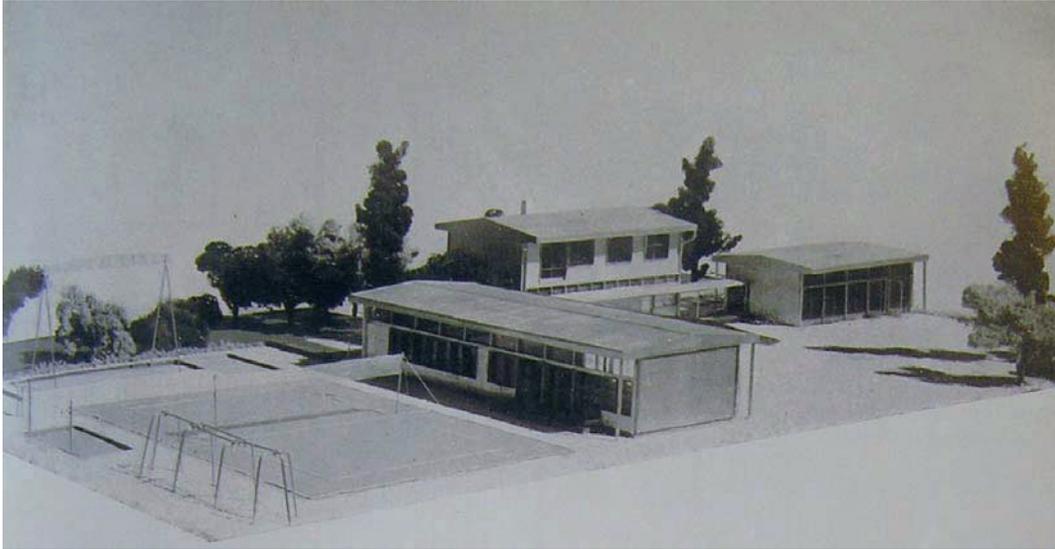


Figure 33. Prototype Lods

Source : « Prototype d'école à une classe » in « Constructions scolaires »,
AA, 21 année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 35.

L'architecte Marcel Lods est le concepteur du prototype en métal de Pont-l'Abbé-d'Arnoult (Charente-Maritime). « Le projet comporte 10 modèles de panneaux (dimension supérieure : 1 m x 3,35 m) permettant un nombre considérable de combinaisons, l'adaptation aux terrains les plus divers, ainsi que la plus grande variété plastique », explique *l'Architecture d'aujourd'hui*. Il s'agit de l'école usinée, intégralement faite d'ossature préfabriquée en métal, présentée par le numéro spécial sur la « construction scolaire » de *Techniques et architecture* de 1955⁸¹⁸. Dans la Charente-Maritime, les travaux sont réalisés par une entreprise locale. La question de la trame est, dans le prototype Lods, remise également en question : « Conformément à la suggestion du programme, les normes dimensionnelles ont été modifiées non seulement pour permettre des économies substantielles quant à la construction, mais encore en vue de donner une réponse valable aux problèmes posés par les conditions d'hygiène et de travail des élèves »⁸¹⁹.

⁸¹⁸ *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 86 ; La même revue publie aussi le groupe scolaire à Neufchâtel-en-Bray (Seine-Maritime) mais celui-ci utilisant un système de construction traditionnel, p. 64.

⁸¹⁹ « Prototype d'école à une classe » in « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21 année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 35.



Figure 35. Panneaux de façades du lycée de Sotteville-les-Rouen

Source : « Constructions scolaires VI », AF, n° 249-250, 1963, p. 92.

Hors du cadre du concours, l'architecte Lods, avec les architectes Malizard, Alexandre et Rivière, réalise au cours de cette sous période le groupe scolaire de Saint-Etienne du Rouvray et l'internat du lycée de Sotteville-les-Rouen ; aucun des deux ne répond au prototype précédent, mais ils utilisent une ossature en béton armé. Ces bâtiments, de taille beaucoup plus importante que celle du prototype, sont présentés par *l'Architecture française* en 1963. Pour les façades, des éléments préfabriqués et industrialisés sont



Figure 34. Façades préfabriquées à Saint-Etienne du Rouvray

Source : « Constructions scolaires VI », AF, n° 249-250, 1963, p. 92.

privilegiés. A Saint-Etienne du Rouvray, on se sert des panneaux de façade à ossature et baies en bois et un revêtement extérieur à bardage aluminium ; à Sotteville-les-Rouen des façades du type panneaux menuisés et d'allèges à ossature en aluminium⁸²⁰.

⁸²⁰ « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963, p. 91-92.

Prototype Nelson, Bilbert, Sebillote

La préfabrication sur chantier est appliquée pour la construction du prototype à Peyzac-Le-Moustier en Dordogne, réalisée au moyen de l'entreprise générale, par la Société Métropolitaine de Construction et de Travaux Publics.

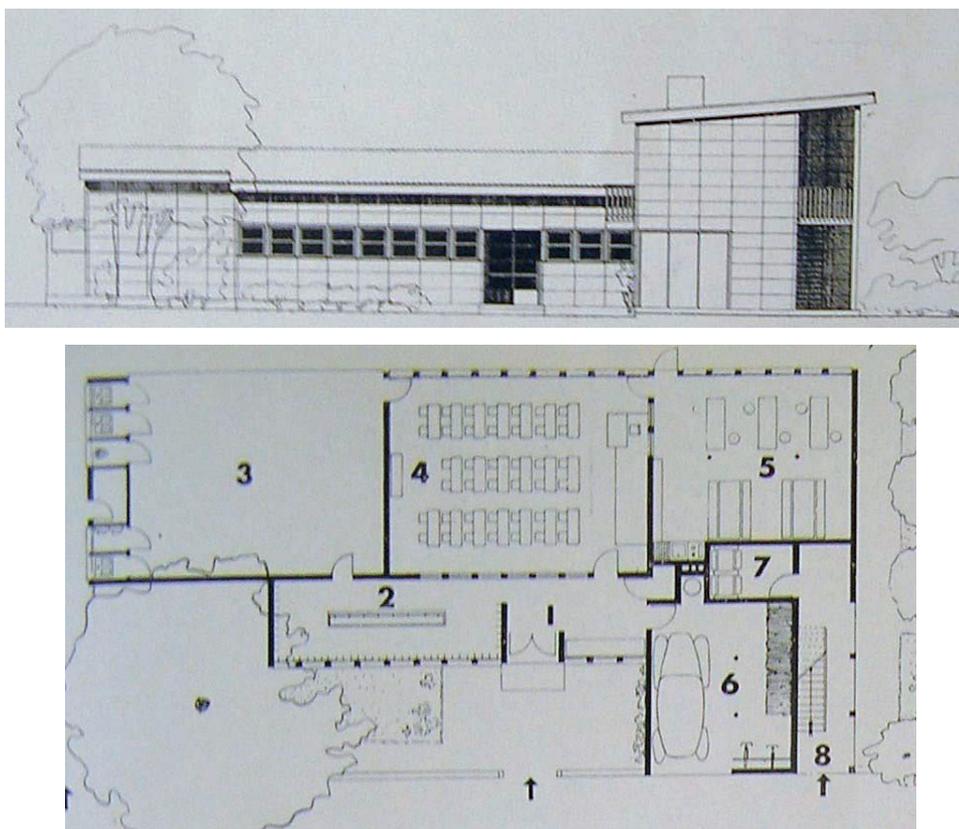


Figure 36. Prototype Nelson

Source : « Prototype d'école à une classe, Peyzac-Le-Moustier, Dordogne », in « Constructions scolaires », AA, 21 année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 37.

La structure préfabriquée reposant sur une trame de 1 m, et non de 1,75 m, est composée des poteaux, assemblés aux semelles, longrines ou solives. Elle supporte la charpente et les remplissages. Les éléments du mur extérieur, agrafés à cette structure principale, sont des panneaux baies. Ils sont en plaques de mortier de ciment et de pouzzolane et montés avec joints plastiques. La cloison intérieure comporte deux plaques de plâtre et mâchefer avec couche d'air⁸²¹.

⁸²¹ « Prototype d'école à une classe, Peyzac-Le-Moustier, Dordogne », in « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21 année, n° 34, fév.-mars 1951, p. 37.

Prototypes Camelot-Lafaille



Figure 37. Bureau d'études IETP

Source : *Journal L'action municipale au service de municipalités de France*, no. 10, 15 fév. 1950, p. 16.

L'Institut d'Études Techniques et Professionnelles, qui est un bureau d'études coordinateur d'entreprises, est l'auteur de deux prototypes agréés par le ministère de l'Éducation nationale : le « prototype IETP » à forme circulaire et celui à forme rectangulaire, dit du type « Saint-

Elier ».

Ces prototypes sont étudiés par l'équipe de Robert Camelot, architecte en chef des Bâtiments civils et Palais nationaux, et Bernard Lafaille, ingénieur des arts et manufactures.

Le prototype circulaire

Le prototype IETP, de forme circulaire, met en évidence les paramètres de série et de mécanisation. Ainsi, « le problème à résoudre »⁸²², présenté par ses auteurs, est de :

- a) Employer le minimum de matériaux : par les propriétés de la forme.
- b) Composer un parti s'adaptant à tous les terrains : la forme permettant une orientation minima.
- c) Permettre des variantes de composition : l'unité scolaire comprend une classe et un logement pour l'instituteur ; les variantes de composition consistent à substituer le logement par une autre classe.
- d) Utiliser à plein les appareils et les matériels : par le nombre de réemplois des moules des éléments de préfabrication (pour quelques centaines de chantiers) et par « le degré de mécanisation des appareils également en fonction de l'entraînement de la main-d'œuvre »⁸²³.

⁸²² *Etude critique du projet et LA FAILLE-CAMELOT (Le problème à résoudre)*, Paris, juillet 1949. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109. p. 1-8.

⁸²³ *Ibid.*, p. 3.

« Pour qu'une mécanisation soit rentable, il faut qu'elle soit employée à plein, c'est-à-dire passant d'un chantier à l'autre sans interruption d'emploi et que de son côté la main-d'œuvre qu'en sert atteigne une productivité due [sic] à une simplification extrême des tâches à accomplir »⁸²⁴.

- e) Utiliser des éléments constructifs de série. « La préfabrication n'a qu'une vertu : abaisser la valeur des matériaux mis en œuvre. [...] la répétition des mêmes éléments constructifs est un facteur d'économie [qui] (...) permet de créer des outillages mécaniques d'exécution» et, pour que cela ne soit pas d'un « coût élevé pour la fabrication des outillages », « il faut (...) des séries importantes » qui ne correspondent pas à l'amortissement total du matériel, car « d'autres facteurs interviennent, en particulier le facteur vitesse »⁸²⁵.
- f) Abaisser les temps de fabrication, par l'étude des postes de travail fixes (comme ceux des éléments préfabriqués) et de la mise en œuvre.

« L'abaissement des temps de fabrication à postes fixes est la seule vertu de la préfabrication – On peut obtenir par entraînement de la main-d'œuvre des réductions du temps alloués allant de dix à un suivant les séries et les dispositions des montages, et la perfection mécanique des appareils et matériels »⁸²⁶.

Dans le cas des postes fixes, le bureau d'études de l'IETP met en évidence l'intérêt pour les unités scolaires de l'utilisation de la préfabrication *in situ*, pour le cas spécifique des pièces lourdes et exécutées à l'aide de machines manuelles : « On a mis en évidence l'intérêt qui s'attache à transporter d'un chantier à l'autre, dans le cas précis de ces sortes de constructions, les matériels de fabrication plutôt que de centraliser les fabrications en vue d'approvisionner un chantier »⁸²⁷.

- g) Abaisser les temps de mise en œuvre, en évitant toute sorte d'ajustement et par une extrême spécialisation des équipes.

« Il s'agit donc, pour le bâtiment [en analogie avec l'industrie], dans les opérations de mises en œuvre des matériaux, de spécialiser les équipes d'étudier avec soin les montages, d'éliminer l'esprit d'ajustage et

⁸²⁴ *Ibid.*

⁸²⁵ *Ibid.*, p. 3-4.

⁸²⁶ *Ibid.*, p. 4.

⁸²⁷ *Ibid.*

de faire en sorte que sur des gabarits rigoureux les contrôles de dimensions et de position dans l'espace ne soient plus nécessaires »⁸²⁸.

- h) Dégager les séries optimales. Le bureau d'études Lafaille affirme qu'une série permettant l'abaissement de coûts des unités scolaires dépend de deux groupes de facteurs de production. Le premier concerne le rendement de la main-d'œuvre et il devrait se tester dans un groupement de 35 bâtiments ; le second s'attache à l'amortissement des appareils et matériels spécialisés pour lesquels une série de douze groupes (de trente-cinq bâtiments) serait nécessaire pour prouver l'hypothèse.

Tableau 17. Variation de la valeur au m² d'une unité scolaire en fonction de l'organisation des chantiers par nombre et par nombre d'unités dans un groupe.

Valeur du nombre de groupes	Valeur du nombre d'unités scolaires dans un groupe	Valeur au m ² de surface intéressée d'unité scolaire type (1 logement + 1 classe)
5	10	18.600
12	10	15.800
12	20	14.700
12	35	13.600
20	35	14.900

Source : Etude critique du projet LAFAILLE-CAMELOT (Le problème à résoudre), Paris, juillet 1949. IFA, LAFBE/Q/49/1-109, p. 8

Le procédé de construction de l'école circulaire est breveté⁸²⁹ et constitue la propriété de l'IETP. Le brevet stipule que « L'invention a pour objet un procédé de construction permettant d'édifier des bâtiments importants tout en limitant l'importance des fondations »⁸³⁰. Ce procédé propose une ossature centrale de forme cylindrique, à piliers en béton, reposant sur une fondation légère en sous-sol ; les têtes des piliers, « de préférence préfabriqués », sont liées par des linteaux préfabriqués sur lesquels on coule une voûte annulaire en béton à pente dirigée vers le centre et comportant une armature de ceinturage au-dessus des piliers. Les remplissages entre piliers sont généralement vitrés.

⁸²⁸ Ibid.

⁸²⁹ Demande de brevet déposée en France le 12 avril 1950 sous le n° P.V. 550 pour « Nouveau procédé de construction en béton et bâtiment réalisé en utilisant ce procédé » par la Société Civile dite : Institut d'études techniques et professionnelles. IFA, LAFBE/Q/49/1-109.

⁸³⁰ Ibid., p. 4.

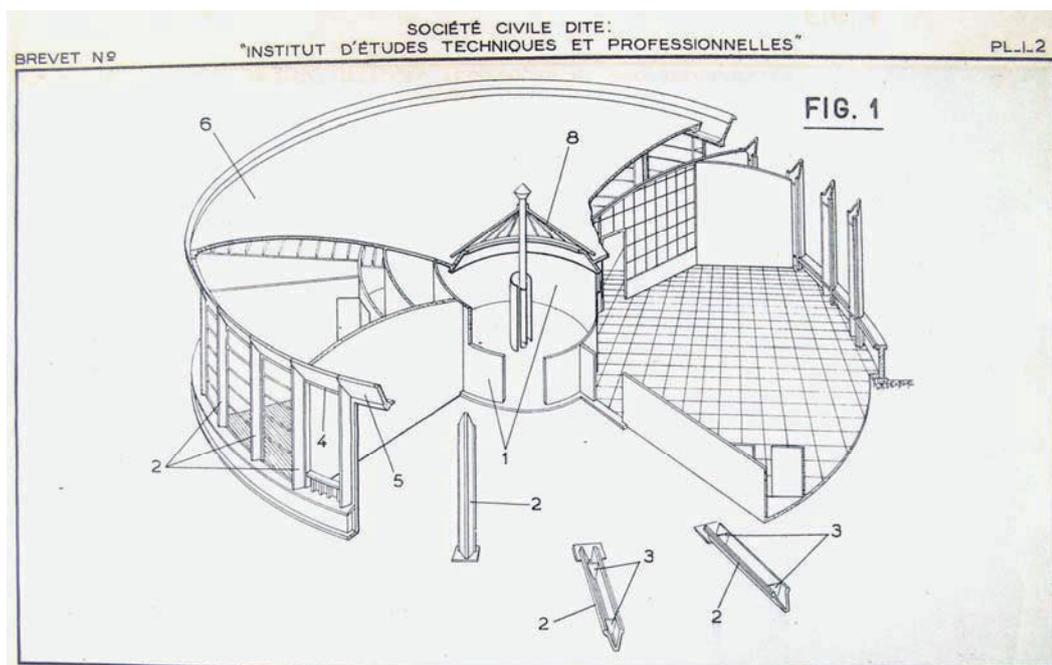


Figure 38. Prototype circulaire IETP

Source: Demande de brevet déposée en France le 12 avril 1950 sous le n° P.V. 550 pour « Nouveau procédé de construction en béton et bâtiment réalisé en utilisant ce procédé » par la Société Civile dite : Institut d'études techniques et professionnelles. IFA, LAFBE/Q/49/1-109.

Ce procédé breveté s'applique d'avantage aux écoles à une classe ; cependant le procédé de construction peut être aussi à plusieurs étages pour lequel on établit des planchers intermédiaires en utilisant un renfort horizontal. Dans le cas des bâtiments à plusieurs étages, la voûte forme le plafond et l'un ou les planchers intermédiaires prennent appui sur les piliers et sur l'ossature centrale. Les linteaux et les plaques préfabriqués en béton armé reposent sur la partie supérieure des piliers. La voûte, coulée en béton armé, repose sur les piliers par l'intermédiaire des linteaux et des plaques préfabriqués. Un plafond ou faux-plafond horizontal de construction légère est possible sous la voûte⁸³¹.

L'école prototype de Marolles-en-Brie (Seine et Oise) est le premier exemple d'une série d'écoles conçues sur plan. En 1951, le marché, exceptionnellement⁸³², est conclu entre l'IETP et la commune. L'IETP établit les dossiers d'exécution et dirige les travaux exécutés par des entreprises de

⁸³¹ *Ibid.*, p. 2-4.

⁸³² « Contrat anormal pour une sté civile mais cependant accepté par l'Educ. Nat. » Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les L. afaïlle et MM Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mention de l'exposé d'écembre 63]. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 1.

construction agréées par la commune, et en société sous-traitante⁸³³. C'est, d'ailleurs, le même cas que soutienne la société IETP pour l'école, construite dans la même année, à Varennes-Jarcy, dans le même département⁸³⁴.

A l'occasion la sortie du prototype, une grande publicité est réalisée en France et à l'étranger⁸³⁵. Les concepteurs mettent en valeur la forme circulaire du bâtiment pouvant s'implanter dans des terrains de forme quelconque et d'orientation variable. La forme circulaire, par ses caractéristiques géométriques⁸³⁶, est « un facteur d'économie »⁸³⁷.

Bien que, pour la réalisation de ce prototype, l'utilisation de matériaux traditionnels soit prépondérante (béton armé pour les éléments de façade ; briques pour les remplissages et les allèges (bois ou charpente métallique pour la couverture), le projet vise la construction industrialisée aux moyens de standards et de séries.

A ce propos, le ministère déclare: « En plus de l'étude architecturale, les auteurs de projets se sont attachés à l'étude de la technique et du processus industrielle du problème »⁸³⁸. La standardisation repose sur l'étude de la division de la base circulaire en secteurs égaux, pour ainsi obtenir des éléments standardisés et interchangeables.

⁸³³ *Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les Lafaille et MM Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mention de l'exposé décembre 63]. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 1.*

⁸³⁴ *Ibid.*

⁸³⁵ « *Un edificio escolar de planta circular* », *In formas de la construcción, Instituto técnico de la construcción y del cemento*, Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-1-101, n° n.d ; « *Constructions scolaires* », *L'architecture d'aujourd'hui*, 25^{ème} année, n° 53, mars-avril 1954, p. 44-45.

⁸³⁶ Le cercle étant la figure géométrique pour qui le rapport du périmètre à la surface est le plus petit.

⁸³⁷ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, SECRETARIAT D'ETAT AUX BEAUX-ARTS, *op.cit.*, p. 35.

⁸³⁸ *Ibid.*, p. 35.

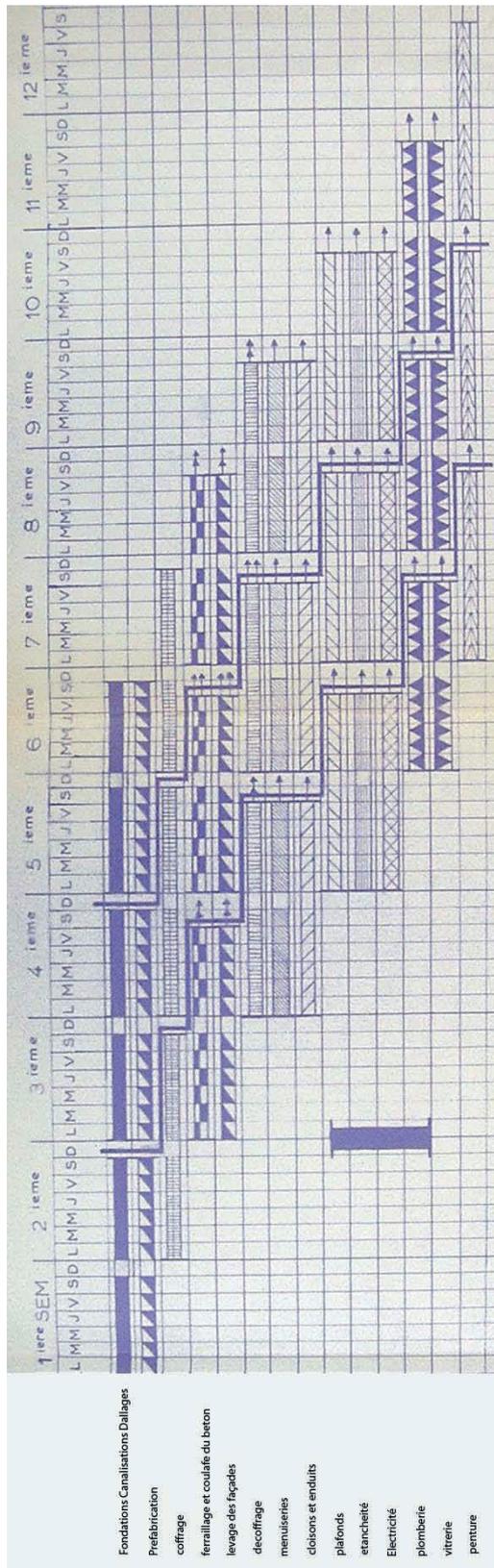


Figure 39. Décomposition par postes de travail

Source : LAFAILLE, B., CAMELOT, R., *Ecole type, décomposition des travaux, projet no. 2. n.d.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103.

Le principe de ce prototype simple (à une classe et un logement) ou double (à deux classes et deux logements), sera utilisé par d'autres communes qui passent le marché avec l'IETP par l'intermédiaire du ministère de l'Education nationale. Il s'agit d'une école de la commune de Barentin, d'un groupe de trois bâtiments à Sarcelles et de deux bâtiments à Vienne (Isère) réalisés par l'entreprise Migeon⁸³⁹.

En 1952, des écoles circulaires sont construites à Saint Hilaire du Touvet, Castel-Sarazin, Montauban, Fécamp, Saint Martin-de-Bienfaite et Sainte-Foy-de-Montgommery (ces deux dernières dans le Calvados), par la société BATEC⁸⁴⁰ sous licence du procédé IETP⁸⁴¹. Une autre école se réalise à Conches (Eure), pendant qu'un nouveau type est agréé : le rectangulaire⁸⁴².

Selon une note de l'IETP, ces premières réalisations en série mettent en évidence la relégation des architectes à l'échelon local. Pour pallier ce problème, le bureau d'études propose d'inclure ces architectes à l'exécution des travaux et de leur faire signer le projet du prototype conjointement avec les architectes auteurs⁸⁴³.

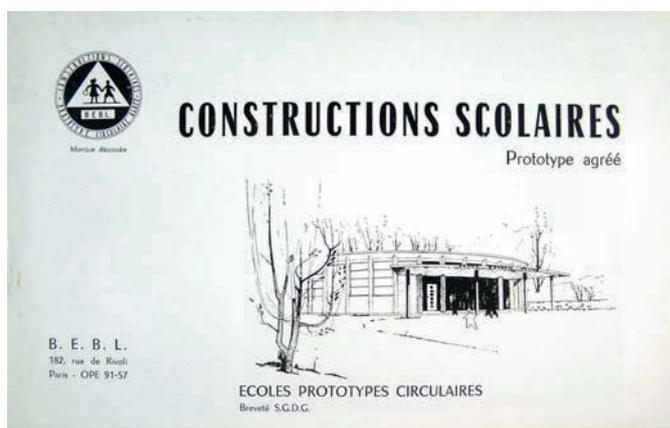


Figure 40. Brochure écoles prototypes circulaires

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109

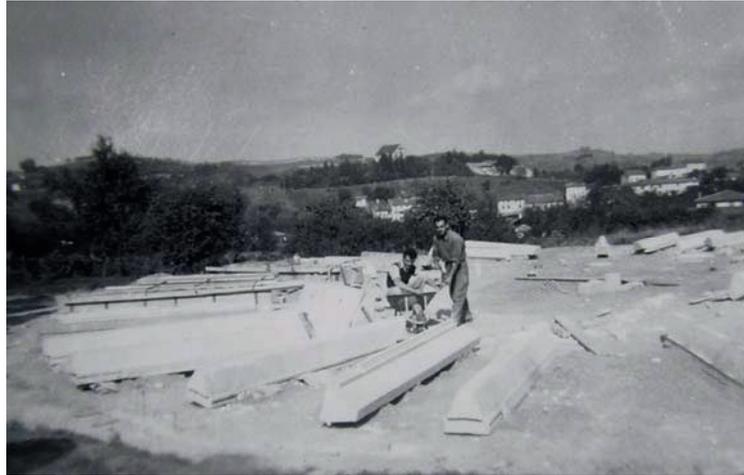
⁸³⁹ Entreprises plomberie-sanitaire.

⁸⁴⁰ Bâtiments et Techniques Nouvelles.

⁸⁴¹ Le 8 novembre 1952 un protocole d'accord est passé entre IETP et la Société d'Etudes Financières, Techniques, Agricoles et Sociales (SEFTAS) donnant licence de son brevet. Celle-ci passant sous-licence de ce brevet à BATEC. Ces droits sont annulés en 1954.

⁸⁴² *Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les Lafaille et MM. Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mention de l'exposé décembre 63].* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 4.

⁸⁴³ INSTITUT D'ETUDES TECHNIQUES ET PROFESSIONNELLES, *Note au sujet des constructions scolaires circulaires - prototype agréé IETP (Adaptations architecturales par MM. LAFAILLE et CAMELOT, 20 rue Saint Didier, Paris, décembre 1952.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109. N. p.



1



2



3

Figure 41. Procédé iETP circulaire

Source : Lafaille : 1 et 3 : Ecoles rondes de Vienne, IFA : LAFBE/Q/51/1-185/2. 2 : Ecole ronde de Sarcelles, IFA LAFBE/Q/51/2-185/3.

Prototype rectangulaire : type "Saint-Elier"

En 1954, un nouveau type de construction : rectangulaire, proposé par le bureau d'études IETP, est agréé sur le plan du département pour une école à St-Elier (Eure)⁸⁴⁴. Ce prototype est étudié par l'équipe d'architectes Robert Camelot (conseiller) et Bruno Lafaille (exécution et animation de l'exécution)⁸⁴⁵.

Dans le Cahier des prescriptions spéciales signé par Bernard Lafaille et Robert Camelot, l'équipe soutient des prix *ne varietur*, car ils affirment qu'un projet précis, précisant l'examen des lieux, des moyens d'accès au chantier et à pied d'œuvre, approvisionnement, etc., n'est pas modifiable. « En conséquence, il ne sera jamais admis de supplément de prix pour toutes erreurs, omissions ou insuffisances dans la rédaction des devis ou la confection des devis ou la confection des plans »⁸⁴⁶.

Le procédé de construction propose des fondations en maçonnerie ou en béton banché, sur lesquelles repose un chaînage armé de fers laissés en attente pour liaisonnement avec les éléments préfabriqués des façades. Les maçonneries en élévation, les murs extérieurs et certaines cloisons intérieures sont constitués d'éléments cadres en béton armé préfabriqué dits « grilles », du modèle type Lafaille. Ces éléments sont posés sur les murets de fondations et, entre chaque élément, des potelets en béton armé sont coulés en place. Les éléments cadres sont reliés entre eux à leur partie supérieure par un chaînage armé. Les remplissages de cadres sont en parpaing de béton. Les murs pignons et le reste des refends sont réalisés en systèmes traditionnels, et éventuellement, les planchers sont préfabriqués⁸⁴⁷.

⁸⁴⁴ *Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les Lafaille et MM. Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mention de l'exposé décembre 63]. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 4.*

⁸⁴⁵ *Note succincte sur le rôle de l'Institut d'Etudes Techniques et professionnelles (22, rue Mr Le Prince, Paris 6°) en ce qui concerne les constructions scolaires. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103.*

⁸⁴⁶ B. LAFAILLE, R. CAMELOT, *Les constructions scolaires, 1er degré : pièce n° 2 (Prototype i.E.T.P. - agréé, type "Saint-Elier"), descriptif général et cahier des prescriptions spéciales.* Document signé Bernard Lafaille, ingénieur ECP, Robert Camelot, architecte en chef des bâtiments civils et Palais nationaux/bureau d'études Bernard Lafaille (BEBL) à Paris. n. d. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103, p. 11.

⁸⁴⁷ *Ibid.*, p. 13-15.



6

Figure 42. Mise en œuvre du procédé Lafaille

Source : BUREAU D'ETUDES BERNARD LAFAILLE, *Description photographique du système constructif*, 182 rue de Rivoli, Paris. IFA, LAFBE/R-1-185-11.

La mise en œuvre⁸⁴⁸ de ce procédé est la suivante [Figure 42] :

- Déchargement du camion des éléments préfabriqués ;
- Transport des éléments préfabriqués sur le lieu de montage, avec « quatre hommes » (chaque élément pèse environ 180 kg) ;
- Présentation des éléments devant le soubassement avant le levage ;
- Levage des préfabriqués à la main, sans aucun appareil mécanique ;
- Calage simple, par planches.

Le 2 août 1954, le ministre de l'Education nationale annonce au bureau d'études IETP la réalisation de groupes scolaires à partir du prototype rectangulaire à : *Marolles, Hermival les Vaux, Mesnil sur Blancy, Mesnil-Germain, Saint Cyr du Ronceray, Mesnil-Durand et Mesnil-Guillaume*⁸⁴⁹ .

En 1955, le procédé de construction du type rectangulaire de l'IETP obtient la première des « commandes groupées », dans le département des Deux-Sèvres, pour seize communes. En 1956, des écoles sont construites dans sept communes du département du Calvados en Basse-Normandie⁸⁵⁰. C'est la fin des prototypes donnant lieu à des séries de bâtiments, par le groupement de commandes.

⁸⁴⁸ BUREAU D'ETUDES BERNARD LAFAILLE, *Description photographique du système constructif*, 182 rue de Rivoli, Paris. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/R-1-185-11. p. N.

⁸⁴⁹ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (Administration générale de la Direction des constructions scolaires et universitaires), *Lettre du Ministre de l'Education nationale à messieurs Lafaille et Camelot, Institut d'Etudes techniques et professionnelles. Objet: Ecoles prototypes IETP à Marolles, Hermival les Vaux, Mesnil sur Blancy, Mesnil-Germain, Saint Cyr du Ronceray, Mesnil-Durand et Mesnil-Guillaume, Paris le 2 août 1954*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103. p.

⁸⁵⁰ *Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les Lafaille et MM.Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mention de l'exposé décembre 63]*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, p. 4-5.

B. Commandes groupées

René Blanchot

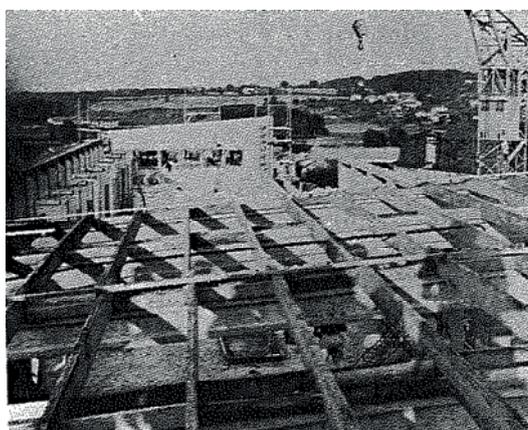
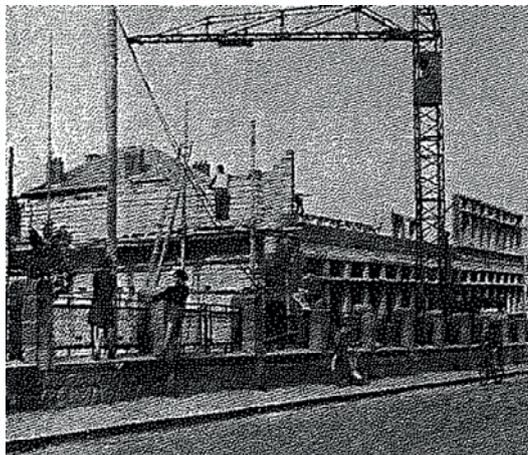


Figure 43. *Eléments préfabriqués utilisés à Limoges*

Source : Commandes groupées, groupes scolaires à Limoges, René Blanchot, architecte. « Constructions scolaires 1 », *T&A*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 57.

A Limoges, l'architecte René Blanchot prend en charge un ensemble de constructions (Bénédictins, Mas Neuf, Vigenal et l'école maternelle Jules-Ferry) à base des plans-types.

Dans ces établissements scolaires, « (...) 80% d'éléments sont préfabriqués et normalisés à 1,75 m »⁸⁵¹; les photos, exposées par cette revue, montrent les façades cadres préfabriquées ainsi que les éléments préfabriqués du plancher. Les liaisons sont assurées par des chaînages en béton armé, coulés sur place.

Les travaux commencent en juin et finissent en septembre 1954. « Durant l'hiver furent exécutés les travaux d'appropriation au terrain et moulés en deux mois et demi tous les éléments d'ossature pour les quatre groupes scolaires »⁸⁵².

La prouesse est réalisé par la SAEETP, pour qui « [c'est le] début d'une longue série, grâce à un procédé technique performant et économique »⁸⁵³.

⁸⁵¹ « Commandes groupées, groupes scolaires à Limoges, René Blanchot, architecte » in « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 55.

⁸⁵² Ibid.

⁸⁵³ BEZANÇON, X., DEVILLEBICHOT, D., NAGY, G., *2 siècles d'entreprise générale et de progrès dans la construction*. Italy: Timée-Editions, 2006, p. 190.

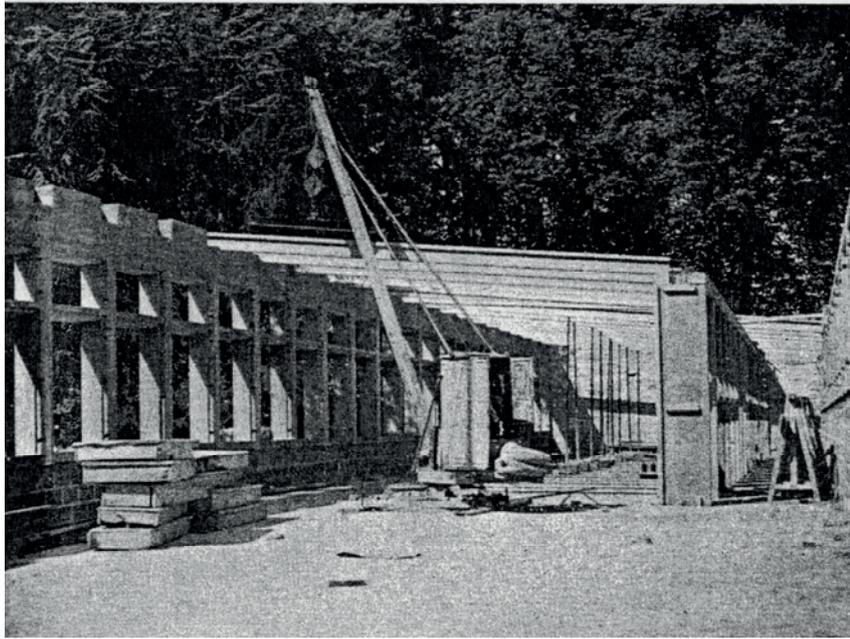


Figure 44. Bloc-fenêtre porteur préfabriqué

Source : Commandes groupées, groupes scolaires à Limoges, René Blanchot, architecte. « Constructions scolaires 1 », T&A, 15ème série, n° 3, nov. 1955, p. 57.

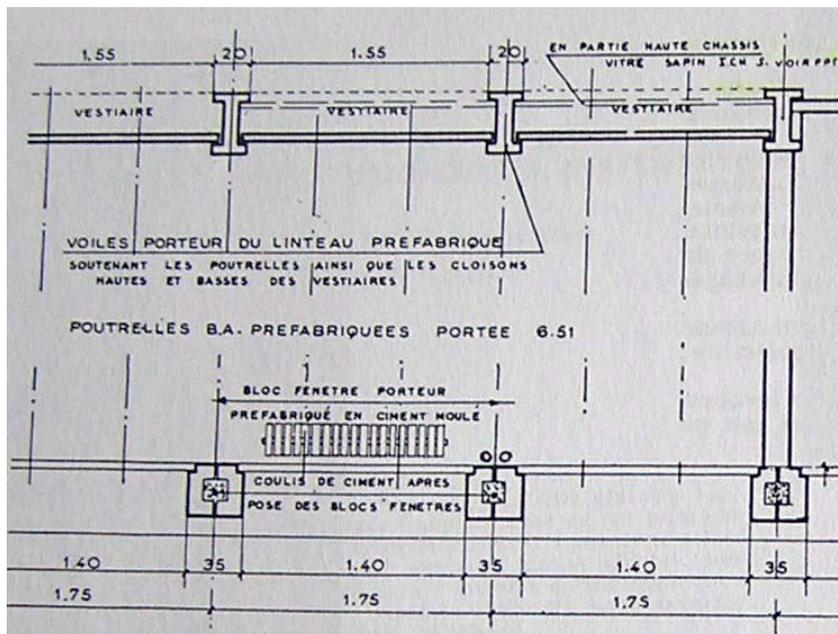


Figure 45. Commandes groupées en préfabrication semi-lourde

Source : Seine-et-Oise – commandes groupées, « Constructions scolaires 4 », T&A, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 144.

En 1960, *Techniques & architecture* présente l'équipe Blanchot-SAEETP⁸⁵⁴. A cette occasion, c'est dans l'ancien département de la Seine-et-Oise, que l'architecte amène une commande groupée en « préfabrication semi-lourde »⁸⁵⁵, sur la trame de 1,75 m. Dans ce projet où « (...) la recherche est portée plus dans le sens de *l'évolution que dans celui de la révolution* », signale la revue, le rez-de-chaussée est construit sur place, puis les deux ou trois étages postérieurs sont en éléments préfabriqués légers, dont le poids ne dépasse jamais une tonne : poteaux, panneaux de façade (bloc fenêtre porteur en ciment moulé) et planchers (poutrelles préfabriqués de portée 6,51m); et, pour la toiture, tous les types étant admissibles⁸⁵⁶.

René Egger

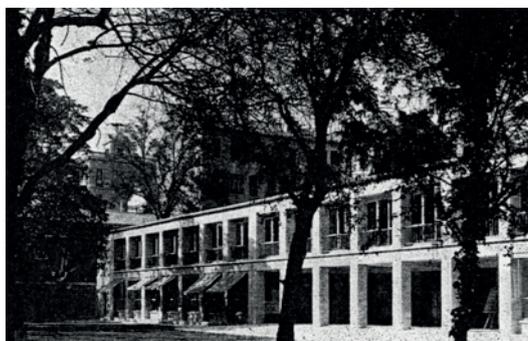


Figure 46. Commandes groupées à Marseille

Source : « Constructions scolaires 1 », *TetA*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 57.

A Marseille, l'architecte René Egger, prend en charge le programme pour vingt-et-un groupes scolaires. Les projets, respectant les types ministériels, proposent une construction à partir des structures traditionnelles et des planchers en béton-céramique, « préfabriqués en usine à une dimension 'unique' pour l'ensemble des chantiers »⁸⁵⁷.

Ce projet réaffirme, d'une part, les moyens de standardisation et de groupement et d'autre part, refuse l'apparence et les principes de l'architecture industrialisée : « Le prototype devait donc correspondre à un type de bâtiment traditionnel mais conçu de telle manière que les effets de la standardisation

⁸⁵⁴ Société Auxiliaire d'Entreprise Electrique et de Travaux Publics.

⁸⁵⁵ Cette revue présente un titré sur « industrialisation et préfabrication » avec des sous titres suivants : « préfabrication légère », « préfabrication semi-lourde », « préfabrication lourde » et « industrialisation ».

⁸⁵⁶ « Seine-et-Oise – commandes groupées » in « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 144.

⁸⁵⁷ « Commandes groupées, groupes scolaires à Marseille, René Egger, architecte » in « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 59.

général, puissent aisément et rapidement se faire sentir »⁸⁵⁸. Ces écoles standardisées sont conçues sur les plans types ministériels : le plan, la façade et la coupe étant valables pour tous les cas. D'ailleurs, l'architecte ne fait pas appel aux grandes entreprises spécialisées et il emploie une main-d'œuvre locale disponible. La construction est à charge du contrôle technique des services constructeurs de la ville⁸⁵⁹.

Rambert, dans son livre *Constructions scolaires et universitaires* (1954), présente ce groupement avec l'exemple de l'école Saint-Henry, à quatre classes, pour cent soixante élèves, conçue par les architectes Boyer, Arati, et Egger. Sur une trame de 239 cm entre axes, les éléments constructifs sont distribués, parmi lesquels quelques éléments préfabriqués de façades (en maçonnerie), d'allèges (en verre sécurit, d'appuis et de plafond (en béton vibré)⁸⁶⁰.

Ecole industrialisée à étages

En 1960, *Techniques & architecture*, expose parmi les exemples de procédés de préfabrication « semi-lourde » : l'école primaire de Chaville et de Chambourcy (Hauts-de-Seine et Yvelines) des architectes Egger, Belmont⁸⁶¹ et Silvy⁸⁶². Ce prototype d'« école industrialisée à étages » est mis au point par des architectes en collaboration avec les sociétés l'Aluminium Français et Saint-Gobain et du bureau d'études et de coordination GEEP. Une année plus tard *L'Architecture française* expose le prototype de Chaville^{863/864}.

La Compagnie de Saint-Gobain et l'Aluminium Français étudient et mettent au point un procédé à la base de verre, acier et aluminium. Puis le bureau d'études du Groupe d'Etudes et d'Entreprises (GEEP) se charge de

⁸⁵⁸ « Commandes groupées, groupes scolaires à Marseille, René Egger, architecte » in « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 57

⁸⁵⁹ RAMBERT, *op.cit.*, p. 30-34.

⁸⁶⁰ *Ibid.*, p. 30-34.

⁸⁶¹ C. DESMOULINS, *Joseph Belmont (Parc ours atyp ique d'un arc hitecte)*. Paris: Editions PC, 2006.

⁸⁶² « Préfabrication semi-lourde, Chaville et Chambourcy » in « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 142.

⁸⁶³ « Ecoles industrialisées à étages, prototype de Chaville (S.et O.) » in « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 97-99.

⁸⁶⁴ CHATELET, A.-M. BENSALAH, K., *L'architecture scolaire en région Ile-de-France (1. La petite couronne)*. Rapport du Laboratoire de recherche histoire architecturale et urbaine, sociétés, Ecole de Versailles. Ministère de la Culture, Direction des affaires culturelles d'Île-de-France, fiche n° 10.1.

promouvoir, développer et l'exploiter le procédé au nom du GEEP. En 1957, la compagnie de Saint-Gobain prend contact avec le ministère de l'Education nationale pour la réalisation d'un projet-type ; plus tard, c'est l'Aluminium-Français, déjà familiarisé avec la préfabrication légère par sa collaboration avec Jean Prouvé, qui prend le relais pour l'affaire scolaire. En 1958, les architectes Joseph Belmont et Maurice Silvy, conseillés par René Egger⁸⁶⁵ mettent au point le procédé de construction. En 1959, le procédé est agréé par le ministère de l'Education nationale et un prototype est réalisé, dans une localité proche de Paris, à Chaville : « l'école industrialisée à étages », dont le chantier dure environ six mois, pour dix-huit classes. A partir cette année, Paul Chaslin, président de GEEP-SARL, fait exploiter le brevet aux nommes de Saint-Gobain-Aluminium-France ; ensuite, c'est cette société qui coordonne l'action des entreprises pour mettre en œuvre le procédé ; mais, ce sont les entreprises qui sont titulaires des marchés et ce sont donc elles qui s'engagent auprès du ministère de l'Education nationale. Quatre sociétés et quatre bureaux d'études exploitent ce procédé, dans les principales régions de France⁸⁶⁶ ; le GEEP se charge des réalisations de la région parisienne⁸⁶⁷.

L'école de Chaville, se compose de trois étages [Figure 47]. La composition de chaque niveau correspond à la répartition de six classes (de 5 x 4 modules) sur une trame de 1,75 m. Les classes sont réparties en deux allées séparées par un couloir (2 modules), plus les baies des escaliers, chacun situé dans chaque allée, ce qui fait un rectangle de 17 x 10 modules.

⁸⁶⁵ P.-L. DEBOMY, « Les écoles et lycées industrialisés (Aluminium Français-Saint-Gobain) », *Construction (Numéro spécial: Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles, tome II)*, 23^{ème} année, n° 4A, mars 1968, p. 208-15.

⁸⁶⁶ Les trois autres sont : la société d'Etudes et Entreprises (EEE) pour le sud-ouest, le groupement d'entreprises Rhône-Alpes Méditerranée (GEERAM) pour le sud-est et le midi, et le groupement d'entreprises Rhin-Moselle (GERM) pour l'Est de la France.

⁸⁶⁷ G. POUVOURVILLE, *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*. Paris : Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, Janv. 1979, p. 18-19.

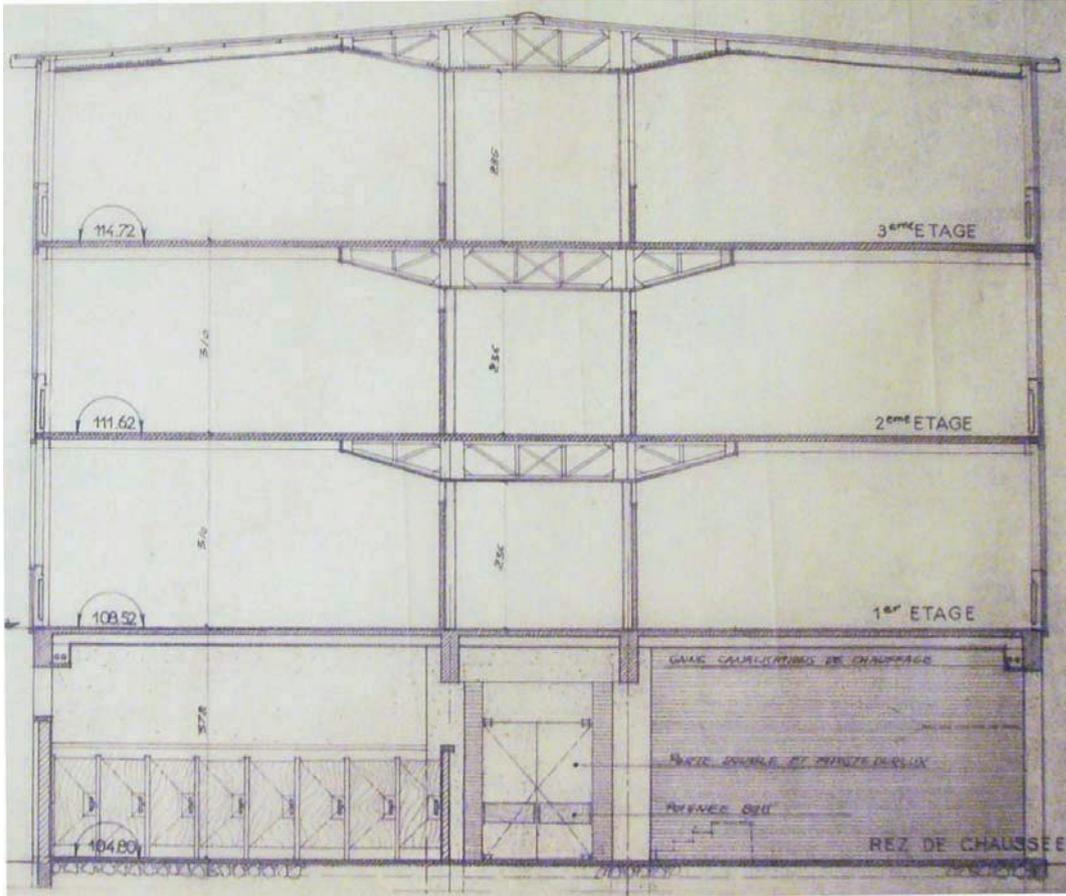


Figure 47. Ecoles industrialisés à étages
 Source : Fonds Joseph Belmont, IFA, BELJO-B-59-1

...

Dans le système de construction utilisé pour ces écoles, seules les fondations sont en maçonnerie et tout le reste du bâtiment (les étages) est standardisé et préfabriqué en usine. Les caractéristiques des fondations réalisées dans le site, de façon traditionnelle, permettent en effet d'adapter une structure préfabriquée à toute sorte de terrains.



Figure 48. Murs rideaux

Source : AF, 1961, p. 99

Les étages se composent d'une ossature métallique préfabriquée à portiques de poteaux-poutres en treillis. Sur cette structure est fixée une ossature légère, composée elle-même de solives et de poteaux de façade. Les planchers, posés sur l'ossature principale, sont des dalles préfabriquées en béton armé ; la couverture est réalisée en bacs d'aluminium ; les partitions intérieures sont en panneaux préfabriqués de plâtre ; les escaliers préfabriqués comportent une ossature en acier, des marches et des paliers en béton ; la façade est composée des façades vitrées et pour les pignons de façades-rideaux⁸⁶⁸ en profilé aluminium de l'entreprise CIMT^{869/870/871}

⁸⁶⁸ Voir 3.3.

⁸⁶⁹ « Ecoles industrialisées à étages, prototype de Chaville (S.et O.) » in « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 97-99.

⁸⁷⁰ « Préfabrication semi-lourde, Chaville et Chambourcy », in « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 142.

⁸⁷¹ P.-L. DEBOMY, « Les écoles et lycées industrialisés (Aluminium français-Saint-Gobain) », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome 2)*, Tome XX, n° 5, mai 1965, p. 209-11.

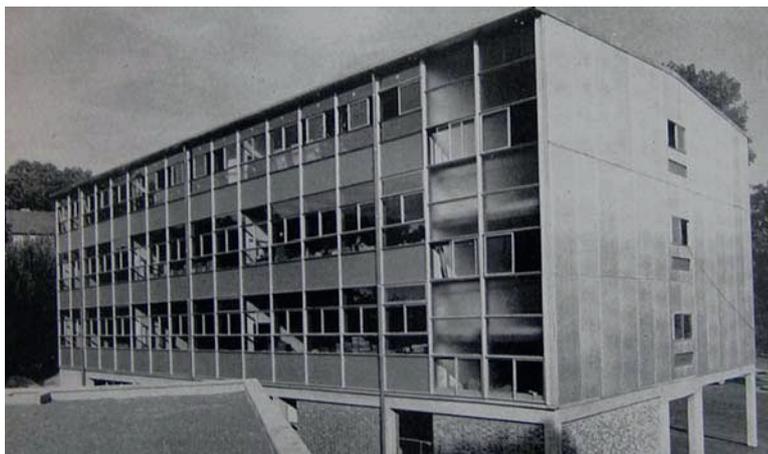
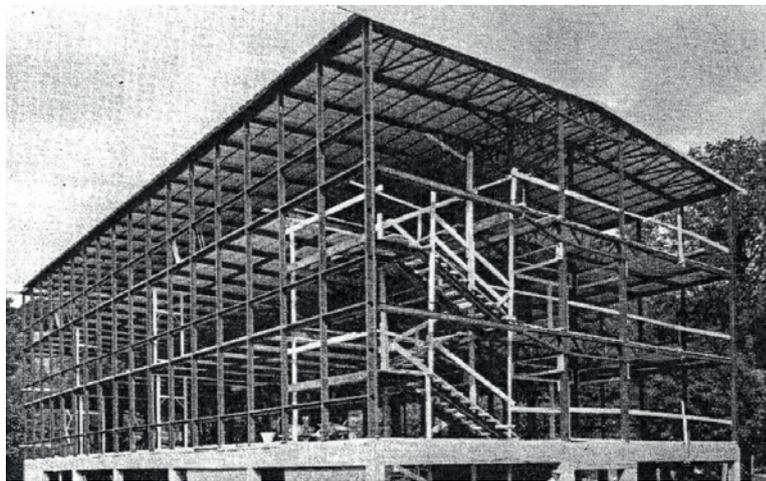
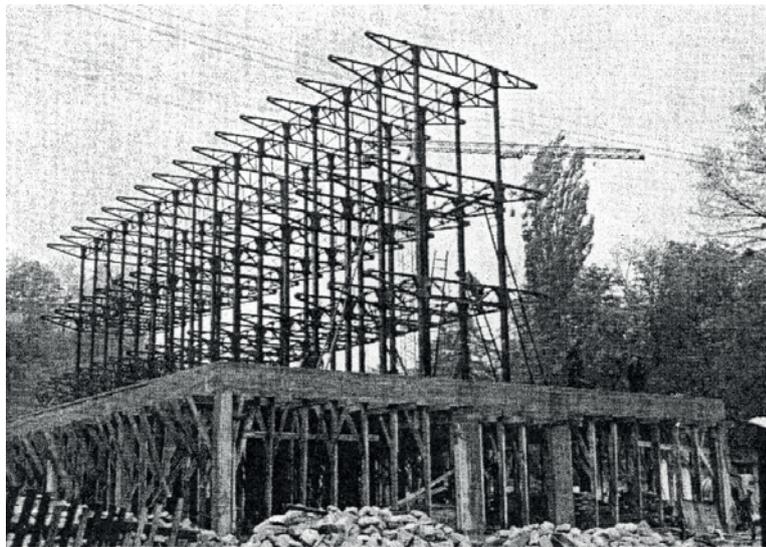


Figure 49. Ecole industrialisée à étages

Sources : 1 et 2) TetA, 1960, p. 141. 3) AF, 1961, p. 99

En dehors du cadre des commandes groupées, l'architecte Egger réalise aussi dans cette sous-période :

- Le lycée oriental de Marseille où il utilise uniquement comme éléments préfabriqués, les cloisons intérieures à ossature de bois, pour les séparations entre classes et couloirs⁸⁷² ;
- Le lycée Frédéric Mistral à Avignon. C'est l'un des tout premiers exemples de préfabrication d'éléments de façades sur ce module. Les façades sont préfabriquées au sol. Les planchers, plafonds et cloisons sont également préfabriqués⁸⁷³.
- La faculté de médecine et de pharmacie de Marseille. Les façades sont préfabriquées comme l'ensemble de l'équipement intérieur qui est entièrement démontable⁸⁷⁴.

Bertrand Monnet

Les commandes groupées, gérées par l'architecte Monnet en Alsace et Moselle^{875/876}, sont réalisées en deux tranches, construites chacune par différentes techniques. Pour la première tranche, en 1955, quatre-vingt quatre écoles sont normalisées, respectant la trame de 1,75 m. Ce sont les entreprises Billard, Cora et Macorin, *selon Techniques et architecture*, qui prennent en charge la réalisation des éléments préfabriqués, en béton armé⁸⁷⁷. La durée de la construction, toujours remarquable, est de « trois à six mois ».

Pour la deuxième partie du programme, les commandes sont réparties en trois entreprises pilotes. Seule, l'« Expansion Urbaine Rurale », chargée du

⁸⁷² « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 62-63

⁸⁷³ « Constructions scolaires 2 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 6, avril 1956, p. 121 ; « Constructions scolaires 3 », *Techniques et architecture*, 16^{ème} série, n° 5, Janv. 1957, p. 101.

⁸⁷⁴ « Constructions scolaires 2 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 6, avril 1956, p. 61 ; « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 64-67

⁸⁷⁵ Voir 2.2.

⁸⁷⁶ « Commandes groupées – groupes scolaires, écoles maternelles ; Bertrand Monnet, architecte en chef coordonnateur » in « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 60-63.

⁸⁷⁷ Cependant, la revue ne spécifie pas de quels éléments il s'agit. Commandes groupées – groupes scolaires, écoles maternelles ; Bertrand Monnet, architecte en chef coordonnateur. « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 60-63.

département de la Moselle⁸⁷⁸, n'est plus traditionnelle et utilise le procédé « EUR ». Sur un module de 1,08 m reposent une ossature en tôle d'acier pliée, des parois extérieures *Euretal* (revêtement extérieur en tôle d'aluminium strié) et une charpente métallique couverte en bacs d'aluminium⁸⁷⁹.

Le même numéro de *Techniques et architecture*, qui publie les procédés de l'école usinée de Lods, les classes préfabriquées « Unipan », les écoles préfabriquées à deux classes « Fillod », les écoles de Prouvé « Studal » et les écoles démontables « Scnas » (procédés métalliques), présente aussi le procédé « EUR ». En 1954, les services d'architecture de la ville de Paris avec l'architecte Monnet et la Société des Wagons de Brignoud réalisent, par ce procédé, l'école maternelle rue Brisemiche, à Paris, avec un autre but que celui des commandes groupées : tester les revêtements muraux en matière plastique⁸⁸⁰.

En plus de commandes groupées dans cette sous-période, l'architecte Monnet réalise l'extension de l'Institut de physique à Strasbourg où il emploie des murs-rideaux à revêtement extérieur en acier inoxydable et en glace émaillée noire⁸⁸¹.

R. de Cidrac

Dans la Seine-et-Oise, les groupes scolaires en commandes groupées de l'architecte Cidrac proposent une organisation spatiale basée « [...] sur une modulation en façade qui, pour une classe n'est plus de 1m.75 x 5 mètres, mais de 4m. 375 x 2 mètres »⁸⁸² ; ce qui donne des baies plus amples.

⁸⁷⁸ Les groupes scolaires du Haut-Rhin et du Bas-Rhin sont réalisés en construction traditionnelle, tout en conservant la trame de 1,75 m.

⁸⁷⁹ Commandes groupées – groupes scolaires, écoles maternelles ; Bertrand Monnet, architecte en chef coordonnateur », « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 61.

⁸⁸⁰ « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 89.

⁸⁸¹ « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, no 249-250, mai-juin 1963, p. 22 ; « Constructions scolaires VIII (enseignement supérieur) », *L'Architecture française*, 26^{ème} année, no 275-276, juill.-août 1965, p. 107.

⁸⁸² « Ecoles en commandes groupées en Seine-et-Oise ; R. De Chirac, architecte coordonnateur », « Constructions scolaires III », *L'Architecture française*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 72.

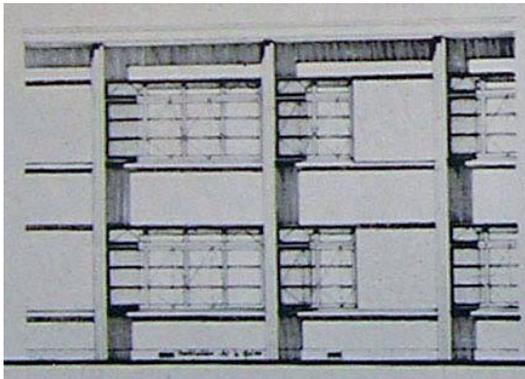


Figure 50. Façades des planches d'éléments types

Source : « Constructions scolaires III », *AF*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 72-75.

Le procédé utilisé par diverses entreprises (Damiani, Nord-France, Crinquette, Coutant, Tracibat) est dénommé « Mécano ». Il s'agit d'un « système d'éléments types, combinables et juxtaposables », où les murs de refend sont à portique, ainsi que les planchers préfabriqués. Le reste de la construction demeure traditionnel : murs en parpaings et couverture en d'aluminium sur charpente en bois⁸⁸³.

Albert Ferraz et Lucien Seignol

Les architectes Albert Ferraz et Lucien Seignol à Saint-Etienne, utilisent un système de construction doublement mixte : béton-acier et préfabriqué-traditionnel. Il s'agit d'une structure métallique en poteaux, profilés du commerce, de murs pignons et de remplissages de façade dallées en béton. Les planchers,



Figure 51. Procédé doublement mixte

Source : « Constructions scolaires III », *AF*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 63

⁸⁸³ « Ecoles en commandes groupées en Seine-et-Oise ; R. De Chirac, architecte coordonnateur », « Constructions scolaires III », *L'Architecture française*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 72.

en béton armé, reposent sur une charpente métallique. Le système est possible pour un, deux ou trois niveaux⁸⁸⁴.

Battut et Warnesson

Pour les commandes groupées dans le département du Pas-de-Calais, les seuls éléments préfabriqués de ce programme sont les façades qui, incluant dès la fabrique, la menuiserie et les enduits intérieurs et extérieurs, respectent la trame du ministère⁸⁸⁵.

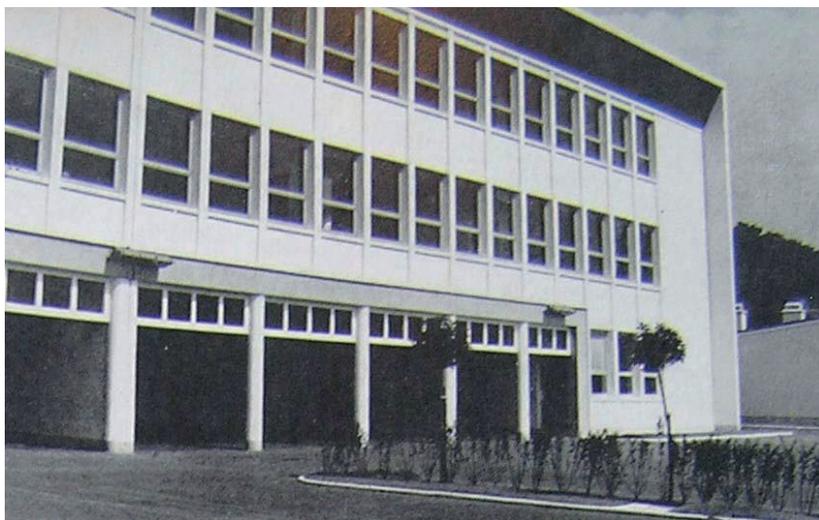


Figure 52. Façade préfabriquée, Battut et Warnesson

Source : « Constructions scolaires IV », *AF*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 75

⁸⁸⁴ « Ecoles en commandes groupées à Saint-Etienne, Albert Ferraz et Lucien Seignol, architectes », in « Constructions scolaires III », *L'Architecture française*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 63-65.

⁸⁸⁵ « Ecoles en commandes groupées, Pas-de-Calais », in « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 73-75.

3.3. Procédés de préfabrication dans la construction scolaire (1964-1973)

« [...] il y a une quinzaine d'années, on devait démarrer mille logements du jour au lendemain, et la conception n'était pas encore terminée alors que les cent premiers logements étaient en construction. Tout le monde s'en accommodait : les cent premiers logements étaient réalisés dans des conditions catastrophiques ; les deux cents suivants, malgré les pertes qu'ils engendrent, se déroulaient dans un certain compromis entre l'architecte et les différentes entreprises et les huit cent autres logements pouvaient être exécutés 'à l'identique' sans efforts de réflexions supplémentaires »⁸⁸⁶.

Dans la sous-période, de 1951-1962, les architectes sont les auteurs des projets et les responsables de la construction scolaire. Dans cette deuxième sous période, chaque ensemble architecte-bureau d'étude-entreprise est représenté par un « procédé ».

La notion de « procédé » ne caractérise pas seulement les techniques et matériaux ; elle synthétise également la politique étatique de l'industrialisation du bâtiment. Les « procédés » associent les différents acteurs du processus de construction : architectes, ingénieurs, industriels, entreprises et bureaux d'études, de par leur conception architectonique et leurs moyens de réalisation.

Un « procédé » est donc un « système » défini par l'ensemble des éléments matériels (les composants préfabriqués), les techniques de construction, les méthodes de conception et de réalisation aussi bien que ses moyens. Quels sont les « procédés », préfabriqués, qui gagnent le marché scolaire entre 1964 et 1973 ?

⁸⁸⁶ C.-A. ROCH, R. COLAS, « Remontée amont et nouvelles formes de coopération : le process CBC », p. 49-50. in J. BOBROFF, (Sous la direction de). *La gestion de projet dans la construction (Enjeux, organisation, méthodes et métiers)*. Actes des journées d'études organisées par l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées les 12 et 13 octobre 1993. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1993.

A. Procédures

Entre 1964 et 1973, la principale procédure donnant lieu à la construction industrialisée et préfabriquée du secteur scolaire est le « secteur industrialisé », qui dérive du concours conception-construction de 1962 et propose la création de modèles⁸⁸⁷.

Equipes issus du concours conception-construction

Tableau 18. Procédés issus du concours de 1962⁸⁸⁸

No.	Equipe	Procédé	Procédé préfabriqué	Matériau Béton (B) ou Acier (A)
1	23	BARETS	Oui	B
2	343	[FOUGUEROLL E]	Non spécifié	B
3	67	CAMUS-Serpec	Oui	B
4	20	CAMUS-Serpec	Oui	B
5	80	BACCI	Non	B
6	75	Non signalé	Oui	B
7	17	TRACOPA	Oui	B et A
8	261	COIGNET	Oui	B
9	122	[SNCT]	Oui	B
10	32	[COUTANT]	Oui	B
11	345	[SGCI]	Oui	Non spécifié
12	120	[Prouvé-CIMT]	Oui	Non spécifié
13	86	Non signalé	Non spécifié	Non spécifié
14	10	Non signalé	Oui	B
15	33	Non signalé	Non spécifié	Non spécifié
16	204	[SFP]	Oui	A ou ? (métallique)
17	157	[GEEP]	Oui	A et B
18	28	[Duc et Méric]	Oui	?
19	483	Non signalé	Oui	A ?

Source : MASSE G. (dir.). « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° no. spécial, Janv. 1964, p. 141. Et (*) *Revue Bâtiment* 1957.

Des trois centaines d'équipes d'entreprises-architectes-bureaux d'études, ayant participé au concours conception-construction de 1962, la revue *Techniques et architecture*, publiée en 1964, les dix-neuf équipes lauréates. Les gagnants du concours proposent, pour la plupart, des procédés préfabriqués de

⁸⁸⁷ Voir 2.3.

⁸⁸⁸ Les équipes qui conforment les procédés sont présentes en 2.3.

construction, ils sont représentatifs des types de préfabrication industrielle dans la construction scolaire :

- totale lourde et fermée ;
- partielle avec des éléments préfabriqués légers ;
- totale, légère et fermée ;
- mixte : béton – acier.

Cinq autres équipes lauréates proposent des procédés de préfabrication totale, lourde et fermée, en béton armé principalement, avec des éléments réalisés presque totalement en l'usine. Elles sont aussi les plus anciennes : Camus (n° 3 et 4), Tracoba (n° 7), Coignet (no. 8), Coutant (n° 10).

Une variante de ce type de préfabrication réalisée à pied d'œuvre est proposée par trois autres équipes dont les procédés sont : Barets (n° 1), COGETRAVOC (n° 14), et SIMA (n° 18).

Quatre équipes utilisent la préfabrication partielle avec des éléments de dimensions moins importantes que celle de la préfabrication lourde : des poteaux de façade et de refend, des poutrelles de plancher, des éléments de cloisons, des allèges et éléments d'escaliers. Ce sont les procédés utilisés par l'entreprise Fouguerolle (n° 2), la Société Générale de Constructions Industrielles (n° 11), le groupement Sartore et Cie/Union des Travaux et d'Entreprises (n° 6) et le groupement Burnouf et Cie/Tible et Cie/CNCT (n° 9).

Deux équipes font appel à la préfabrication légère, avec des éléments totalement usinés : la Société française de préfabrication (n° 16) et la Société d'Exploitation Aluminiums Légers (n° 19).

Deux équipes proposent des solutions mixtes : béton – acier. La Compagnie Industrielle de Matériel de Transport, Quillery (no. 12) et le GEEP/CIC (n° 17) composent une ossature en béton armé coulé sur place, combinée avec des murs-rideaux en matériaux métalliques.

Les équipes restantes proposent des solutions traditionnelles : les entreprises BACCI (n° 5) et Renaudat et Grand Travaux de l'Est (n° 15).

Secteur industrialisé

Pour connaître la réalité constructive du secteur scolaire dans la période de productivité maxima (« un collège par jour »), sur la procédure dite du « secteur industrialisé », nous avons croisé plusieurs sources pour apprendre d'une part, les procédés de construction, et d'autre part leur nature. Ces procédés sont présentés dans les sources suivantes :

- 1) L'article intitulé : « Test fondamental : l'industrialisation de la construction scolaire » du *Cahier spécial du quotidien « Les Echos »* (1968)⁸⁸⁹,
- 2) Le numéro spécial sur les « *Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles* » de la revue *Construction* (1969)⁸⁹⁰, présente des procédés agréés par le ministère de l'Education nationale;
- 3) La synthèse des procédés présentée par Philippe Madelin à partir d'une enquête réalisée en décembre de 1968⁸⁹¹;
- 4) L'analyse de Gérard de Pourvoirville sur les entreprises de construction et leurs procédés de construction⁸⁹² ;
- 5) Les brochures : « 35 modèles de CES industrialisés »⁸⁹³, et « Les constructions scolaires en France (1965-1975, 10 ans de progrès) »⁸⁹⁴, publiés par le ministère de l'Education nationale.

Pourvoirville (1979) cite une vingtaine d'entreprises parmi celles qui ont le plus construit d'établissements scolaires dans « la campagne d'Etat » dont il distingue trois sous-groupes :

⁸⁸⁹ P. SASSIER, M. GALLONO (collaborateur), «Test fondamental: l'industrialisation de la construction scolaire », *Cahier spécial du quotidien « Les Echos »*, n° supplément au numéro 10168, 1968, p. 97-105.

⁸⁹⁰ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968 ; « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome II) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 4A, mars 1968.

⁸⁹¹ P. MADELIN, *Industrialisation dans le bâtiment*. Paris: Editions G.M. Perrin, 1969, p. 113-120.

⁸⁹² G. POUVOURVILLE, *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*. Paris: Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, Janv. 1979.

⁸⁹³ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), CONCOURS DU SYNDICAT NATIONAL DU BETON ARME ET DES TECHNIQUES INDUSTRIALISEES, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. p. N.

⁸⁹⁴ MINISTERE DE L'EDUCATION, *Les constructions scolaires en France. (1965-1975, 10 ans de progrès)*. Editions Conseils, s.d. 78 p.

- SAE et Coignet, pour qui le marché scolaire représentait moins de 10 % de leurs activités ;
- Les groupements BHET, COFEBA, Costamagna, Constructions modulaires, Fiorio, Foulquier, Tracoba ; qui travaillent sous licence et n'investissent pas vraiment dans le marché ;
- Pour les entreprises générales : Coutant, Duc-et-Méric, Dumez, Fillod, Fouguerolle, GEEP⁸⁹⁵, Stribick, SMBI, SNC, SICRA, le marché scolaire représente plus du 25 % de leurs activités. « C'est essentiellement les entreprises de ce dernier groupe qui ont joué le jeu de l'industrialisation »⁸⁹⁶. Ce sont, selon Pourvoirville, les seules entreprises ayant bénéficié de conditions de continuité et de volume annuel des commandes, ayant ainsi transformé leur mode de production vers l'industrialisation du bâtiment.

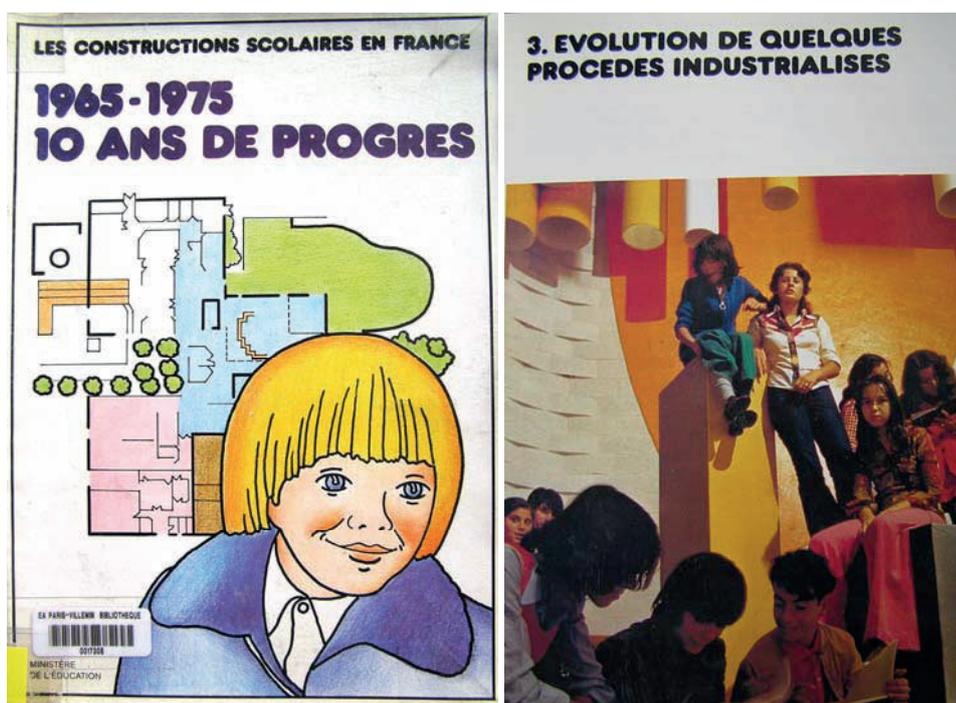


Figure 53. Brochure de procédés 1965-1975

Source: MINISTERE DE L'EDUCATION, *Les constructions scolaires en France (1965-1975, 10 ans de progrès)*. Paris : Editions Conseils, s.d. p. principale et 9.

⁸⁹⁵ GEEP, en 1968, alors qu'il cherchait à sortir de son unique spécialité qu'étaient les constructions scolaires, consacre la plus importante part de son activité à ce type de constructions qui représentent environ le 70 % de son activité, dont la moitié concerne les établissements du secondaire et l'autre moitié concerne les écoles primaires et maternelles. SASSIER, GALLONO *op.cit.*, p. 101.

⁸⁹⁶ POUVOURVILLE, *op.cit.*, p. 37.

Tableau 19. Procédés utilisés dans le « secteur industrialisé » du secteur scolaire

		Concours	Les échos	Construction	Madelin	Pourvoirville	35 modèles
PROCEDES ACIER							
1	Ateliers des Wagons de Brignoud (filiale de Campeon-Bernard)		X	X			
2	Dumez		X	X		X	X
3	Feal-Var-M3 [effacer pas de fiche accès]				X		
4	Fillod		X	X	X	X	X
5	France-Gironde		X	X	X		
6	GEAI		X		X		
7	GEEP		X	X	X	X	
8	IDB (Groupement)		X				X
9	LRC [effacer pas de fiche accès]				X		
10	SMBI (Société méditerranéenne de bâtiment)		X	X		X	X
11	Vissol		X	X	X		
12	Voyer		X				
PROCEDES BETON							
1	Barets-[COFEBA ⁸⁹⁷]	X	X	X		X	X
2	[BHET] (Bureau d'Habitat et d'Etudes Techniques)					X	X
3	Balency et Schul				X		
4	Camus				X		
5	Coignet	X			X	X	X
6	Costamagna			X	X	X	X
7	Coutant G.			X		X	X
8	[Duc et Méric]	X				X	
9	Fiorio			X	X	X	X
10	[Fougerolle]					X	X
11	Foulquier				X	X	X
12	SAE			X	X	X	X
13	[SNC] (Société National de Construction)					X	X
14	[Sicra]					X	X
15	Stribick				X	X	X
16	Tracoba			X	X	X	X
MIXTES							
1	CIMT		X	X	X		
2	Constructions modulaires		X	X	X	X	
3	Devillette-Chissodon			X			

Source : Sassier (1969)⁸⁹⁸, Revue Construction de 1969⁸⁹⁹; Madelin (1969)⁹⁰⁰; Pourvoirville (1979)⁹⁰¹; 35 modèles de CES et Concours-conception construction.

⁸⁹⁷ Lors du concours conception-construction de 1963, le bureau d'études COFEBA a collaboré avec l'entreprise Gri et Fils en exploitant le procédé Barets. « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁸⁹⁸ SASSIER, GALLONO M. *op.cit.*, p. 97-105.

⁸⁹⁹ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968. Et «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome II) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 4A, mars 1968.

⁹⁰⁰ Madelin fait un recensement des procédés de préfabrication utilisés pour la construction scolaire. Cependant il ne fait aucune référence à la période d'utilisation, c'est pour quoi, pour que les autres procédés nous les ayons considérés dans ce tableau, nous avons vérifié qu'ils ont été

Typologies des procédés de préfabrication

Quelles sont les typologies des procédés de préfabrication utilisés pour la construction scolaire ? Pour répondre à cette question, nous avons caractérisé ces procédés par leur composition physique⁹⁰².

Quels ouvrages — parmi les murs porteurs verticaux, les façades (porteuses ou non) et les planchers — sont préfabriqués (P), partiellement préfabriqués (pP), ou non préfabriqués (NP). Ces éléments sont ensuite associés à trois types de forme : linéaire (L) pour les poteaux, poutres et poutrelles ; surfacique (S) pour les différents types de panneaux, de façades-panneaux et rideaux ; et volumique (V) pour les modules. Pareillement, le matériel utilisé pour chacun d'entre eux est catalogué: béton armé (B), acier (A), aluminium (Al) ou autre (Au). Finalement, l'ordre d'intégration des corps de second œuvre aux éléments préfabriqués est recensé selon trois catégories : nulle (N), moyenne (M) et importante (I). De cette manière, à titre indicatif et non exhaustif, quelques procédés de construction sont présentés [Tableau 19].

- *Typologie B.1.* Procédés correspondant à une *préfabrication totale, fermée et lourde.*
- *Typologie B.2.* Procédés dont deux éléments sont préfabriqués alors que le troisième, le plancher, ne l'est que partiellement. Ce sont des systèmes dont l'ossature préfabriquée est de forme linéaire, surfacique ou combinée. Le matériau prédominant pour les trois éléments, est le béton armé, sauf pour les façades pour lesquelles l'utilisation de l'acier et l'aluminium (seuls ou combinés avec le béton) est prépondérante. Ce sont des procédés de préfabrication partielle, que nous qualifions de « semi-lourde ».

utilisés ou référenciés par une autre source. Le reste de procédés ne remplissant pas cette condition sont :

En béton : Anjou-Préf, Balency et Schul, Barrière Helle Gouarch, CGC, Camus Raymond, CPM, Lacombe-IM3, Morin, Novello, Pascal, Pignon l'Héritier, Primec, Rennaise de préfabrication, Sebich-Italie, Sentra SGRBA-PAC, SPRED-Béton, TEC, Varie-France.

En acier : Briquaronde, Feal-Var-M3, Groupfer, Holland building corp., Joly-Pottuz, LRC, MAAMF, Mecanoël, Moultip, J Perroud- JP 4-Sopreg, Réfends porteurs 64, SATM-Shaudel, Sebich-Italie, Solberluch Stup-Clement, SPRED-Acier. En autre matériaux : LPF-La préfabrication mod. Et Maison canadienne. MADELIN, P., *op.cit.*, p. 113-120.

⁹⁰¹ Les procédés entre [], sont seulement mentionnés par Pourvoirville, nous ne savons pas s'ils étaient à la base du béton ou d'acier, ce pour quoi, une autre source complémentaire a été utilisée, avec les réserves pertinentes.

⁹⁰² Voir 3.1.

Tableau 1 : Typologies des procédés de construction⁹⁰³

PROCEDE	PRE-FABRICATION : (P, pP ou NP)			FORME : (L, S, ou V)			MATERIAUX : (B, A, Al, Au)			SO intégré	
	Porteurs verticaux	Façades		Planchers	Porteurs verticaux	Façades	Planchers	Porteurs verticaux	Façades		Planchers
			Non port.								
Typologie B.1.											
BARETS, TRACOBA	P	P	<	P	L/S	S	S	B	B	B	M
COIGNET	P	P	<	P	S	S	S	B	B	B	T
COSTAMAGNA	P	P	<	P	S	S	S	B	B/Au	B	T
DUMEZ	P	P	<	P	V	S	S	B	B	B	T
FIORIO	P	P	<	P	S	S	S	Au	B	Au	T
CAMUS	P	>	P	P	S	S	S	B	B	B	T
Typologie B.2.											
ALUBETON	P	>	P	pP	L/S	S	L	B	Al/B	B	
FOUGEROLLE SNCT	P	>	P	pP	L/S	S	L	B	B	B	
DESSE	P	>	P	pP	L	S	L	B	Al/A	B	
SAE-Cogitec	P	P	<	pP	S	S	L	B	B	B	
Typologie B.3.											
ARMOR-ANJOU, BHTE, BALENCY-BRIARD, COUTANT, PASCAL	NP	P	<	P	-	S	S	-	B	B	M
SOCIETE NATIONALE DE CONSTRUCTION	NP	P	<	P	-	S	S	-	B/Al	B\$ A	
SICRA	NP /P	>	P	P	-/S	S	S	-/B	B	B	
Typologie B.4.											
ECE	pP	P	<	pP	L	S	L	B	?	B	
BACCI	pP	P	<	NP	L	S	-	B	B	-	
SILIFRANCE	NP	P	<	NP	-	-	S	-	B	-	
FOULQUIER	NP	>	P	NP	-	S	-	-	B	B	M
BOUYGUES	NP	>	P	pP	-	S	L	-	B	B	N
Typologie A.1.											
FILLOD, GEAI, BENDER (SFP ⁹⁰⁴), SNCI, AWB*, SMBI*	P	>	P	P	L	S	S	A	A	A	T
GEEP-Industries	P	>	P	P	L	S	S	B/ A	A	B/ A	M
Typologie A.2.											
CIMT-Jean Prouvé, CINB- France Gironde*, VISSOL*	P	>	P	pP	L	S	L	B/ A	Al/A u	B/ A	M
Typologie A.3.											
CONSTRUCTIONS MODULAIRES, DEVILLETE- CHISSODON	P	>	P	P	L	S	S	B/ A	B/A	B/ A	M

Ce tableau a été réalisé à partir de la description de procédés présentés en: Camille Bonnome et Louis Léonard (1959), Philippe Madelein (1969), Plaquette de 35 modèles de CES industrialisés, acceptés et publiés par le ministère de l'Education nationale (1974), Agréments et Avis techniques du CSTB (1966-1976) et Revue Techniques et Architecture, série « construction scolaire », sous la direction de G. Massé (1955-1967).

⁹⁰³ La plupart des procédés présentés dans ce tableau ont été exposés en A. RESENDIZ, « Typologie des procédés de préfabrication. Les cas des bâtiments scolaires en France (1956-1973) ». *Communication au 1er Congrès francophone d'histoire de la construction*, Paris, 19-21 juin 2008. En cours de publication. Les procédés marqués (*) soit ont été ajoutés soit modifiés après cette publication.

⁹⁰⁴ Société Française de Préfabrication

- *Typologie B.3.* Dans ce groupe, les porteurs verticaux, à l'exception des façades, ne sont plus préfabriqués. Deux éléments le restent toutefois : les façades (porteuses ou non) et les planchers, de type surfacique. Le matériau prédominant pour les éléments préfabriqués est le béton armé qui dans certains cas peut être combiné à l'acier ou l'aluminium. Il s'agit aussi d'une préfabrication partielle et semi-lourde.
- *Typologie B.4.* Un seul élément est préfabriqué, à savoir : les façades, porteuses ou non. Les autres éléments sont soit partiellement préfabriqués, soit complètement réalisés sur chantier, et tout en béton.
- *Typologie A.1.* La plus industrielle : totale et légère. L'ossature verticale de type linéaire, les planchers de type surfacique et les façades légères sont complètement préfabriqués. Le matériau prédominant est l'acier, combiné parfois avec le béton. L'intégration du second œuvre est ici très importante.
- *Typologie A.2.* Les planchers sont partiellement préfabriqués et de forme linéaire.
- *Typologie A.3.* Les procédés comportent des éléments préfabriqués aussi bien en béton qu'en matériaux métalliques.

B. Préfabrication lourde

Totale et lourde

Les procédés classés dans le tableau B1 correspondent à une préfabrication lourde, fermée et totale. Ce sont des systèmes dont les trois éléments — murs, façades et planchers — sont préfabriqués. Ce sont des panneaux, de grandes dimensions, en béton armé et fabriqués en usine. Les fonctions remplies par ces panneaux sont la façade, les refends et les planchers. Dans la plupart des cas, les façades sont porteuses, mais, Camus réalise également des façades non porteuses. La forme est surfacique, mais le procédé Berets la combine avec des ossatures du type linéaire. Une grande partie des éléments est en béton armé. La tendance à intégrer le second œuvre est assez importante. Les procédés

représentatifs de ce groupe sont Tracoba, Coignet, Costamagna, Balency & Schuhl et Camus.

Coignet

Le procédé Coignet - comme celui de Camus - est l'un des plus anciens et des plus utilisés. La Société des Constructions Edmond Coignet est déjà présente lors du « concours conception-construction » de 1962, cette fois-ci avec le bureau d'études SERGEC et les architectes Delannoy et Secq ; une dizaine d'années plus tard, elle figure dans la publication des modèles du ministère de l'Education (1974), avec les architectes de conception Merlet, Schmitz et Barthe.

Le système de préfabrication est total et fermé, en béton armé. Il incorpore, dès l'atelier ou l'usine, les menuiseries et les revêtements des éléments préfabriqués. La préfabrication est réalisée conformément à un découpage du bâtiment en façades, refends cloisons, planchers et acrotères.

Ces éléments sont des panneaux de grandes dimensions (d'une pièce), et de forme surfacique. Leurs dimensions sont verticalement de la hauteur d'un étage ; horizontalement, les panneaux de mur extérieur supportent une longueur maximale de 7,50 m et les refends de 6,30 m ; la dimension du plancher est de 4, 50 x 6,30 m ; celle des cloisons atteint une hauteur de 250,5 cm⁹⁰⁵.

Le système porteur principal comporte les refends transversaux ou longitudinaux et les façades. Généralement, selon l'agrément du CSTB de 1966 de « Coignet n° 2 », n° 2478 : « procédé du gros œuvre », les murs intérieurs et extérieurs sont simultanément porteurs. Toutefois, dans certains cas, les éléments de façade ne constituant que des remplissages, restent les murs intérieurs comme seul support⁹⁰⁶. Les façades sont composées de murs sandwichs à voiles, intérieurs et extérieurs, en béton enfermant une plaque isolante. Les refends sont de grands panneaux en béton moulé. Les planchers,

⁹⁰⁵ Agrément « Coignet n° 2 » n° 2478 du gros œuvre, 1966 ; Avis technique n° 1/75-166 sur le gros œuvre Coignet n°2, examiné par le groupe spécialisé n° 1 « Préfabrication lourde ». *Cahier du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 1356, livraison 165 (déc. 1975).

⁹⁰⁵ ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *Catalogue du bâtiment (Volume 1)*, Paris : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), [1er éd.], p. N.

⁹⁰⁶ Agrément « Coignet n° 2 » n° 2478 du gros œuvre, 1966 ; Avis technique n° 1/75-166 sur le gros œuvre Coignet n°2, examiné par le groupe spécialisé n° 1 « Préfabrication lourde ». *Cahier du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 1356, livraison 165 (déc. 1975).

agréés par le CSTB, sont composés d'une dalle pleine en béton armé ou d'une double dalle à nervures intérieures⁹⁰⁷ ; cependant, dans le « Nouveau lycée » de Vendôme, les architectes Jacques Barge, et Jacques Sire, utilisent à la place, des planchers caissons en béton armé⁹⁰⁸.

La trame élémentaire étant de 1,80 m devient de 7,20 X 7,20 m. Les refends sont substitués par des poteaux en béton armé, coulés sur place. Les autres éléments préfabriqués restent inchangés. C'est probablement le système utilisé dans un IUT à Rennes, inscrit dans le programme industrialisé de 1967⁹⁰⁹.



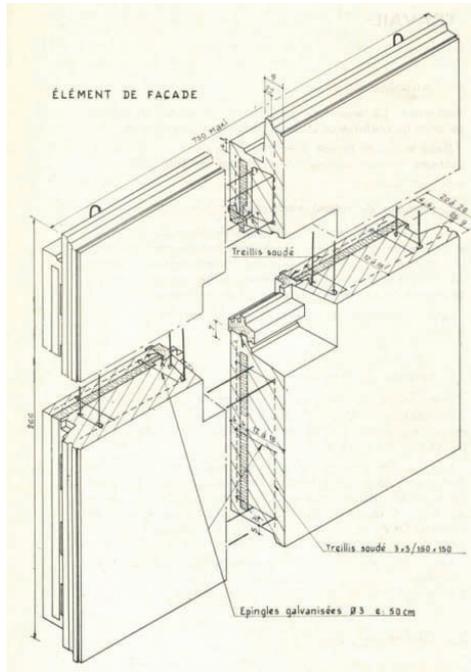
Figure 54. Collège d'enseignement secondaire spécialisé, Villiers-sur-Marne, construction entreprise Edmond Coignet

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-H-73-02/2008-3

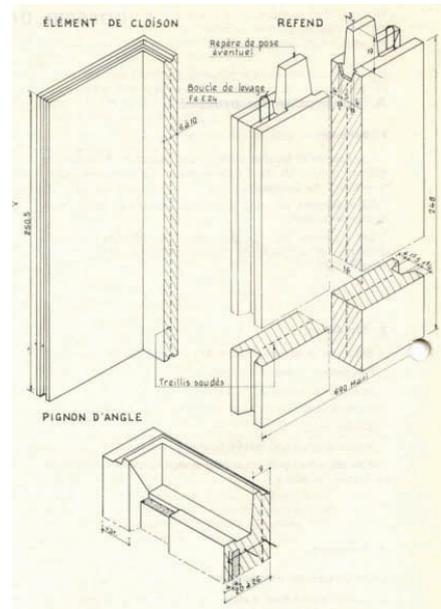
⁹⁰⁷ ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *op.cit.*

⁹⁰⁸ « Enseignement - formation X », *L'Architecture française*, n° 351-352, 1971, p. 77.

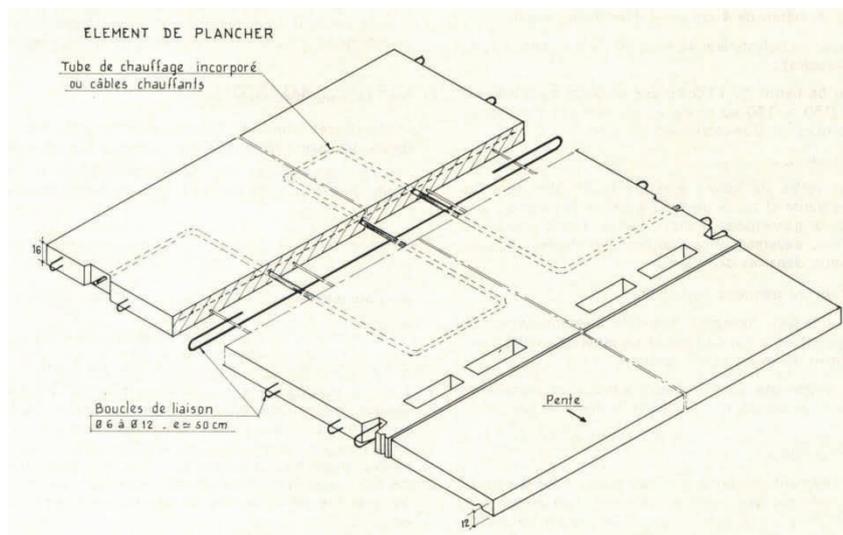
⁹⁰⁹ AN : 78522/22911/41750.



1



2



3

Figure 55. Procédé Coignet : 1 Murs, 2 Refends et cloisons, 3 Plancher

Sources : 1) 2) 3) Agrément « Coignet n° 2 » n° 2478 du gros œuvre, 1966; et Avis technique n° 1/75-166]

Tracoba

L'un des procédés, dénommé Tracoba, ainsi présenté par le groupement SOCEPIC lors du concours conception-construction de 1962 avec l'équipe d'architectes Massé, Monge, Doignon-Tournier, Bigot et Roy et le bureau d'études OTH Omnium Technique, avec l'entreprise Brochard et Gaudichet, comme le présente la revue *Techniques et Architecture* (1969), est utilisé pour la construction des lycées de Coëtquidan (Morbihan) et de Segré (Maine-&-Loire)⁹¹⁰.

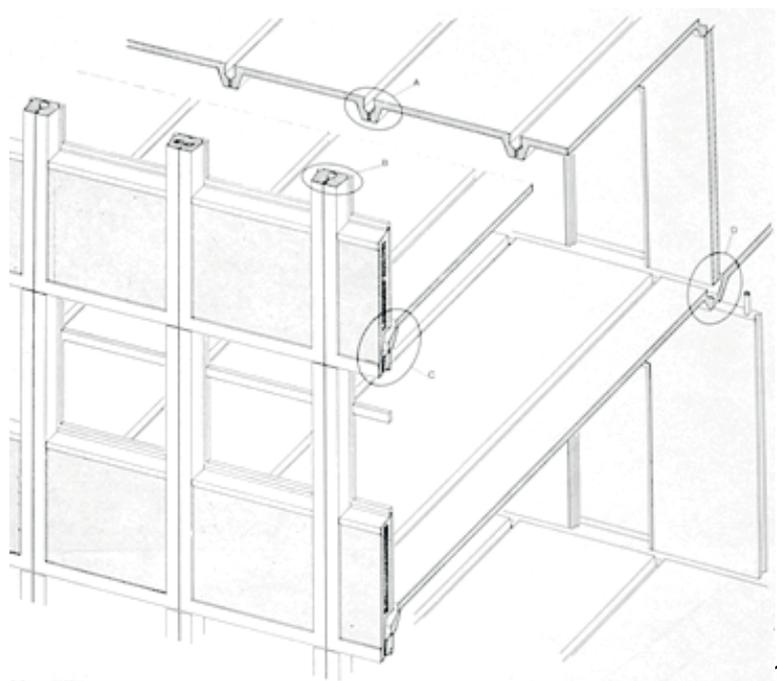


Figure 56. Procédé Tracoba

Sources : « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969, p. 84.

⁹¹⁰ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969, p. 70-71 et 73 ; « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 90.

L'entreprise Tracoba, porteuse de plusieurs procédés agréés par le CSTB, « Tracoba 1 »⁹¹¹ propose trois types structurellement différents : le type A, à murs porteurs, et les types B et C à ossature poteaux-poutres.

Le système de préfabrication à murs porteurs est très semblable au procédé Coignet. Ce sont des panneaux sandwichs, de grandes dimensions, en béton incorporant les menuiseries lors de la fabrication. Les planchers caissons, de longueur égale à celle de la salle de classe, se posent sur les cadres des façades et sur les murs porteurs longitudinaux des couloirs; les nervures des planchers s'appuient directement sur les poteaux de façade. Des cloisons transversales sont accrochées aux éléments porteurs. Les murs de façade comportent un cadre porteur en béton armé, des poteaux liés par une allège de remplissage en partie basse et en tête par un linteau. Les refends, qui délimitent le couloir central, portent un treillis soudé et des ferrailages de linteau et de trumeau et en constituent l'armature. Le contrevent de cette structure est réalisé par les murs pignons et par les cloisons transversales en béton armé, qui peuvent, à l'occasion, être des éléments préfabriqués ; « si les possibilités des engins de manutentions le permettent ».

Le procédé ne semble pas respecter la trame ministérielle mais celle de 1,80 m (longueur de planchers caissons) indiquée ainsi par l'agrément et les avis techniques du CSTB⁹¹². Les planchers de couloirs de 2,50 m de large sont réalisés avec des caissons non fermés à double trame. Les murs de façade à hauteur d'étage, sont préfabriqués à une ou deux trames de longueur : « suivant la puissance des moyens de manutention mis à la disposition du chantier ». Les refends de 3,05 m de hauteur, et de longueur multiple de 1,80 m peuvent atteindre jusqu'à 7,20 m. Les cloisons sont d'un seul élément de 7 m, suspendu à ses extrémités, parfois avec une ouverture, et de 3m hauteur sous plafond.

Le procédé Tracoba est l'un des plus publiés ; le numéro spécial « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », de la

⁹¹¹ Avis technique, « gros œuvre scolaire », n° 1/76-215. *Cahier du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 1395, livraison 172 (sept. 1976), remplaçant les agréments no. 3411 du Tracoba 1 et Tracoba 1 bis, objets des Avis Techniques n° 1/74-138 et 1/75-191

⁹¹² *Techniques et architecture* de 1969 soutienne, pour les lycées de Coëtquidan (Morbihan) et de Segré (Maine-&-Loire) la trame de 1,75 m. « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969.

revue *Construction* de mars 1968, illustre le procédé avec un collège à Rombas dans la Moselle⁹¹³ et décrit le procédé tel qu'il est agréé, par le CSTB : de « gros œuvre scolaire »⁹¹⁴. Il est la star du numéro spécial sur les « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) » de *Techniques et architecture* de 1969, représenté par cinq établissements scolaires.

Trois CES sont construits selon ce procédé, à la Flèche (Sarthe), Salbris (Indre-et-Loire) et Ribécourt (Oise). Les concepteurs sont les mêmes que ceux du concours signalé plus haut, et la réalisation est effectuée à cette occasion par le groupement des entreprises ECOCIBA et Brochard et Gaudichet. Pour ces constructions, révèle *Techniques et architecture* de 1969, la préfabrication lourde en béton armé s'applique à l'ensemble des éléments de la structure et l'adaptation au sol reste traditionnelle⁹¹⁵. Il est fort probable que le procédé Tracoba 1 soit celui utilisé pour deux CES 600, à Salbris (Loir-et-Cher) et à Valençay (Indre), inscrits au nom de Tracoba dans le programme industrialisé de 1968⁹¹⁶, et pour lesquels nous n'avons pas identifié de concepteurs.

Les éléments préfabriqués de Tracoba 1, des types B et C, à poteaux-poutres, remplaçant les murs porteurs intérieurs, ont les mêmes caractéristiques que ceux qui viennent d'être décrits. Ils sont ainsi présentés dans les 35 modèles de CES industrialisés.

⁹¹³ « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 87-90.

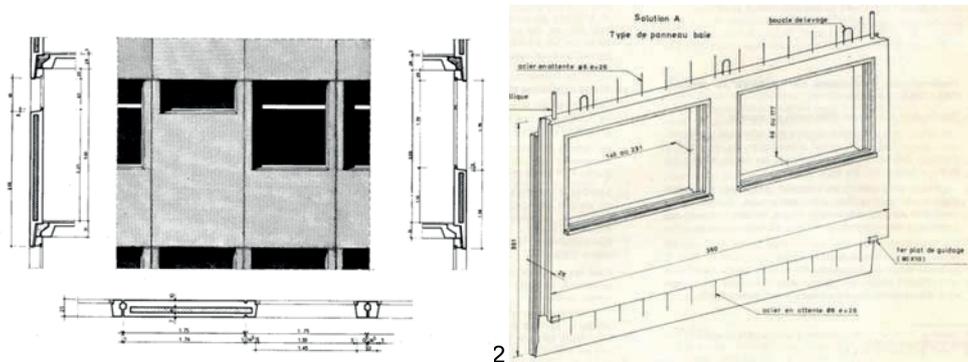
⁹¹⁴ Avis technique, « gros œuvre scolaire », n° 1/76-215. *Cahier du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 1395, livraison 172 (sept. 1976), remplaçant les agréments no. 3411 du Tracoba 1 et Tracoba 1 bis, objets des Avis Techniques n° 1/74-138 et 1/75-191

⁹¹⁵ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969, p. 84-85, 86 et 87.

⁹¹⁶ AN : 78522/22913/41757.

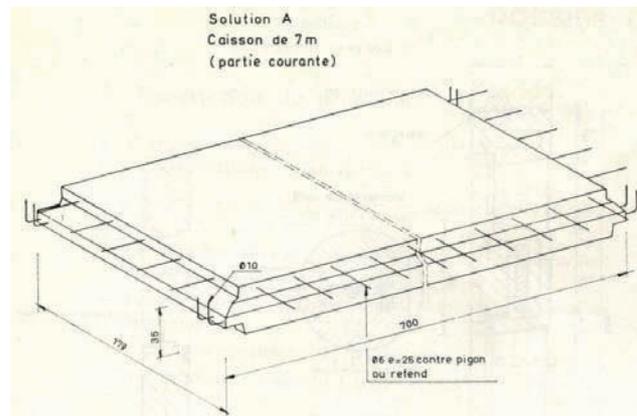


1



2

3



4

Figure 57. Procédé Tracoba

1. Façade lycée de Coëtquidan (Morbihan), 2,3. Murs façades, 4. Planchers caissons.

Sources : Sources : 1) 3) « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969. 3) 4) Avis technique, « gros œuvre scolaire », n° 1/76-215, Cahier du CSTB n° 1395, livraison 172 (sept. 1976); 2) « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 88;

Camus

Le premier brevet au nom de « Camus » de la Société Raymond Camus⁹¹⁷ et Cie, date de 1948. La Société, propriétaire de plusieurs usines de préfabrication⁹¹⁸, dont celle de SCREG à Coulommiers (Seine-et-Marne) a une capacité, signale Bonnome (1959), de « 2 lycées par an »⁹¹⁹.

Yvan Delmontey, dans sa thèse *Le béton a ssemblé, préfabriquer la France de l'après guerre (1940-1955)*, présente le procédé Camus comme un procédé « ouvert à l'expérimentation »⁹²⁰. Pour la construction scolaire, nous avons repéré deux types de procédés proposés par la Société Camus. Le premier type correspond à une des typologies utilisées dans le logement et classées dans la préfabrication totale et lourde. Le deuxième, confirmant l'ouverture de cette Société, est un procédé expérimental de forme volumique, en matériaux légers à cellules tridimensionnelles et en acier⁹²¹; on pourra le classer dans les groupes de préfabrication légère.

Pour le concours conception-construction de 1962, le procédé Camus avec l'entreprise SERPEC, associe deux équipes. La première équipe, au numéro soixante-sept, est formée par les architectes A. Remondet et A. Malizard. La deuxième, avec le numéro vingt, par l'architecte E. Aillaud et le bureau d'études OCIB.

⁹¹⁷ Raymond Camus était ingénieur des Arts et Manufactures. Il est sorti de l'Ecole Centrale en 1933. Il est rentré chez Citroën en 1937. En 1942 il rentre dans l'entreprise de travaux publics Bancel et Choiset, où il reste six années. En même temps il continue ses recherches sur l'industrialisation du bâtiment. En 1948 il dépose l'ensemble des brevets qui caractérisent ses procédés de construction. « Raymond Camus & Cie », *Le moniteur des travaux publics et du bâtiment (Le livre d'or de l'entreprise française : entrepreneurs et entreprises)*, n° spécial, juin 1957, p. 25-28.

⁹¹⁸ Cogitec à Montesson (Yvelines), près de Paris. Camus-Caroni à Lille (Nord); Camus-Nord à Douai (Nord); Camus-Dietsch à Forbach (Moselle); Camus-Rhin à Strasbourg (Bas-Rhin); SCREG à Coulommiers (Seine-et-Marne). MADELIN, *op.cit.*, p. 110.

⁹¹⁹ BONNOME, *op.cit.*, p. 1403-1404.

⁹²⁰ Y. DELEMONTEY, *Le béton assemblé, pré fabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)*. Thèse de doctorat en architecture, Université Paris 8 (Ecole doctorale Ville et Environnement)/Université de Genève (Institut d'architecture -IAUG), 19 nov. 2009. Dir. J.-L. COHEN.

⁹²¹ Prototype CES. (Une expérience d'industrialisation volumétrique) à Gif-Sur-Yvette (Yvelines) (Essonne). CAMUS R. et Cie, Ingénieur constructeur et Compagnie Française d'Entreprises. « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 91- 93.

L'équipe numéro 67 propose le procédé Camus-Serpec (Procédé C-S), adapté à la trame de 1,75 m. Tous les éléments relatifs au gros œuvre sont fabriqués à l'usine puis montés sur le chantier : les murs-façades, refends, planchers, terrasses, poteaux, poutres et escaliers sont composés d'éléments préfabriqués : marches, contre-marches et crémaillère. Pour les locaux de grande portée, tels le gymnase et les amphithéâtres, les poteaux et les poutres sont aussi préfabriqués, en béton précontraint. Les façades sont constituées de panneaux « sandwich » : un panneau de $2 \times 1,75 = 3,50$ m et un autre de $1 \times 1,75 = 1,75$ m. Les éléments préfabriqués incorporent les revêtements et les menuiseries d'usine⁹²².



Figure 58. Groupe scolaire Jean-Jaurès

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/2002-1

⁹²² A3 : Equipe 67, A. Remondet, A. Malizard, architectes ; SERPEC, entreprise. « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n^o spécial, janv. 1964, p. 71.

L'équipe numéro vingt est composée de l'architecte Emile Aillaud, qui a déjà utilisé le procédé Serpec-Camus dans deux groupes scolaires Jean-Jaurès, aux Courtilières (1957-1967) et Pont-de-Pierre, à Pantin, en région parisienne, lors du concours et dont les façades en panneaux porteurs, revêtus en usine, incorporent les huisseries métalliques. Ici, signale l'architecte, l'une des principales motivations du projet est la variété architectonique, obtenue par le jeu de panneaux à deux largeurs (2 et 3 modules), et de cette manière « [se] rompre la monotonie de la trame de 1,75 m en façade, tout en conservant les avantages »⁹²³. A l'occasion de la publication du numéro spécial de *Techniques et architecture* consacré au concours conception-construction, ne laisse pas passer l'opportunité de signaler les avantages de la rapidité constructive :

*« La rapidité d'intervention est possible grâce à la fabrication en usine, alliée à une faculté de stockage im portant des éléments préfabriqués. Dans le cas de plusieurs opérations simultanées ou prévues à brève échéance, l'usine peut avoir une réserve de 200 à 300 classes en attente de montage »*⁹²⁴



Figure 59. Groupe scolaire Jean-Jaurès

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/2002-1

⁹²³ AILLAUD, E. « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale (A4, équipe 20) », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964, p. 75.

⁹²⁴ *Ibid.*, p. 75.

Par ailleurs, cet architecte *préfabricateur*, plus tard collaborera avec l'entreprise Coignet pour la réalisation d'un CES spécialisé à Villiers-sur Marne et d'un CET tertiaire à Dugny⁹²⁵ [Figure 54].

*Groupe scolaire Jean-Jaurès, Les Courtilières, Pantin (1957-1967)*⁹²⁶



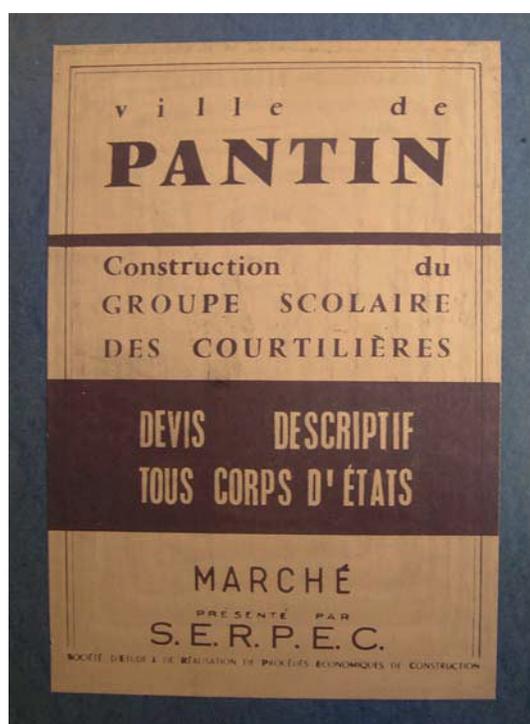
Figure 60. Groupe scolaire Jean-Jaurès

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/2002-1

⁹²⁵ Voir procédé Coignet.

⁹²⁶ Appellation actuelle Jean-Jaurès, ⁹²⁶ ; CHATELET, BENSALAH, *op.cit.*, fiche no. 49.1.

Ce groupe scolaire précède le concours de 1962. Il comprend une école de garçons et une de filles à quatorze classes, une école maternelle de six classes ; un gymnase et trois logements pour les directeurs⁹²⁷. Initialement prévu en construction traditionnelle, et en raison de la concomitance de ce projet avec un programme d'HLM (423 logements) voisin, exécuté par l'entreprise SERPEC, spécialisée dans la mise en œuvre des procédés Camus, l'architecte propose de réaliser ce groupe scolaire avec le même procédé, pour ainsi mutualiser les ressources d'installation et les équipes de construction des logements, notamment les deux grues-tours de grande puissance.



« Les besoins en locaux scolaires étant très urgents, il était souhaitable d'envisager un moyen de construction rapide. [...] Il apparaît donc possible de bénéficier des installations sur place de cette Entreprise, ainsi que des avantages de rapidité du procédé »⁹²⁸

Figure 61. Groupe scolaire Jean-Jaurès

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/1185-1

⁹²⁷ *Ville de Pantin, Construction du groupe scolaire des Courtilières, devis descriptif tous corps d'états, marché présenté par SERPEC (Société d'étude et de réalisation de procédés économiques de construction) et M.E. AILLAUD, architecte.* Document daté du 28 juill. 1959. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/1185/1. p. 1-2.

⁹²⁸ *Groupe scolaire des Courtilières, construction en procédé Camus, rapport de l'architecte, Ville de Pantin, 2 juin 1959.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/1183/2. p.2.

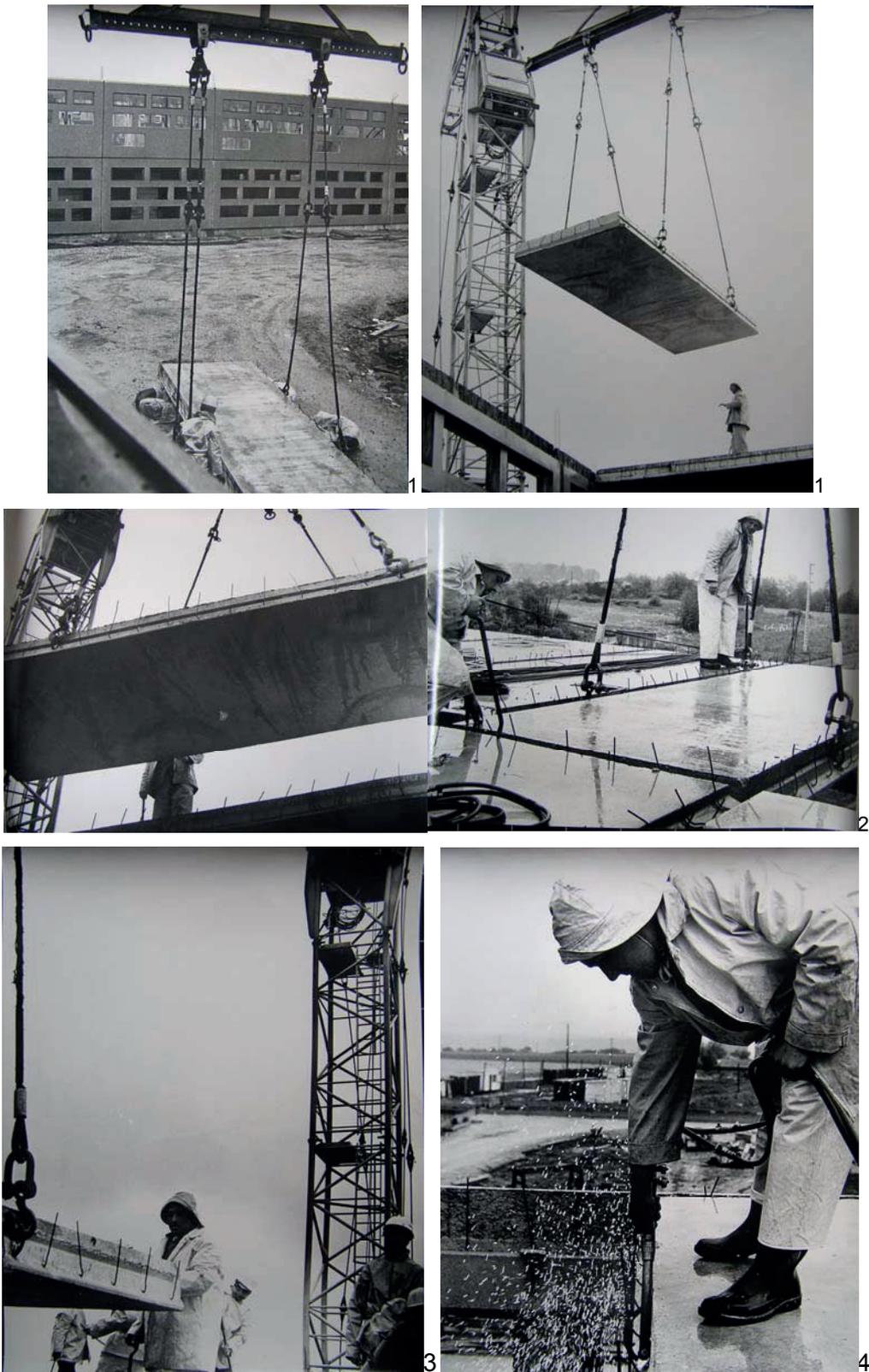


Figure 62. La plancher, groupe scolaire Jean-Jaurès, procédé Camus

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/2002-1

La construction de ce groupe scolaire offre un catalogue de préfabrifications utilisées⁹²⁹ : pour les couvertures des préaux et de la salle de jeux de l'école maternelle, les appuis en forme de Y sont préfabriqués ; la couverture, en particulier, comporte des voûtes en berceau, cylindriques ou paraboliques en béton armé et préfabriqués in situ. Par ailleurs, pour le gymnase, bien que de dimensions très différentes de celles des locaux généraux, des éléments préfabriqués⁹³⁰ sont utilisés ; il pourrait s'agir de préfabrication sur mesure [Figure 63].



Figure 63. Le gymnase, groupe scolaire Jean-Jaurès

Source : Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/2002-1

⁹²⁹ Le procédé Camus est utilisé pour la quasi-totalité des grands éléments et des espaces (salles de classe, de direction et de professeurs, cages d'escaliers et blocs d'hygiène, préaux et salle de jeux, et réfectoire). La construction traditionnelle a été uniquement utilisée pour les services (cuisine, économat, service médical) et pour les logements de directeurs.

⁹³⁰ *Ville de Pantin, Construction du groupe scolaire des Courtilières, devis descriptif tous corps d'états, marché présenté par SERPEC (Société d'étude et de réalisation de procédés économiques de construction) et M.E. ALLAUD, architecte. Document daté du 28 juill. 1959. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/1185/1.*

Barets

Ce procédé largement utilisé en France et à l'étranger⁹³¹, se compose de panneaux lourds de grandes dimensions, préfabriqués à pied d'œuvre, tels ceux présentés lors du concours-conception de 1962 par l'architecte De Braudier et le bureau d'études Cofeba⁹³². A la différence des procédés précédents, celui-ci remplace les murs porteurs, longitudinaux ou transversaux, par des portiques à poteaux-poutres préfabriqués. Des panneaux cadres, porteurs, à composition sandwich composent les façades et les planchers caisson relient les façades aux portiques. Ce procédé combine des éléments de forme surfacique avec des éléments de forme linéaire s'acheminant ainsi vers la légèreté. C'est le cas du Lycée Louis-Barthou à Pau (Pyrénées-Atlantiques), « [...] exemple de préfabrication intégrale de bâtiments scolaires »⁹³³, où le procédé Barets, avec le bureau d'études COFEBA⁹³⁴, est mis en œuvre par le couple d'architectes Bovet⁹³⁵ et Delahalle.

Jean Barets, ingénieur diplômé de l'Ecole d'organisation scientifique du travail, crée en 1952 un bureau d'études spécialisé dans le domaine de la préfabrication lourde et foraine. Il propose un procédé flexible⁹³⁶, sans standardisation à l'échelle de l'élément. « Seules sont systématiquement observées des règles générales communes pour le découpage, la conception des éléments et des joints, l'organisation du chantier, etc »⁹³⁷.

⁹³¹ Le système Barets est utilisé en Allemagne, en Belgique, en Italie, en Malaisie, en Suisse. Probablement a-t-il également été utilisé au Mexique. BONNOME, *op.cit.*, p. 91.

⁹³² « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

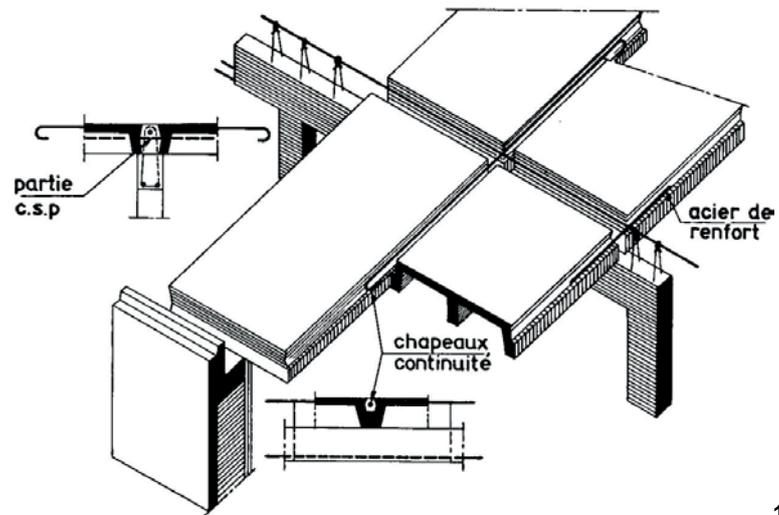
⁹³³ « Constructions scolaires 5 », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° 2, fév. 1963, p. 126-127.

⁹³⁴ La Société Industrielle de Recherche et d'Etudes de la Construction (SIREC), acquies les droits d'exploitation des procédés Barets devenant la seule en France, a cédé des licences ; le bureau d'études COFEBA, assure les études tous corps d'état ainsi que l'assistance technique et le groupement GIPROBA, réunis les entreprises licenciées. ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *op.cit.* ; *Regards sur la construction en France*. Paris: Association des anciens combattants du ministère de la construction, 1961-1962, p. 37

⁹³⁵ Plus tard, l'architecte Bodet, dans le cadre de modèles industrialisés, avec l'architecte Royer, est l'un des rares architectes figurant dans la brochure de l'Education nationale de 1974, mais cette fois-ci avec le procédé SICRA-grande maille. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.*

⁹³⁶ « Procédé Barets », *Le Bâtiment Travaux Publics et Particuliers*, n° spécial, 1er juin 1957, p. 43-4, 50.

⁹³⁷ BONNOME, *op.cit.*, p. 1419.



1



2



3



4

Figure 64. Procédé Baretts (1, Système de construction, 2 Planchers, 3 caissons, 4 Panneaux de façade)

Sources : 1) ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *Catalogue du bâtiment (Vol.)* Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), [1er éd.], p. N. : 2) 4) «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 91-92 ; 3) « Procédé Baretts », *Le Bâtiment Travaux Publics et Particuliers*, no spécial, 1er juin 1957, p. 43-4, 50.

En 1966, un atelier forain est installé, pendant sept mois, pour la construction du CES Mixte 800 à Ribeauvillé (Haut-Rhin). Max Doignon-Tournier, qui avait participé au concours conception-construction de 1962 en utilisant le procédé Tracoba, est l'architecte du projet. L'Entreprise du Littoral Nord, le constructeur et coordonnateur de l'usine foraine, utilise pour ce chantier une centrale à béton, des moules de préfabrication montés sur vérins, un étuvage avec chaudière mobile, un groupe électrogène et des engins de levage⁹³⁸.

Les architectes Daniel Badani et Pierre Roux-Dourt, les auteurs par ailleurs des cellules tridimensionnelles en acier avec la Société Camus, mettent en œuvre, pour un IUT à Paris, avenue de Versailles, des panneaux de façades préfabriqués « barets », sur un terrain difficile et sur une trame de 1,80 m. « Ce constructeur équipé des usines ambulantes et d'engins de lavage adéquats a pu réaliser dans un délai assez bref et sur un terrain difficile cette opération importante »⁹³⁹. C'est le même cas pour la résidence universitaire de jeunes filles à Orsay (Essonne), où les architectes Vivien et Royer utilisent des éléments de façade (allèges et murs pleins) préfabriqués. Pensée initialement en préfabrication intégrale, différents facteurs ont conduit à réaliser la première tranche en construction traditionnelle « La répétition de 900 chambres devait, en principe, être favorable à une préfabrication quasi-totale des éléments de construction, voiles porteurs, gaines, planchers, éléments de façade; le procédé à appliquer devant être le procédé Barets »⁹⁴⁰.

⁹³⁸ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 114-115

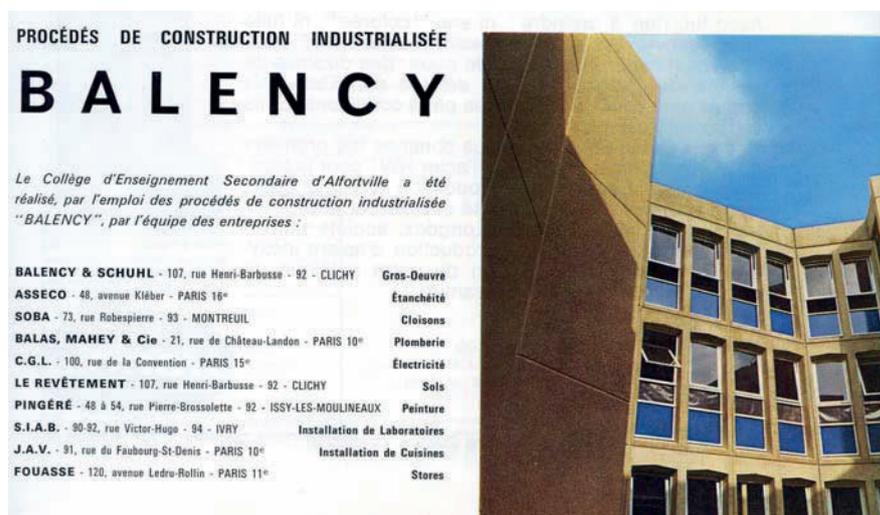
⁹³⁹ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969, p.102-103.

⁹⁴⁰ « Constructions scolaires », *Techniques et architecture*, 26^{ème} série, n° 2, nov. déc. 1965, p. 135.

Semi-totale et semi lourde

Balency, de la préfabrication totale à la partielle

« Balency et Schuhl » est une entreprise qui exploite son propre procédé de préfabrication totale et fermée, semblable au procédé, par exemple, de Coignet. L'agrément n° 2480⁹⁴¹, délivré par le CSTB pour le gros œuvre en 1966 décompose le bâtiment en éléments préfabriqués verticaux de mur extérieur, de refend, de cloisons ou de blocs, tous porteurs ; les planchers des bâtiments collectifs sont coulés dans œuvre. C'est le cas du CES 600 expérimental à Alfortville (Val-de-Marne), de l'architecte Jean Monge, où les menuiseries et les revêtements de façade sont prévus dès la préfabrication⁹⁴².



Source : MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), Concours du Syndicat National du Béton Armé et des Techniques Industrialisées, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. p. N.

Au fil du temps, le procédé se focalise sur la préfabrication des éléments verticaux, « toujours porteurs », c'est-à-dire, sur les murs de façade, de refends, et les cloisons. Ainsi, l'agrément n° 2480 *bis*, de 1969, ne se référant qu'aux éléments verticaux, propose des améliorations pour la composition des panneaux sandwich ; dans ce cas, à la différence de celui de 1966, le voile extérieur est librement dilatable. En 1971, dans le procédé du « gros œuvre

⁹⁴¹ Il remplace l'agrément n° 1581 et celui-ci le n° 810.

⁹⁴² « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969, p.82-83 ; AN : 78522/22913/41759

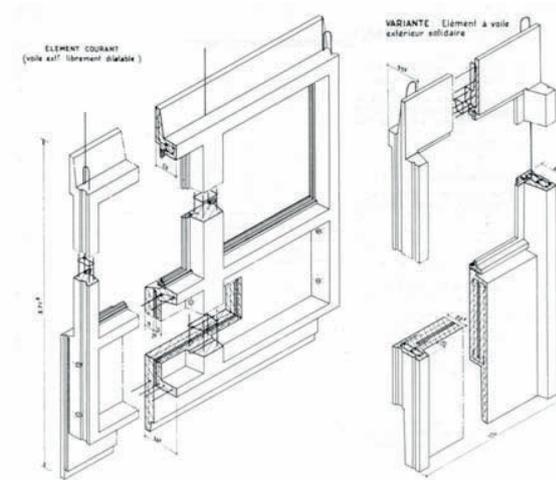
scolaire », l'entreprise « Balency et Schul », agréée par le CSTB, par décision n°3487, précise que « les éléments verticaux sont en principe tous porteurs » et « les planchers sont en dalles pleines ou en caissons préfabriqués suivant leur portée et leur usage ». Les ouvrages horizontaux, selon l'avis technique n° 1/75-161 relatif au « gros œuvre Balency », de l'entreprise Balency-Briard sont : « [...] suivant l'importance du chantier et la complexité du bâtiment à réaliser, soit coulés sur place, soit préfabriqués ». En même temps cette entreprise qui lance l'idée des volées d'escaliers préfabriquées et des « blocs fonctionnels porteurs », notamment pour la construction scolaire, conformant les placards⁹⁴³.



Figure 65. Architecte Jean Monge, école non identifiée

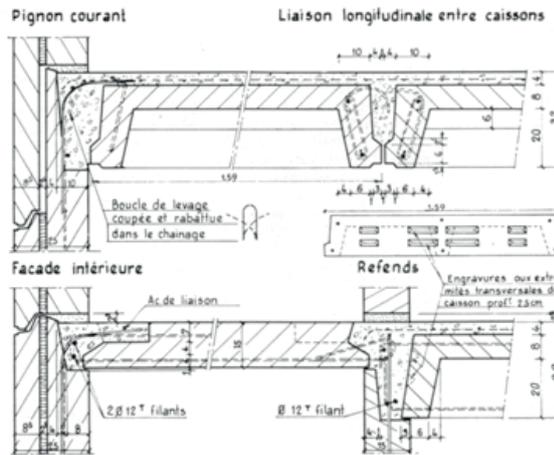
Source : MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), Concours du Syndicat National du Béton Armé et des Techniques Industrialisées, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. p. N.

⁹⁴³ BONNOME, *op.cit.*, p. 1408.



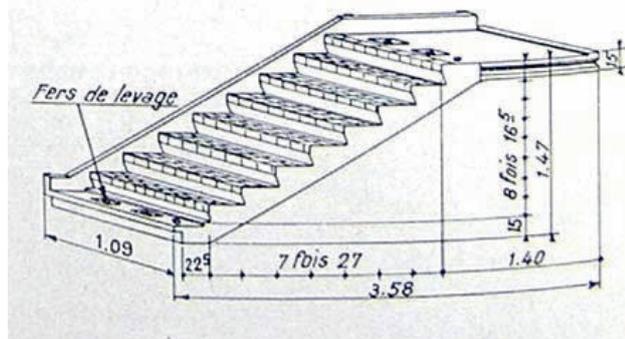
1

COUPES VERTICALES



2

Volée d'escalier



3

Figure 66. Procédé Balency (1, Murs façades, 2, Planchers, 3, Escalier)

Sources : 1) 2) Agrément du CSTB n° 3487 (1971) « Gros œuvre scolaire » ; 3) ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *Catalogue du bâtiment (Volume 1)*. Paris : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), [1er éd.], p. N.

Coutant et SNC, des éléments moins lourds

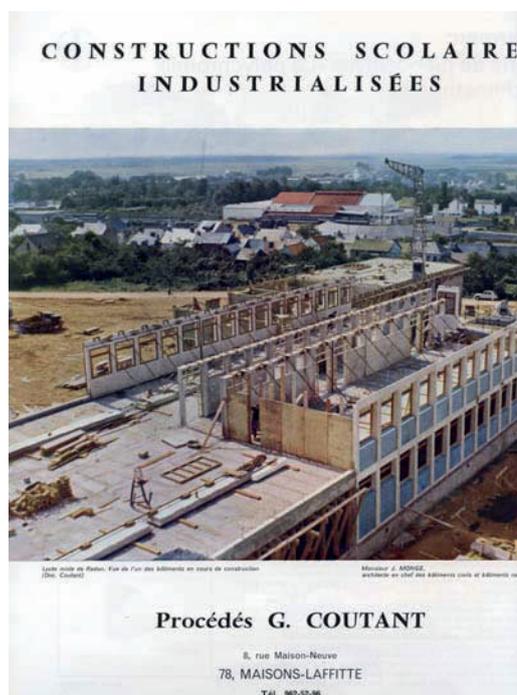


Figure 67. Procédé Coutant

Source : « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.

Les procédés Coutant et la Société Nationale de Construction (SNC), proposent une préfabrication moins lourde. Pour alléger leurs panneaux de grandes dimensions, l'ossature du support, composée de piliers en béton reliés par des poutres en continu, est coulée sur le site ; les piliers sont encastrés dans les panneaux qui servent en même temps de coffrage des poteaux et de support aux planchers.

L'entreprise Coutant, comme moyen d'alléger les éléments, propose une structure coulée sur place, ainsi que des panneaux de grandes dimensions composés de briques⁹⁴⁴. L'architecte Monge, utilise ce « procédé en béton industrialisé », pour la réalisation d'un CES 600 à Clisson (Loire-Atlantique)⁹⁴⁵ et un autre CET 432 à Châteaudun, Chartres (Eure-et-Loir)⁹⁴⁶.

⁹⁴⁴ Agrément du CSTB, n° 3114, de 1969 « gros œuvre scolaire ».

⁹⁴⁵ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 118.

⁹⁴⁶ AN : 78522/22913/41759

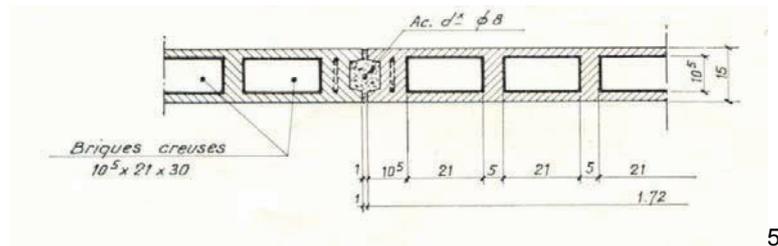
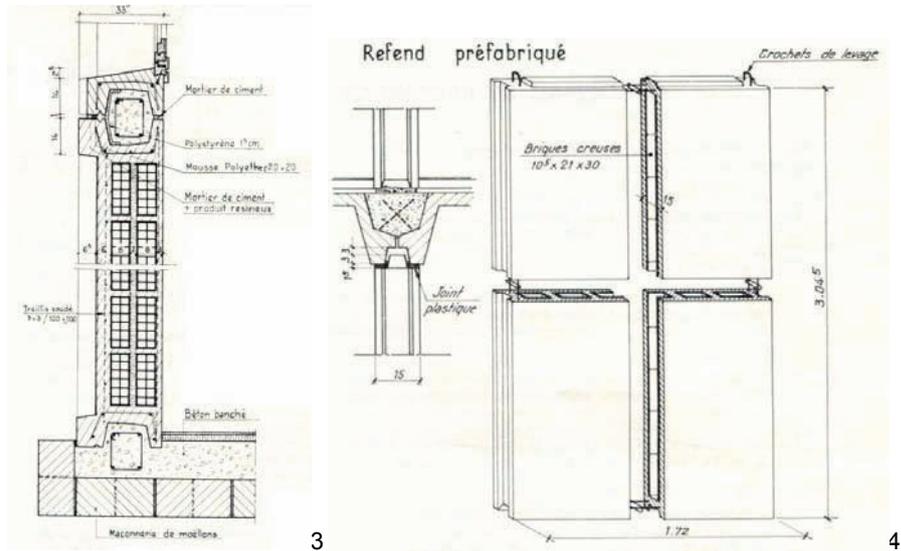
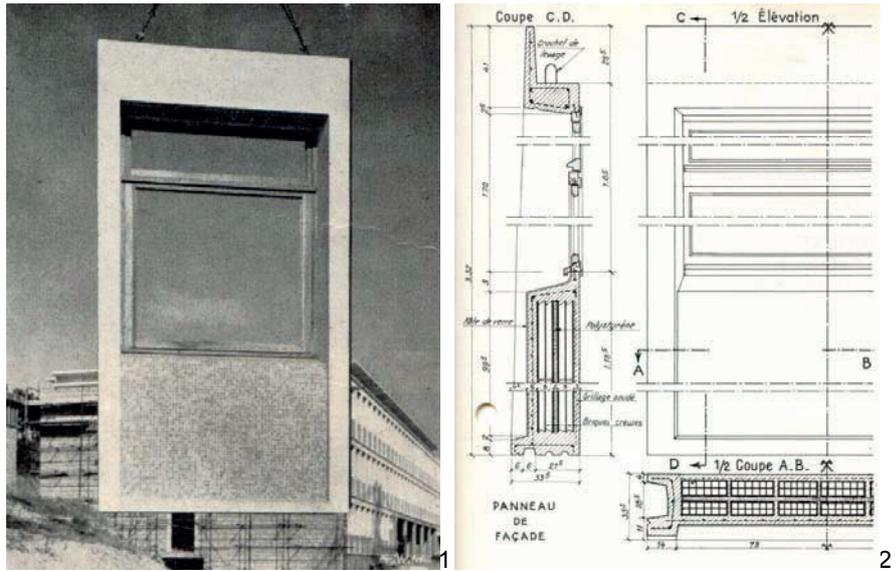


Figure 68. Procédé Coutant : Murs

Sources : 1) «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome II) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 4A, avril 1968, p. 151-153 ; 2) « C.E.G. - C.E.S. - C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 118 ; 4) 5) Agrément du CSTB n° 3114 « Gros œuvre scolaire ».

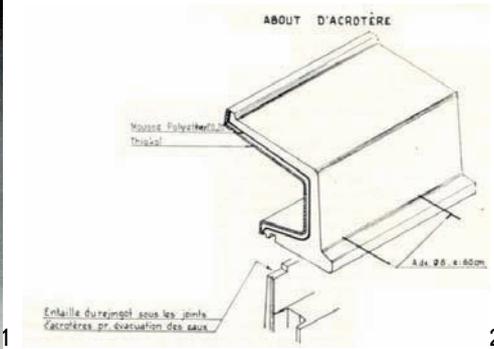
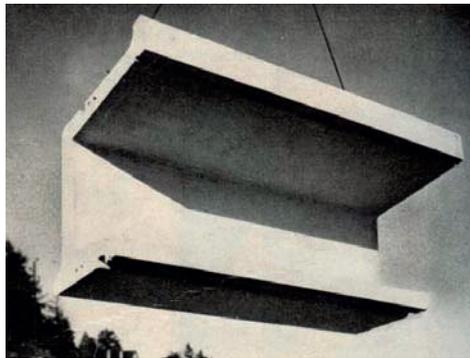


Figure 69. Procédé Coutant : Acrotère

Sources : 1) « Numéro spécial: Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome II) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 4A, avril 1968, p. 151-153 ; 2) Agrément du CSTB n° 3114 « Gros œuvre scolaire ».

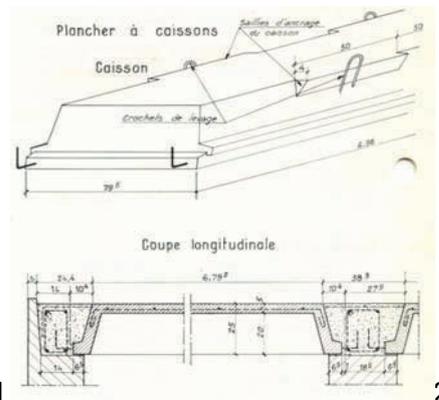
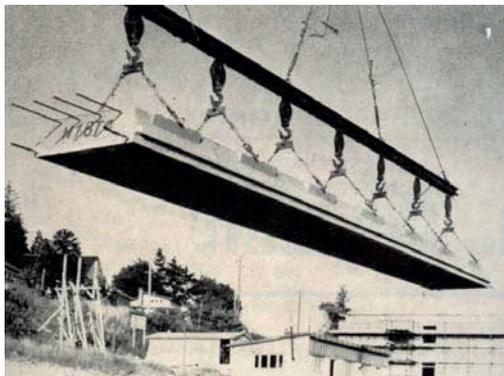


Figure 70. Procédé Coutant : Plancher

Sources : 1) « Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome II) », *Construction* 23^{ème} année, n° 4A, avril 1968, p. 151-153 ; 2) Agrément du CSTB n° 3114 « Gros œuvre scolaire ».

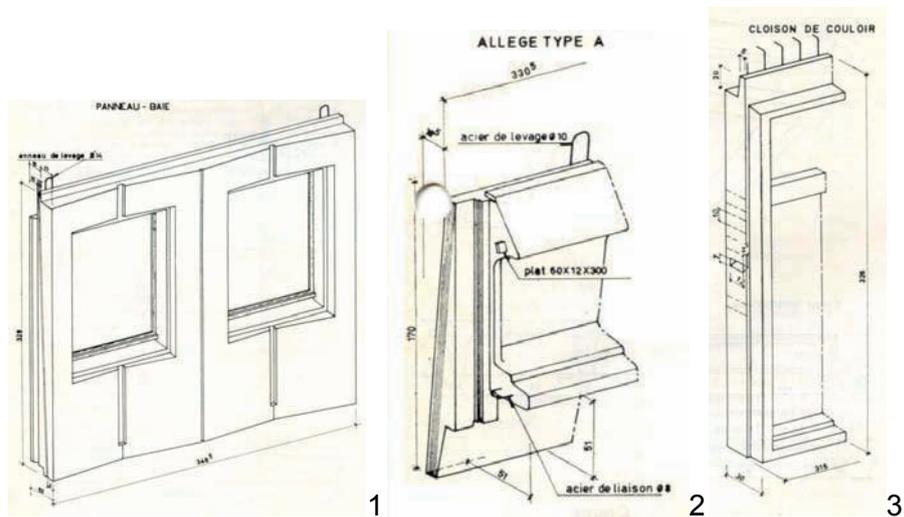


Figure 71. Procédé SNC : 1, Murs, 2 Allège et 3 cloison

Sources : 1) 2) Avis Technique no. 1/72-02 « Gros œuvre scolaire SNC 2 ».

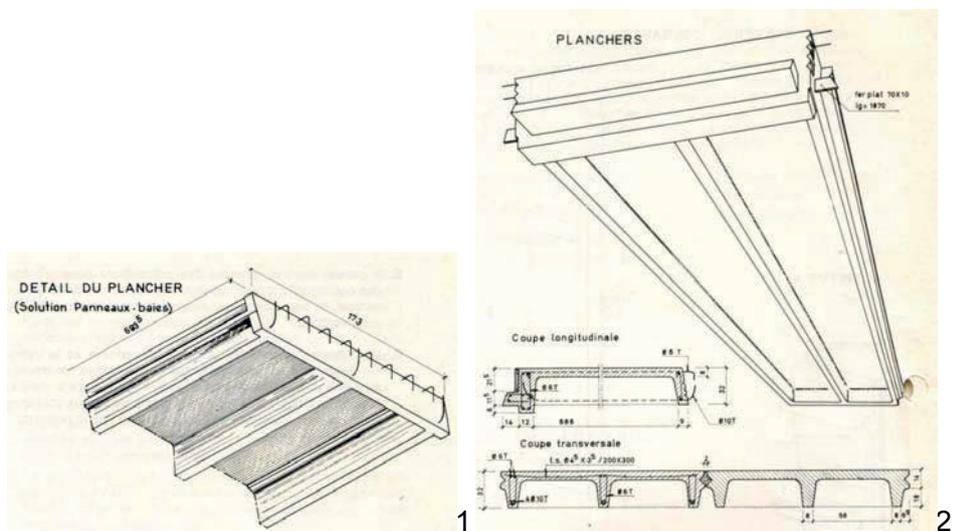


Figure 72. Procédé SNC : 1, 2 Plancher

Sources : 1) 2) Avis Technique no. 1/72-02 « Gros œuvre scolaire SNC 2 ».

Costamagna et Fiorio, vers une préfabrication plus légère et partielle

A l'échelle de l'élément, les procédés Costamagna⁹⁴⁷ et Fiorio proposent une préfabrication partielle et moins lourde que les procédés du groupe précédent. Bien qu'ils proposent des combinaisons de murs porteurs avec de planchers caissons préfabriqués, comme d'ailleurs dans presque tous les cas de la préfabrication lourde, ces procédés se concentrent sur la composition des panneaux.

Ici, il ne s'agit plus d'éléments de grandes dimensions mais de « grands blocs ». Costamagna fait agréer un procédé de mur, le n° 2655, de panneaux larges de 0,30 à 0,40 m et hauts d'un étage, constitués par des briques pré-assemblées⁹⁴⁸. Ce sont donc des éléments de dimensions moindres que les grands panneaux du béton, et en conséquence, des travaux plus importants sont réalisés sur le chantier. Au nom de Costamagna, le plancher agréé par le CSTB n° 3137 est proposé pour alléger les éléments, une composition de poutrelles en béton et céramique précontraintes. Les exemples qui illustrent ce procédé dans la revue *Construction* de 1968, sont un CES 1200 à Nice et l'externat d'un CES 600 à Périgueux de l'architecte Blanc, ou la Cité scolaire à Nantes des architectes Favraud et Evano⁹⁴⁹.

Fiorio propose des éléments en briques de 1,75 m × 3,25 m, combinables avec des planchers caissons ou des dalles minces. C'est le cas, par exemple d'un lycée à Drancy (Seine-Saint-Denis) où l'architecte Niermans et la Société Toisoul-Nado mettent en œuvre ces « briques spéciales »⁹⁵⁰.

⁹⁴⁷ Costamagna a aussi un procédé de préfabrication lourde et totale. En 1972, l'avis technique n° concerne des panneaux de mur extérieur du type sandwich pour des trumeaux et des panneaux baies.

⁹⁴⁸ Plus tard, l'avis technique n° 1/76-244 de « Costamagna BSC », portera sur des panneaux des grandes dimensions qui proposent l'allègement par l'incorporation de briques creuse et des nervures de béton.

⁹⁴⁹ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 95.

⁹⁵⁰ « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 45 ; « Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961, p. 100-101 ; «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 93.

C. Préfabricati on légère

Totale et légère

Fillod

Pour la construction scolaire les Constructions métalliques Fillod mettent en œuvre plusieurs types de procédés dont le principe est essentiellement similaire ; la différence reposant sur les capacités mécaniques par rapport au nombre des niveaux de chaque type.

Le procédé Fillod, n° 3403⁹⁵¹, agréé par le CSTB en 1970, comme procédé de « maison légère », pour des constructions d'un étage, est utilisé, tel qu'il est présenté par l'Association du catalogue documentaire du bâtiment, pour la construction scolaire. Le procédé comporte une ossature en tôle d'acier nervurée, montée par panneaux et liaisonnée par un chaînage en tôle, supportant plafond et toiture. Les murs porteurs reposent sur un radier métallique, scellé sur la fondation, et sont composés de panneaux identiques en tôle d'acier nervuré à hauteur d'un étage (jusqu'à 3,55 m) et pouvant avoir jusqu'à 1,80 m de large ; à l'intérieur du bâtiment, des panneaux rigides et isolants doublent ces panneaux. La toiture est composée d'une charpente métallique.

Pour des bâtiments à deux étages et plus, Fillod propose les procédés « Fillod E 2 », dans le premier cas, et le « Fillod EM » dans le second.

Les façades n'étant plus porteuses, elles deviennent du type mur-rideau. Par exemple, pour les trois CET de 432 élèves de la Cité scolaire à Cambrai, réalisés entre 1965 et 1968 sous le contrôle de la Direction départementale de la construction du Nord, l'architecte parisien de « conception-coordination », P.A. Chaveau, avec les architectes « d'opération » Lancelle et Prod'homme, domiciliés à Cambrai, mettent en œuvre le mur-rideau « Fillod » : des panneaux emboutis en tôle d'acier, de trame 30 cm. Il s'agit d'une charpente primaire et entièrement réalisée en usine. Ces programmes de constructions industrialisées

⁹⁵¹ Agrément qui annule est remplacé le n° 1431 qui à la fois remplace le n° 755.

sont mis en œuvre par le ministère de l'Éducation nationale durant une période de trois ans : 1965 (1er CET) 1966 (2e CET), 1967 (3e CET), 1968 (internats)⁹⁵².

Pour les bâtiments à plusieurs étages, des planchers remplacent les fermes du procédé pour bâtiments d'un seul étage. Ces planchers peuvent être en panneaux de bois agglomérée, revêtus d'amiante-ciment-cellulose comprimée, de dalles de béton, ou bien des panneaux métalliques ; il semble, par la présentation du procédé, que ce soient ces derniers qui sont utilisés dans la construction scolaire : ce sont des panneaux en tôle d'acier, galvanisée et nervurée, servant de résistance et de coffrage perdu pour remplissage de béton⁹⁵³. C'est le cas, par exemple, du CES 800 à Toul (Meurthe-et-Moselle), où l'architecte Cantie met en œuvre ce procédé sous le contrôle des services des constructions scolaires des Ponts et Chaussées à Nancy⁹⁵⁴. Il est probable que ce soit le même cas, car du même architecte, pour le CES à Saint-Pol s/Ternoise dans le département de Pas-de-Calais⁹⁵⁵.

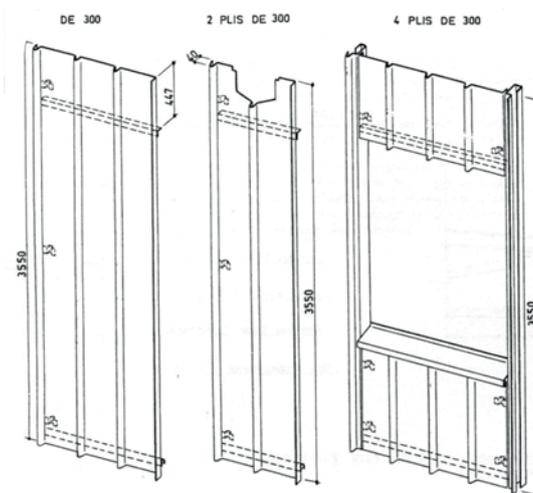


Figure 73. Procédé Fillod : 1, murs et façades

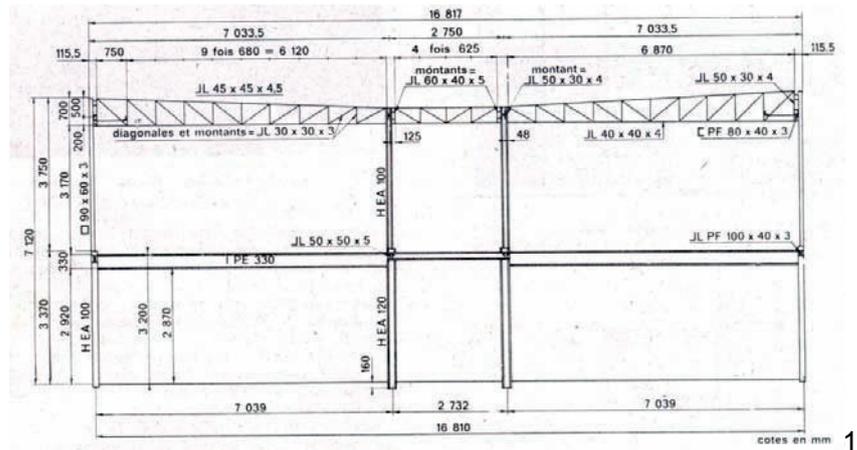
Sources : 1) Agrément du CSTB n° 3403, 1970.

⁹⁵² « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 94

⁹⁵³ *Ibid.*, p. 94

⁹⁵⁴ *Ibid.*, p. 96

⁹⁵⁵ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969, p. 90



Façade sur entrée (pignon)

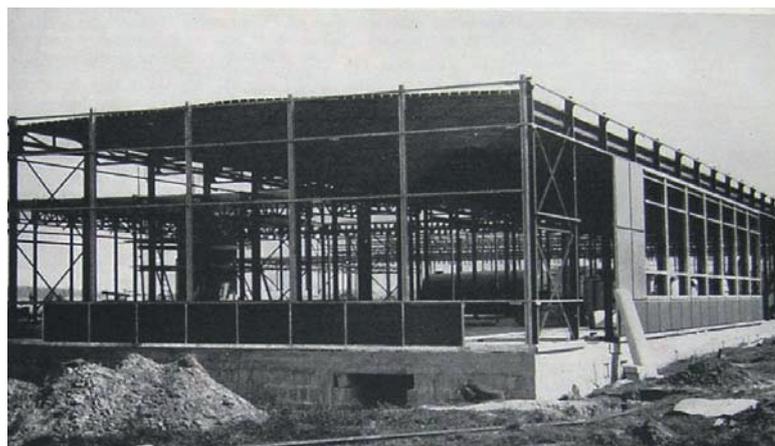
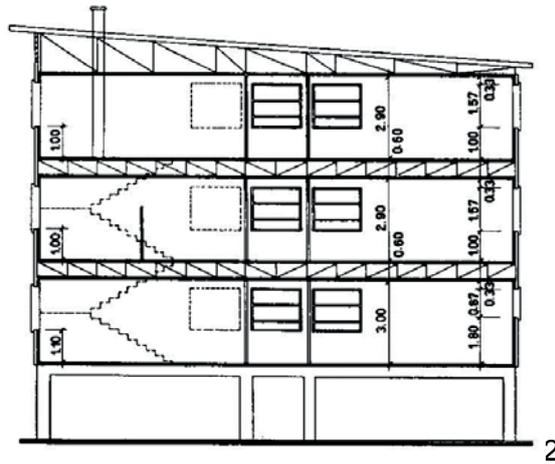


Figure 74. Procédé Fillod : 1, Ossature, 2, 3 Procédé « EM »

Sources : 1) «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 106-107 ; 2) ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *Catalogue du bâtiment (Vol. 1)*, Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), p. N ; 3) « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 94

GEEP

Le procédé GEEP, testé à Chaville Chambourcy, est largement utilisé dans toute la métropole et est présent, comme le signale Pourvoirville, dans toute l'Europe, où il est utilisé par centaines d'exemplaires.

Le prototype d'école industrialisée à étages est réalisé à Chaville dans le cadre de commandes groupées à l'équipe, lauréate lors du concours conception-construction de 1962, composée des architectes Aubert, Dhuit, Dondel, Gillet, Grégoire, Remondet, du bureau d'études GEEP- CIC, du groupement de l'Aluminium Français et de Saint-Gobain. En 1964, GEEP-CIC, filiale de GEEP, prend le rôle d'entreprise générale et dans la même année, entreprend la construction de l'usine de Chevilly, laquelle entre en production en mai 1965. En 1964, dans la politique de regroupements, le GEEP, au nom de « Figes » se regroupe avec l'entreprise FILLIOD, entreprise des plus puissantes dans la branche de la construction industrialisée métallique. Cependant, « Les groupements ont (...) été rapidement abandonnés, ce qui a favorisé évidemment les sociétés qui, à l'époque, étaient déjà mieux organisées »⁹⁵⁶. En 1966 et jusqu'à sa faillite, c'est la société GEEP-Industries S.A., regroupant GEEP-CIC et GEEP-CSI, qui « offre une organisation plus concentrée et l'assurance d'une responsabilité unique pour la bonne fin des travaux »⁹⁵⁷. En 1971, la Société fait faillite est c'est l'entreprise SNCI qui prend les travaux de le GEEP⁹⁵⁸.

Lors du concours conception-construction, le système utilisé est très peu préfabriqué. En fait, on y conserve seulement le principe des planchers du prototype⁹⁵⁹ et l'ossature est remplacée par une structure linéaire en béton armé coulé sur place.

En 1964, le procédé, tel qu'il est utilisé à Chaville, est modifié : le socle sur lequel se posait initialement la structure est supprimé, prolongeant ainsi des poteaux de portiques jusqu'au sol où ils seront boulonnés sur des platines. Les portiques centraux sont toujours contreventés par des poutres en treillis et par

⁹⁵⁶ DESMOULINS, C., *Joseph Belmont (Par cours atypique d'un architecte)*. Paris: Editions PC, 2006, p. 100.

⁹⁵⁷ « Les procédés "métal" (GEEP-Industries) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 97-99.

⁹⁵⁸ POUVOURVILLE, *op.cit.*

⁹⁵⁹ Voir 3.2.

des poteaux tubulaires de façades, reliés aux portiques par des solives. Le plancher reste en dalles préfabriquées en béton armé reposant sur le solivage métallique, supportant un plancher « flottant » formé d'une chape armée, grillagée, posée sur un feutre de fibres de verre. La composition matérielle des murs-rideaux de façades ne change pas : châssis en aluminium, allège en verre émaillé, glace fixe et ensemble coulissant, mais en évoluant comportera des volets roulants. Le système propose une large flexibilité pour les murs pignons pouvant être du type Chaville (Jean Prouvé, comme pour les façades) ou bien il comporte toute sorte de matériaux traditionnels. Les cloisons du type sèche et les escaliers sont également préfabriqués, ceux-ci en béton et acier.

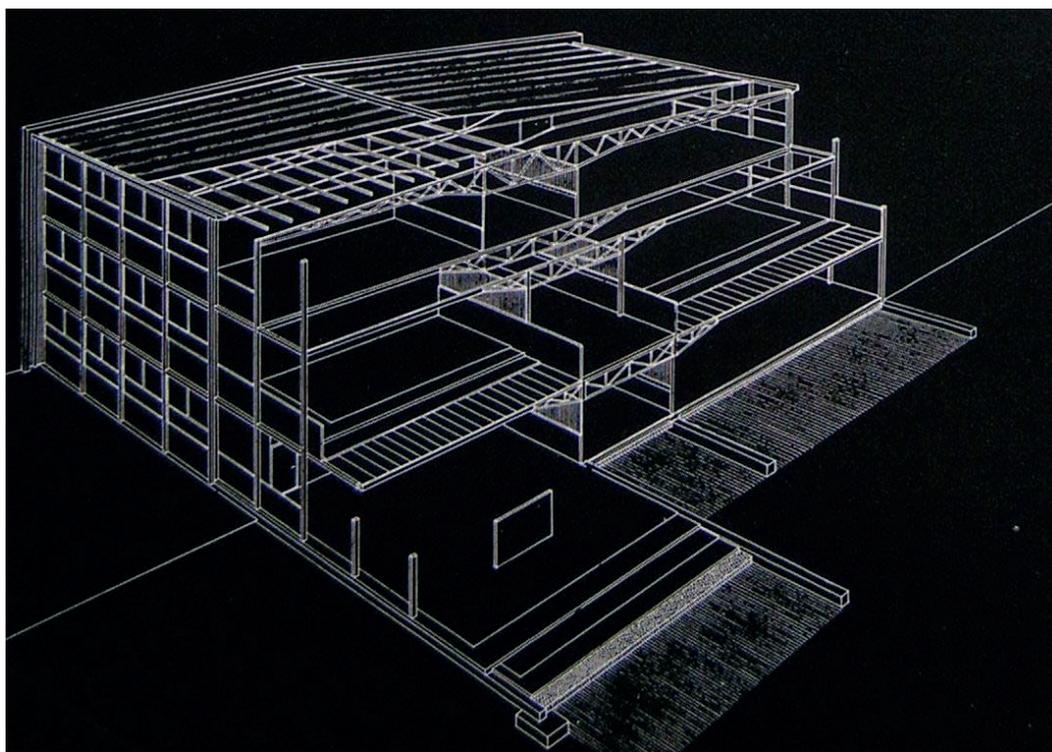


Figure 75. CES 600, Maisons-Alfort

Source : « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.

Par rapport à la modulation, le procédé GEEP semble suivre le jeu de la trame ministérielle. Ainsi, dans les premières publications de la revue *Techniques et architecture*, ce procédé semble permettre la composition sur le module de 1,75 m. Plus tard, dans le numéro spécial sur la construction scolaire de la revue *Construction* de 1968, le procédé se base sur un module de 1,80 m, qui est celui qui prévaudra finalement, surtout pour la préfabrication métallique. C'est aussi le cas du collège construit en 1966 pour le compte du Syndicat intercommunal de Maisons-Alfort des architectes Dhuit et Dondel et du CES 1600 « La Rose » à Marseille de l'architecte Egger⁹⁶⁰. L'ingénieur Michel Bazin, ancien ingénieur du GEEP, puis du CSTB, se souvient de cette dernière trame ; contrairement à celle de 1,75 m, dont il assure « ne jamais en avoir entendu parler »⁹⁶¹ quand nous l'avons questionné sur le sujet.

Le GEEP est né pour la construction scolaire, et comme promoteur de commandes groupées en Ile-de-France, et se spécialise dans le cadre du « secteur industrialisé », dans le secondaire, tout en continuant à réaliser également des établissements scolaires de tout ordre. C'est le cas de l'université de Vincennes, construite avec ce procédé et démolie très vite et sans laisser aucune trace au cours de l'été 1977⁹⁶², parmi les « exemples majeurs de l'industrialisation », comme le souligne *Architecture d'aujourd'hui* de 1968-69 ; il en est de même pour les facultés de Clignancourt, Clichy, Antony et Asnières⁹⁶³.

⁹⁶⁰ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 82-87.

⁹⁶¹ Entretien avec lui, à Paris, le 7 sept. 2009.

⁹⁶² Propos d'André Guillerme.

⁹⁶³ « Deux réalisations GEEP-Industries », *L'architecture d'aujourd'hui*, 40^{ème} année, n° 141, déc.-janv. 1968-69, p. XLI et BEZANÇON, X., DEVILLEBICHOT, D., NAGY, G., *2 siècles d'entreprises générale et de progrès dans la construction*. Italy: Timée-Editions, 2006. p. 171.

DES

23222

L'école de grand-papa, nostalgie du passé..

..l'école ouverte d'aujourd'hui qui "colle à l'avenir"

plus de 200 architectes ont choisi « l'École GEEP » d'après les procédés :

ALUMINIUM FRANÇAIS | SAINT-GOBAIN

Sept ans d'expérience. Des centaines de réalisations
gaies, fonctionnelles, toujours neuves.

écoles GEEP, vite construites.. et construites pour durer

GEEP-INDUSTRIES

22 rue St-Martin, Paris 4^e - Tél. 272.25-10 - 887.61-57

Photo: Institut Pédagogique National

© Schmas

Figure 76. Procédé GEEP

Source : « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.

Semi-totale et légère

CIMT-Jean Prouvé

L'entreprise CIMT avec l'ingénieur Prouvé et les architectes Belmont, Silvy et Perillier est lauréate lors du concours conception-construction de 1962⁹⁶⁴, avec le principe constructeur déjà utilisé dans le cadre de commandes groupées, dont le prototype de Chaville.

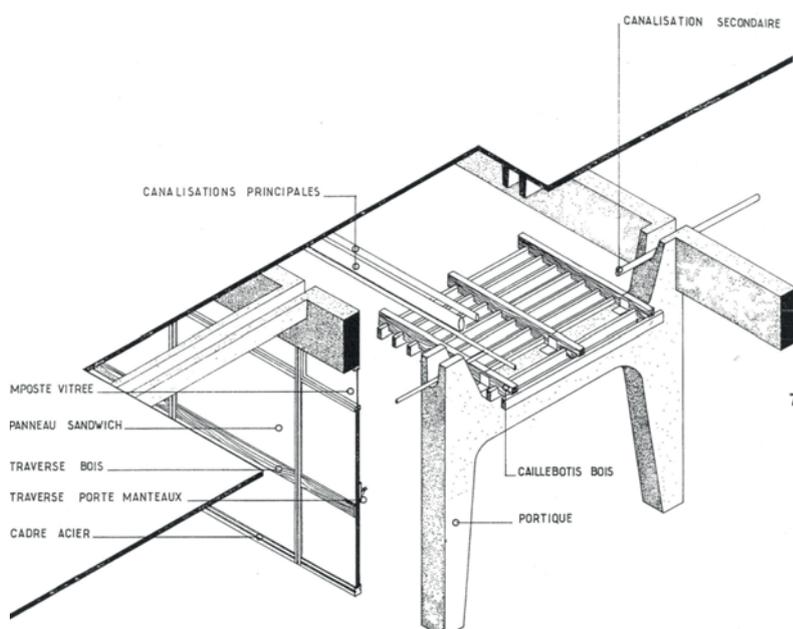
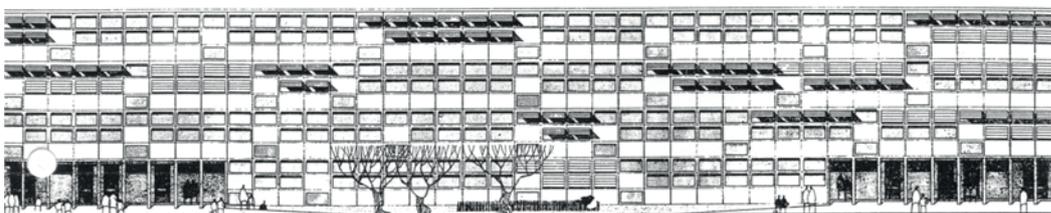


Figure 77. Concours conception-construction, CIMT

Source : « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁹⁶⁴ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.



Figure 78. CIMT

Le procédé de construction, mis au point par la CIMT-Lorraine, porte sur le même principe structural du procédé GEEP, en y apportant un effort supplémentaire de flexibilité, et propose des structures-types en acier ou en béton : « au gré des besoins ». L'élément principal de ce procédé porte sur les murs rideaux, en aluminium et tôle d'acier, agréés par le CSTB (décision n° 2497), comme « Grille Jean Prouvé » de la Compagnie Industrielle de Matérielle de Transport (CIMT), en 1966.

En ossature métallique sont réalisés, par exemple, les CES 600 à Sedan (Ardennes) dont le concepteur est l'architecte parisien Barbé et le réalisateur, l'architecte local Michaux⁹⁶⁵. Le lycée mixte d'Antony dans les Hauts-de-Seine présente un exemple d'utilisation d'une ossature en béton armé « dont certains éléments furent préfabriqués » ; il semble que l'architecte Eugène Beaudoin y utilise les façades Jean Prouvé⁹⁶⁶.

La revue *Construction* de 1968, soutient que « Dans le cadre de la campagne industrialisée de 1967 une centaine de CES de tous types ont été réalisés à partir du même procédé de construction dans les délais toujours extrêmement courts [...] »⁹⁶⁷. Dans ce cadre, nous avons identifié, parmi d'autres, le CET 648 à Pantin (Seine-Saint-Denis)⁹⁶⁸ avec l'architecte d'opération Chauveau, le CES 900 à Paris, boulevard Kellermann⁹⁶⁹, avec l'architecte Christofle, le CET et la première tranche du Lycée technique à Chatenay-Malabry, de l'Académie de Paris, opéré par l'architecte Mélicourt. De même, d'autres exemples illustrent la

⁹⁶⁵ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 98-99

⁹⁶⁶ « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963, p. 40-41.

⁹⁶⁷ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 114.

⁹⁶⁸ AN 78522/22911/41746 BIS

⁹⁶⁹ AN 78522/22911/41747

campagne industrialisée de 1968, notamment le CEG 400 à Attigne, Charleville-Mezières (Ardennes) et le CES 600 à Arcis-sur-Aube, de l'académie de Troyes (Aube) avec l'architecte Barbé, cité plus haut ; trois CES 600 à Montluel, Bourg et Bresse avec l'architecte Cournuejols ; deux CES 600 à Croix et à Lys Lez Lannoy, dans l'académie de Lille (Nord)⁹⁷⁰.

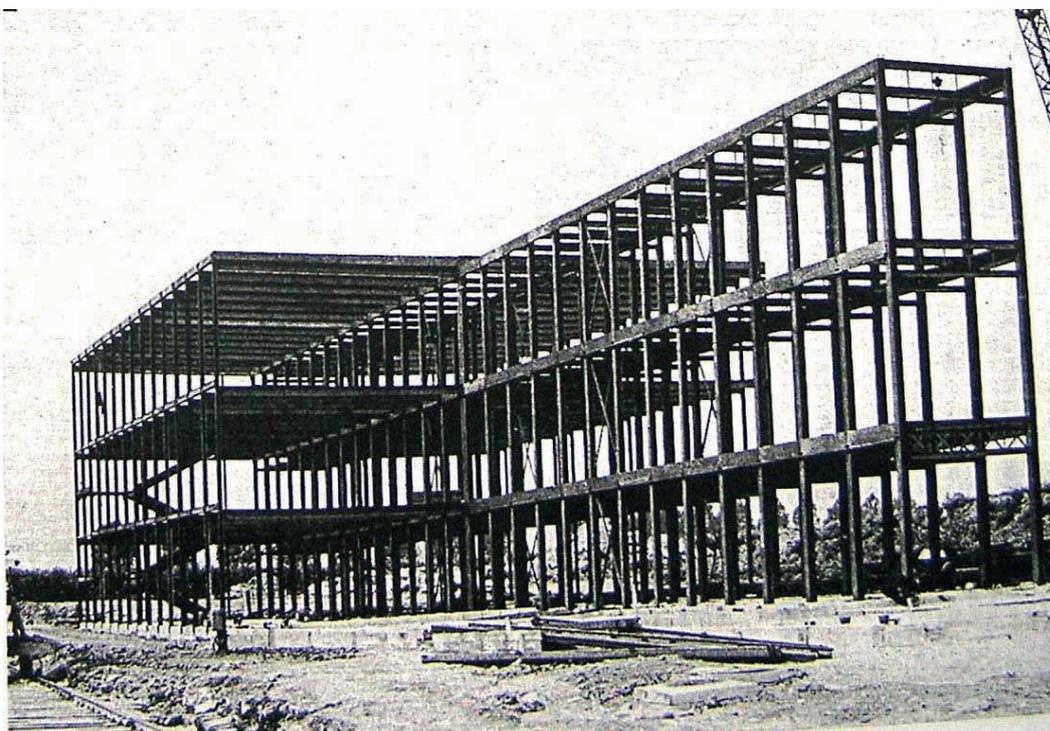


Figure 79. CES 600 à Sedan

Source : « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 98.

⁹⁷⁰ AN 78522/22913/41757

Mixte

Constructions modulaires

Des procédés de préfabrication classés comme systèmes mixtes combinent des éléments préfabriqués métalliques avec des éléments lourds ou légers en béton armé ; deux d'entre eux se distinguent : Constructions modulaires et Devillete-Chissodan.

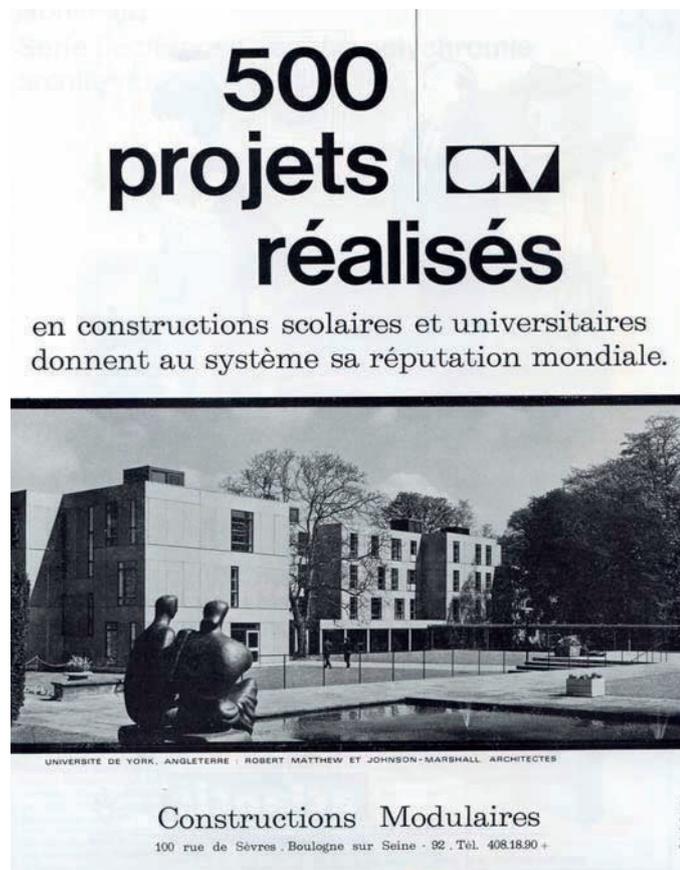


Figure 80. Constructions Modulaires

Source : « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.

Des procédés de préfabrication classés comme systèmes mixtes combinent des éléments préfabriqués métalliques avec des éléments lourds ou légers en béton armé ; deux d'entre eux se distinguent : Constructions modulaires et Devillete-Chissodon.

Le premier naît en Angleterre sous le nom de procédé CLASP⁹⁷¹, et combine une structure métallique avec un plancher mixte béton-acier, semi-lourd. La structure métallique, qui repose sur une dalle en béton armé et sur une trame de 0,90 m, est constituée de poteaux en profil tubulaires carrés, de poutres et de solives à treillis. Sur cette charpente se posent les planchers d'étages, composés de dalles en béton armé préfabriqué, où s'accrochent les éléments préfabriqués en béton des murs pignons. A l'intérieur de cette carcasse, des partitions, constituées par des cloisons sandwichs en fibres de bois aggloméré, sont aussi préfabriquées selon la modulation générale. La toiture est supportée par des panneaux de bois, également préfabriqués, fixés aux poutres de l'ossature. L'escalier, sous-ensemble préfabriqué, utilise le même principe que la préfabrication générale du bâtiment : incorporation d'éléments industrialisés en béton dans une structure de support métallique.

La construction d'un collège pour quatre cents élèves est réalisée à Ballancourt-sur-Essonne, sous la direction des architectes Poirier et Lefèvre, en collaboration avec l'entreprise pilote Devillete⁹⁷². En 1967, l'architecte Poirier, avec la Société des Constructions modulaires, participe à l'un des plus importants programmes, le CES à Escaudain, Lille (Nord)⁹⁷³. A Paris, plusieurs autres CES sont réalisés selon ce procédé, comme le CES 900, avenue Vincent d'Indy, dans le XII^e arrondissement, et le collège Edouard Pailleron, dans le XIX^e arrondissement⁹⁷⁴.

⁹⁷¹ SAINT, A., *Towards a social architecture (The role of school building in post-war England)*. New Haven and London: Yale University Press, 1987.

⁹⁷² « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 107.

⁹⁷³ AN : 78522/22911/41750 et 78522/22913/41759.

⁹⁷⁴ R. CHAPUIS (Rapporteur général), J.-M. SCHLERET (Président), *Observations, évaluations, propositions. (Rapport annuel 2001, bilan de mandats)*, exempl. imprimé (Atelier d'imprimerie du MEN). Paris: Ministère de l'Education nationale, Observatoire national de la sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur, 2001. p. 89.

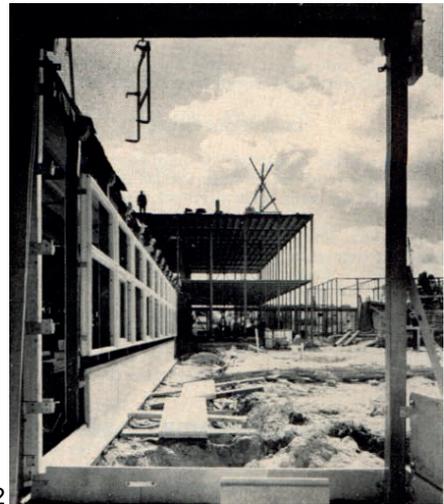
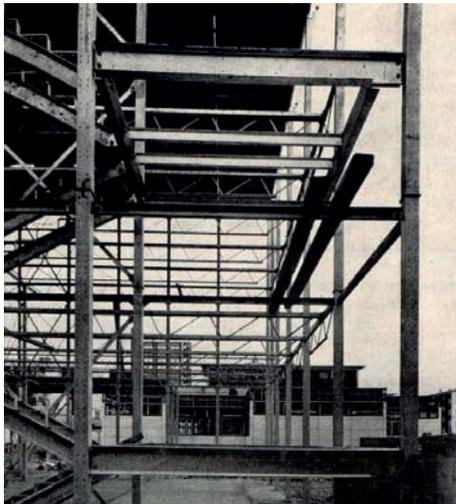


Figure 81. Procédé Constructions Modulaires

Sources : 1) « C.E.G. - C.E.S. - C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 107-109 ; 2) 3) « Numéro spécial: Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction*, 23^{ème} année, n° 3, mars 1968, p. 110-113.

Conclusion

Née en somme avec la Révolution industrielle, dans le second XVIII^e siècle, la préfabrication du bâtiment ne perturbe-t-elle pas déjà la pensée de quelques constructeurs? On imagine la production en série — en moule — de briques et de tuiles dans *l'Art du tuilier et du briquetier* de Jean-Gaffin Gallon, Charles René Fourcroy et Henri-Louis Duhamel du Monceau (1763)⁹⁷⁵, de carreaux, de planches, d'anneaux — dans la manufacture des Frères Perier à Chaillot vers 1785 — et des poignées, des charnières en fonte ou en cuivre moulé. Vers 1792 on tire les tuyaux de plomb à la filière⁹⁷⁶. Eléments de *l'art de bâtir* selon Rondelet, plus tard ils s'urbanisent avec le développement des habitations bon marché pour les fenêtres, les portes, les chevrons, les persiennes. Le second œuvre est le premier à s'industrialiser – i.e. gagné par l'industrie, l'usinage, la série. C'est ce modèle qui semble interpeller les constructeurs du gros œuvre : béton, métal. Des matériaux lourds, encombrants, surhumains. Alors que le second œuvre se travaille à la main, le gros œuvre se mesure à la toise, au module.

A la fin des années 1940, les ruines partiellement relevées, l'afflux d'argent et de matériel américain, le plein emploi, la croissance, tout met en évidence les besoins de construction de grandes portées et de grandes hauteurs, alors que l'offre reste artisanale, locale, chère. La « productivité », catégorie économique venue d'outre-Atlantique, fondatrice de la préfabrication, met en lumière les variations les plus significatives au prisme de la construction scolaire, témoin remarqué des concepteurs comme des usagers de ce moment particulier que sont les Trente Glorieuses.

L'industrialisation du bâtiment

Au début des années 1950, les rapports et les articles de revues techniques mettent en évidence la volonté de l'Etat, comme de certains concepteurs, de rationaliser les méthodes de travail (planification, coordination), pour améliorer la productivité. On cherche à avoir la plus grande visibilité

⁹⁷⁵ H.-L. DUHAMEL DU MONCEAU, C.-R. FOURCROY DE RAMECOURT, J.-G. GALLON, *L'art du tuilier et du briquetier*. Paris, 1763.

⁹⁷⁶ GUILLERME, « Bâtir la ville... », *op.cit.*

temporelle et spatiale du chantier par la globalisation. Pour cela on sépare la phase de conception de la réalisation au sein du processus préfabricateur.

Notre recherche avait pour premier défi de définir l'ensemble des composants matériels et immatériels de la préfabrication scolaire. Ce sont, d'une part, les éléments et les bâtiments préfabriqués, et, d'autre part, les acteurs et les idées de la conception et de la réalisation. Ces systèmes relèvent d'un autre type de complexité que la construction traditionnelle : non plus une succession d'opérations entrecoupées de longues pauses, mais une simultanéité des activités constructives. Tout ceci dans deux lieux de production différents : l'usine et le chantier. En raison de la multiplication de rapports imposés par la genèse technique de la préfabrication, nous mettons en évidence la notion d'échelles pour ainsi délimiter les différents niveaux de relation : élément, bâtiment, ville.

L'industrialisation du bâtiment est d'abord urbaine : elle donne à la commune qui l'adopte un statut de modernité et lui donne accès au rang de ville. Les différentes figures de la préfabrication (lourde, légère, totale, partielle, fermée ou ouverte), ainsi que les différents paramètres de l'industrialisation du bâtiment (normalisation, typification, standardisation...) délimitent ensuite ces échelles. L'évolution du contenu et la traduction de ces notions laissent supposer une trajectoire technologique tournée vers l'ouverture et la légèreté par opposition aux premiers procédés préfabriqués, lourds et fermés. La notion de productivité est au cœur même de cette mutation car elle se rapproche des fondements de la préfabrication et de l'industrialisation du second œuvre.

La préfabrication dans la construction scolaire

L'histoire de la préfabrication dans la construction scolaire est d'abord un parcours heuristique à partir d'une décision étatique. Les premiers efforts du ministère de l'Education nationale, à la fin des années 1940, ont été canalisés vers l'étude de prototypes. Le 13 novembre 1951 est créée la Commission du Plan de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif, au sein de laquelle un groupe spécialisé en techniques de construction donne les clés de la préfabrication. A partir de 1956, les études faites par la Direction de l'équipement scolaire, universitaire et sportif (DESUS), se concentrent sur les principes qui doivent régir la conception: typification et normalisation pour créer des séries.

Les résultats, dans cette deuxième période, sont les plans et projets types, à la base d'une trame controversée, de module de 1,75 m. En revanche, jusqu'au début des années 1960, à l'exception de quelques projets et réalisations de Marcel Lods (procédé GEAI), de René Egger (procédé GEEP) ou du bureau d'études Bernard Lafaille (procédé IETP), la préfabrication n'est guère représentée.

Ce n'est qu'au début des années 1960 que le principal intérêt vise la phase de réalisation, exprimée par la continuité technique (opérations identiques) et continuité d'exécution (opérations sans interruption). Cette condition qui reste primordiale dans la préfabrication, puisqu'elle permet l'amortissement du matériel, est mise en place dans les commandes groupées. Les efforts de conception et de réalisation ainsi que ceux de planification et d'organisation dans la commande, se concrétisent à travers une politique de modèles (traduction technique d'un projet type). Le concours conception-construction qui a lieu en 1962 vise la conformation des équipes associant architecte, bureau d'étude et entreprise autour d'un procédé constructif. C'est le principe du secteur industrialisé au sein du secteur scolaire, créé en 1964 et qui privilégie d'abord la préfabrication en acier - préfabrication légère -, puis la laisse en libre concurrence avec les procédés lourds et fermés – le béton. Cette préfabrication, industrielle, est mise en œuvre principalement dans des collèges d'éducation secondaire, principale cible de la politique étatique qui propose la construction d'un collège par jour (1964-1973).

La trajectoire technologique de la préfabrication dans la construction scolaire, se subdivise en deux périodes, qui dévoilent la séparation de la conception technique (centralisée par la DESUS) avec la réalisation (représenté par les procédés constructifs).

L'indicateur principal de cette rupture est donné par les acteurs :

- Dans la première sous-période (de 1951 à 1962), les auteurs des projets sont des architectes : Mazet, Croizé, Abraham, Nelson, Bilbert, Sebillote, Camelot, Blanchot, Egger, Monnet, Cidrac, Ferraz, Seignol, Battut... ;

- Dans la deuxième sous-période (de 1964-1973), les « acteurs » de la préfabrication industrielle sont les procédés : Camus, Coignet, Tracoba, Barets, Balency, Coutant, SNC, Costamagna, Fiorio, Fillod, GEEP, CIMT, Constructions modulaires...

Le passage d'une politique de conception technique, ministérielle, à la mise en œuvre de la préfabrication industrielle par des « procédés » apporte les éléments d'une deuxième démonstration. La scission déjà imposée entre les « concepteurs-éducateurs » et les réalisateurs de procédés se cristallise lors de la réalisation. Les concepteurs, ne disposant pas des moyens techniques pour assurer la totalité du processus constructif, ont dû déléguer la construction de ces collèges à des organismes constructeurs spécialisés et localisés plus près des chantiers.

Deux logiques opposées semblent être les serrures du processus constructif : « pro-automobile » et « anti-automobile ».

- La première cultive la série et le volume qui présentent des problèmes de continuité technique, spatiale et temporelle. La typologie des procédures, des prix et de projets signifie peu à peu la standardisation matérielle tandis que le groupement de commandes contrôlées par le ministère assoit cette standardisation. Cette logique « pro-automobile » rationalise l'ouvrage en l'entourant et en le structurant par des normes, par des standards prédéfinis et reproductibles. Les concepteurs-éducateurs, en appliquant un module de 1,75 m, s'éloignent de toute logique technique. Dès lors, l'une des voies souhaitées de la préfabrication, celle de l'ouverture, ne serait pas possible dans la construction scolaire.
- La seconde logique, « anti-automobile », imagine une trajectoire « ouverte » et « légère ». Cependant, le parcours de la préfabrication industrielle dans la construction scolaire finit par l'usinage des éléments de façade, légers, collés à la structure lourde et traditionnelle ou du moins coulée sur place.

Des chantiers à ouvrir

Dès lors l'après 1973 représente une nouvelle ère, celle de l'industrialisation ouverte et légère, où les grands paradigmes de la production de masse sont remis en cause par la diversité architecturale et la flexibilité organisationnelle et technique. Comme l'ont souligné Bernard Hamburger et Jean-Louis Vénard dans *Série industrielle et diversité architecturale*⁹⁷⁷, ce pourrait être une des suites de cette recherche.

La faible qualité des produits préfabriqués et industrialisés sous prétexte d'économie et d'urgence, pourrait être la source d'une recherche sur les outils et les méthodes de codification, de réglementation et de documentation technique : l'exemple du collège Pailleron pourrait en constituer un modèle.

On pourrait aussi comparer le bénéfice économique qu'a représenté la construction préfabriquée en rapport avec la construction traditionnelle. Plusieurs variables seraient à considérer : par exemple, le prix, pour la collectivité, des dégâts des chaussées dus aux transports de gros éléments préfabriqués, qui, plus rapides que le charroi, sont aussi beaucoup plus lourds et plus volumineux.

Les utilisateurs, qu'hélas, nous n'avons pas eu l'occasion d'interroger, pourraient contribuer à éclairer cette histoire par une enquête ethno-technique s'intéressant aux élèves de ces collèges, à leurs professeurs, aux occupants des logements de fonction qui étaient réalisés en même temps que les bâtiments scolaires, et qui, heureux ou malheureux, ont gardé un souvenir de ces constructions.

La phase de réalisation du processus de production préfabriqué, que nous n'avons pas eu le temps d'approfondir, est un moment fort de l'application du savoir industriel, savant (dessins cotés, calculs, composition) et théorique (champs des contraintes) ou technique, au chantier. C'est, comme le souligne André Guillerme, un moment de défiance et de confrontation entre le maçon, le charpentier, le serrurier, qui posent les outils et regardent ce qui va les réduire au rang de ravaleur, un moment social et sociétal. « Poutres, poutrelles, pans de mur, défilent dans la rue comme autant de mannequins circulent pour le

⁹⁷⁷ HAMBURGER, VENARD, « Série industrielle... », *op.cit.*

Carnaval ; de lourds camions-toupie qui empruntent des itinéraires spécifiques, artères dont les rayons de courbure doivent être suffisants et les chaussées robustes, itinéraires achalandés où les piétons encore un peu indisciplinés et les badauds mesurent la poussée industrielle, les potentialités de la modernité »⁹⁷⁸, comme aime à le souligner la presse quotidienne. *L'exception parisienne*, la ville de Paris qui doit « sa richesse et son essor à l'industrialisation »⁹⁷⁹, pourrait être la cible des chantiers et des usines de préfabrication.

La dimension internationale est sans doute source d'autres enseignements. La comparaison des diverses solutions apportées à la nécessité d'une construction d'urgence, ainsi que des différents processus d'industrialisation du bâtiment dans différents pays est, pour nous, l'une des suites prioritaires. Comment les Etats-Unis, l'Allemagne, l'Angleterre – pour ne citer qu'eux - ont-ils géré la reconstruction au cours de cette période ? Comment pourrait-on réagir, dans d'autres contextes, face aux besoins de construction massive et urgente à cause, par exemple, de risques territorialisés⁹⁸⁰ ? Le modèle français, où l'on est en train de détruire les bâtiments des trente glorieuses, est-il à suivre ? Ou faut-il trouver d'autres pistes, comme le suggère Raphaële Goulet qui est allée chercher au Mexique d'autres formes d'organisation pour la gestion de la construction de logements en France⁹⁸¹. Ici comme ailleurs les besoins de construction sont éminents et imminents. Il faut, entre autres, prévoir le « elderly-boom » pour loger les enfants des collèves des années soixante...

* * *

Il nous semble avoir montré que la préfabrication, marchant « tambour battant », sous l'impulsion donnée par les élites publiques et privées, refait le secteur du bâti, jugé retardataire. Le bâtiment, que se mesurait à la main ou au bras, se fera, avec la préfabrication, à la règle de calcul.

⁹⁷⁸ Propos d'André Guillerme.

⁹⁷⁹ S. BARLES, A. GUILLERME, « Bâtir la ville », *Paris projet*, n° 34-35, oct. 2003, p. 201.

⁹⁸⁰ J.-P. GALLAND, « Typologie de risques », *Philosophie politique*, n° 11, 2000, p. 131-137.

⁹⁸¹ R. GOULET, « Lucha libre, recherche sur les solutions d'habitat à faible budget au Mexique », projet lauréat de la bourse de recherche jeunes architectes à la Fondation EDF diversiterre et du prix Osiris de l'Institut de France. [en ligne] [réf. du 4 juin 2010]. Disponible sur : <http://www.raphaellegoulet.com/>

Echec ou réussite, il faudrait garder trace de cet héritage et, selon les valeurs définies par Françoise Choay (unicité, exemplarité, historicité), classer les pièces rares et originales – *i.e.* le collège de Rambas dans la Moselle (procédé Tracoba), le groupe scolaire Jean-Jaurès (procédé Camus), l'IUT, avenue de Versailles à Paris (procédé Barets), la Cité scolaire de Cambrai (Fillod), le collège du Syndicat intercommunal de Maisons-Alfort (procédé GEEP)...-, tant qu'elles subsistent, beaucoup d'entre elles étant condamnées par de nouvelles exigences tant pédagogiques qu'environnementales. Nous espérons que la présente recherche contribuera à cette définition : quelques projets et réalisations présentés sont, sans doute, des témoins à conserver pour l'histoire de la préfabrication et de la construction scolaire.

Annexes

Bibliographie

- Pol Abraham : ouvrage publié à l'occasion de l'exposition « Pol Abraham, architecte (1891-1966) », présenté au Centre Pompidou, Galerie du Musée, du 5 mars au 2 juin 2008. Paris: Centre Pompidou, 2008. 213 p.*
- ABDEL-KADER, N.-M.-A. *Adaptabilité de s t echniques de producti on et d e construction industrialisées aux besoins des usagers en habitation*. Thèse de doctorat en philosophie (Aménagement), Faculté d'aménagement, Université de Montréal, mai 1976. 310 p.
- ABRAHAM, J., *L'équipe Perret au Havre, utopie et com promis d'une reconstruction*, Nancy : Ecole d'Architecture de Nancy, 1989. 268 p.
- ABRAM, J., GROSS, D., *Bilan de réalisatio ns expérimentales en matière de technologie nouvelle: 1971-1975*. Paris: Plan Construction, 1983. 179 p.
- ABRAM, J., MONNIER G. (dir.), *L'architecture moderne en France (To me 2: Du chaos à la croissance, 1940-1966)*. Paris: Picard, 1999. 327 p.
- ACHE, J.-B., « Les techniques de construction des bâtiments », in DAUMAS M. (dir.), *Histoire générale des te chniques. Tom e V: Les te chniques de la civilisation industrielle*. Paris: Presses Universitaires de France, 1979. p. 234-49.
- ACHE, J.B., *Eléments pour une histoire de l'art de bâtir*. Paris: Editions du Moniteur des Travaux Publics, 1970. 578 p.
- ACHE, J.B., « L'influence des techniques sur l'expression architecturale », Communication faite à l'Académie des Beaux-arts, séance du mercredi 10 mars 1982, Paris, 1982. Paris: Firmin-Didot et Cie, 1982, 16 p.
- AGUIRRE F., R., RAMIREZ, *Prefabricación y edificació n tradiciona l. (Estudio comparativo entre los procesos de la construcción tradiciona l y prefabricada)*. Madrid: Instituto Eduardo Torroja de la construcción y del cemento, 1973. 125 p.
- ALDUY, J.-P. « Bilan et perspectives de la filière métal en France » p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiqu es techniqu es de construction*, Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984. 570 p.
- ALLUIN, P., *Ingénieries de conception et ingénieries de pro duction. (L'ingénierie dans les entreprises et ses rapports avec la maîtrise d'œuvre)*. Paris: Plan Urbanisme Construction Architecture (Coll. Programmer Concevoir), 1998. 59 p.
- AMAT, F. « Quelques tendances récentes d'évolution de la formation professionnelle initiale en France » p. in M. CAMPINOS-DUBERNET, J.-M. GRANDO, M. MOBUS, *et. al.* (sous la dir.), *Europe et chantiers (Le BTP en Europe : structu res industrielles et marché du travail)*. S.I.: Paris :

- Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace (Plan construction et architecture), 28 et 29 de sept. 1988. 484 p.
- ARCHIERI, J.-F., *Prouvé: cours du CNAM, 1957-1970 (Essai de reconstitution du cours à partir des archives Jean Prouvé)*. Liège: P. Mardaga, 1990. 310 p.
- ASCHER, F., BOUDON P., COHEN C., DARD, R. et.al. , *Architecture et industrie. (Passé et a venir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/ Centre Georges Pompidou, 1983. 260 p.
- ASCHER, F. « De la technique à la notion (interview à J. CARASSUS) », *Les cahiers techniques du bâtiment*, n° 253, juin-juillet 2005, p. 30-1.
- ASHTON, T.S., *La révolution industrielle (1760-1830)*. Paris: Plon, 1955. 348 p.
- ASSOCIAZIONE ITALIANA TECNICO-ECONOMICA DEL CEMENTO-ROMA (AITEC), *Industrializzazione et prefabbricazione e nell'edilizi a scolasti ca*. AITEC, 1966.
- AUBERT, Y., *Le bâtiment peut-il de venir une industrie?* Paris: Eyrolles, 1972. 174 p.
- AYRAULT, C., *Analyse des méthodes d'organisation de l'industrie et de leur transférabilité vers le BTP*. Rapport intermédiaire de travail de thèse. S.I.: s.d. 1991. 111 p., exemp. dactyl.
- AYRAULT, C., *De l'analyse des méthodes d'organisation de l'industrie et de leur transférabilité vers le BTP (Résumé)*, Rapport intermédiaire de travail de thèse. S.I.: s.d. 1991. N. p. exemp. dactyl.
- BACHTOLD, P., MATZ, J.-P., *Du chantier à l'architecture* . Rapport final de recherche pour le compte de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme. Paris: Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports. Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme-Sous direction de l'enseignement de l'architecture et de la recherche, bureau de la recherche architecturale, M. C. GENZLING (chargé du suivi administratif), juill. 1988. Contrat n° 87.0145.00.223.75.01, 262 p., exemp. dactyl.
- BAKENS, W., "International Trends in Building and Construction Research", *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 123, n°2, 1997, p. 102-4.
- BARJOT, D. *La grande entreprise française de travaux publics (1883-1974). (Contraintes et stratégies)*. Thèse de doctorat d'Etat Université de Paris IV, 1989. 4271 p.
- BARJOT, D., *Travaux publics en France (Un siècle d'entrepreneurs et d'entreprises)*. Paris: Presses de l'école des Ponts et chaussées, 1993. 285 p.
- BARJOT, D., BAUDOUI, R., VOLDMAN, D., « Les reconstructions en Europe, 1945-1949 », Actes du colloque international organisé par le Mémorial de

- Caen et le Centre de recherche d'histoire quantitative, Caen, 20-22 fév. 1997. Bruxelles: Ed. Complexe, 341 p.
- BARJOT, D., *La grande entreprise française de travaux publics (1883-1974)*. Paris: Economica, 2006. 940 p.
- BARLES, S., *La ville d'élitè, m'édécins et in génieurs da ns l' espace urbain, XVIIIe-XIXe siècles*. Seyssel : Champ Vallon, 1999, 373 p.
- BARLES, S. GUILLERME, A., « Bâtir la ville », *Paris projet*, n° 34-35, oct. 2003, p. 201.
- BARLES, S., *L'invention des déchets urbains (France 1790-1970)*. Paris : Champ Vallon, 2005, 297 p.
- BAUDOÛ, R., ROSEN, J., *Etude des processus d'ajustement ad ministratif au x réalités sociales, économiques et innovations techniques du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme 1940-1952*. Rapport de recherche final pour la Direction de la recherche et des Affaires scientifiques et techniques du ministère de l'Equipement, du Logement et des Transports. [Paris]: Ecole d'Architecture de Nancy/Laboratoire d'histoire de l'architecture contemporaine, Sept. 1994. Contrat No. 9001140002237501, 241 p., exempl. dactylogr.
- BAUDOÛ, R. *Un grand commis de l'état, Raoul Dautry (1880-1951) (Volume I, Genèse d'un technicien)*. Thèse Histoire du XXème siècle, Fondation National de Sciences Politiques, Institut d'études politiques de Paris, 1991. Dir. BERSTEIN, S.
- BAUDOÛ, R., ROSEN, J., *Etude des processus d'ajustement ad ministratif au x réalités sociales, économiques et innovations techniques du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme 1940-1952*, Rapport de recherche final pour la Direction de la recherche et des Affaires scientifiques et techniques du ministère de l'Equipement, du Logement et des Transports. [Paris] : Ecole d'Architecture de Nancy/Laboratoire d'histoire de l'architecture contemporaine, Sept. 1994. Contrat No. 9001140002237501, 241 p.
- BAUDOÛ, R., ROSEN, J., *Etude des processus d'ajustement ad ministratif au x réalités sociales, économiques et innovations techniques du ministère de la reconstruction et de l'urbanisme 1940-1952 (Tome 2 : Entretien)*, Paris: Ecole d'Architecture de Nancy, Laboratoire d'histoire de l'architecture contemporaine, Septembre 1994. Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques, ministère de l'Equipement, du Logement et des Transports, contrat No. 9001140002237501, 137 p.
- BAUMLIN E., M. BOLLMANN., CHARLOT-VALDIEU C., CHEVET H., *et.al.* « Les tendances techniques de la construction en Europe », Cahiers du CSTB, 319, n° Cahier 2992, mai 1991, p. 1-52.
- BELTRAN A., GRISET P., *Histoire des techniques aux XIX° et XX° siècles*. Paris: A. Colin, 1990. 190 p.

- BENNET, J., *Construction projet management*. Cambridge: University Press, Cambridge, 1985, 220 p.
- BENOIST, P., *La formation professionnelle dans le Bâtiment et les Travaux Publics 1950-1990*. Paris/Montréal: L'Harmattan/L'Harmattan Inc., 2000. 613 p.
- BERNARD, P., *Une politique des composants compatibles. (Vers un renouvellement de l'économie du bâtiment)*. Paris: DBTPC/CIDELT, 1976. 110 p.
- BERNARD, P., *La construction par composants compatibles*. Paris: Editions du Moniteur, 1980. 250 p.
- BERNARD P., DBTPC, *Techniques et avenir. Etat d'avancement de l'action "industrialisation ouverte"*, Paris: DBTPC, Ministère de l'Équipement, s.d. 1976. 11 p.
- BEZANÇON, X., DEVILLEBICHOT, D., NAGY, G., *2 siècles d'entreprise générale et de progrès dans la construction*. Italie: Timée-Éditions, 2006. 288 p.
- BIENAYME, A., *L'économie des innovations technologiques*. Paris: Presses universitaires de France, 1994. 127 p.
- BIGNON, J.-C., « La trame (assistant à la conception technique) » p. 141 in SIMMONNET C. (dir.), *Imaginaire technique (Les cahiers de la recherche architecturale, no. 40)*. Paris: Editions Parenthèses, 1997.
- BILLINGTON, D. P., *The tower and the bridge (The new art of structural engineering)*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1983. 306 p.
- BLACHERE, G., *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975. 310 p.
- BLACHERE, G., « La construction industrialisée en béton », in: CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.). *Les politiques techniques de construction*. Actes du Colloque algéro-français, Sidi Fredj, Algérie, 12 -16 mai 1984. Paris : CSTB, 1985, p. 193-197.
- BLACHERE, G. « La variation des conditions socio-économiques en France de 1945 à 1983 (Les initiatives gouvernementales pendant cette période et leur succès) » p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984. 570 p.
- BLONDEL C., GOURLET V., *Guide de l'histoire des sciences et des techniques en France*. Paris: Cité de sciences et de l'industrie, La Villette et la Société française d'histoire des sciences, 1987. 360 p.
- BOBROFF J., (Sous la direction de), « La gestion de projet dans la construction (Enjeux, organisation, méthodes et métiers) », Actes des journées d'études organisées par l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées les 12

et 13 octobre 1993. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 253 p.

BONNET M., (dir.), ABALLEA B., BIAU V., *et al. Techniques et métiers de la construction. Perspectives.* Paris: CSTB/PCA, 1992. 258 p.

BOUBLIL, A., *Construction cadre de vie et croissance.* Paris, 1980. 259 p.

BOUTTE, F. *Matériaux pour une réflexion critique sur l'industrialisation de la construction des logements.* Projet de fin d'études, Génie civil et bâtiment, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, nov. 1992. 189 p. Dir. QUEFFELEC, C.

BOYER, R., « Productivité et emploi dans le BTP (A propos de quelques recherches récentes) », p. 205-240. *in: PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT* (éd.). *Le travail en chantier.* Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.

BROCHET Ch. (sous la dir. de), MINISTERE DE LA COOPERATION ET DU DEVELOPPEMENT, *Technologies industrielles appropriées et industrialisation.* Paris: Ministère de la Coopération et du Développement, 1981. 314 p.

CAMPAGNAC, E. « Le procès de travail et sa rationalisation (Une forme originale d'industrialisation dans le bâtiment: quels effets sur la division du travail et la qualification? L'exemple de la charpente industrialisée » p. *in PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT* (éd.), *Le travail en chantiers.* Paris : PCH, 16-17 nov. 1983. Paris: p.

CAMPAGNAC, E., *Construction et Architecture (Métiers en mutation?).* Paris: L'Equerre, 1984. 79 p.

CAMPAGNAC, E., *Le marché du petit collectif urbain (Les nouvelles stratégies des acteurs de la construction).* Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (CERTES) : Ministère de l'urbanisme, du logement et des transports (Plan Construction & Habitat), 1985. 191 p.

CAMPAGNAC, E., *Culture d'entreprise et méthodes d'organisation. (L'histoire de Bouygues, Noisy-le-Grand).* LATTES: presses de l'ENPC/CERTES, 1987. 345 p.

CAMPAGNAC, E. « Flexibilité, informatisation et changements organisationnels : les stratégies des grandes entreprises de la construction » p. *in M. CAMPINOS-DUBERNET, J.-M. GRANDO, M. MOBUS, et al.* (sous la dir.), *Europe et chantiers (Le BTP en Europe : structures industrielles et marché du travail).* S.I.: Paris : Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace (Plan construction et architecture), 28 et 29 de sept. 1988. 484 p.

CAMPAGNAC, E., BOBROFF, J., CARO, C., *Approches de la productivité et méthodes d'organisation dans les grandes entreprises de la construction.* Noisy Le Grand: Plan construction et architecture, Ministère de l'Equipement, du Logement, des Transports et de la Mer. Programme

emploi et valorisation des métiers du bâtiment (Contrat de recherche no. 86.61525)/Centre d'enseignement et de recherche techniques et sociétés (CERTES), 1990. 218 p.

CAMPAGNAC, E., « Les cadres dans la construction en France: politiques d'entreprise et évolutions des professions » p. 341 in E. CAMPAGNAC (sous la direction de), BALL M., GIALLOCOSTA G., *Evolutions des professions et politiques d'emploi des cadres dans les entreprises de bâtiment en Europe (France, Grande-Bretagne, Italie)*. Paris: Plan construction et architecture, 1992.

CAMPAGNAC, E., « Les enjeux de l'information dans la conception et la recomposition des relations entre les acteurs » p. 258 in BONNET M., (dir.), ABALLEA B., BIAU V., BOBROF J., *Techniques et métiers de la construction. Perspectives* Paris: CSTB/PCA, 1992.

CAMPAGNAC, E. « La gestion de production dans le bâtiment. (Nature et limite des évolutions, synthèse des études de cas) » p. in *Gestion de projet et gestion de production dans le bâtiment. (Renouvellement des pratiques et méthodes)*. S.I.: Sept. 1993. Paris, La Défense: Plan Construction et Architecture (coll. emploi-qualification-formation, 131 p.

CAMPAGNAC E. (sous la direction de), PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE, «Les grands groupes de la construction: de nouveaux acteurs urbains? (Analyse comparée de l'évolution des grands groupes de la construction dans les pays d'économie développée) », Conférence Internationale de Recherche sur le Logement (CILOG), du 3 au 6 juill. 1990. Paris, 3-6 juillet 1990. Paris : L'Harmattan, 1992, 196 p.

CAMPAGNAC E., NOUZILLE V., *Citizen Bouygues (ou l'histoire secrète d'un grand patron)*. Paris: Pierre Belfond, 1987. p.

CAMPINOS-DUBERNET, M., « La rationalisation du travail dans le BTP: des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme », p.211-221, in MONTMOLIN M. et PASTRE O., *Le taylorisme*. Paris: La Découverte, 1984. 361 p.

CAMPINOS-DUBERNET, M., « La rationalisation du travail dans le BTP (Des avatars du taylorisme orthodoxe au néo-taylorisme) », p. 45-62. in: PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.). *Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.

CAMPINOS-DUBERNET, M. « Productivité du travail et hétérogénéité sectorielle dans le BTP » p. 313-332, in PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.), *Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.

CAMPINOS-DUBERNET M., *Emploi et gestion de la main-d'œuvre dans le BTP. (Mutations de l'après-guerre à la crise)* . Etude réalisée dans le cadre du Département Emploi et Prévisions. Paris: CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR LES QUALIFICATIONS (CEREQ), oct. 1985. dossier no. 34, 349 p., exempl. dactyl.

- CAMPINOS-DUBERNET, M., GRANDO, J.-M., MOBUS, M., « Europe et chantiers. (Le BTP en Europe : structures industrielles et marché du travail) », Actes du colloque organisé par le Plan construction et architecture (programme emploi et valorisation des métiers du bâtiment - EVMB-) et le Centre d'études et des recherches sur les qualifications (CEREQ), S.I., 28 et 29 de sept. 1988. Paris: Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace (Plan construction et architecture), 484 p.
- CAMPINOS, M., « Quelle formation pour les ouvriers du BTP » p. 258 in BONNET M., (dir.), ABALLEA B., BIAU V., BOBROF J., *Techniques et métiers de la construction. Perspectives* Paris: CSTB/PCA, 1992.
- CAMPINOS-DUBERNET, M., « Le BTP secteur spécifique? Une comparaison européenne », p.15- 24, in PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (éd.), *L'innovation en chantier* (Cahier thématique, Chantier 2000). Paris-La Défense: PCA, 1996.151 p.
- CAMPINOS-DUBERNET, M., « Les grandes étapes de la transformation du BTP en France (1950-1989) » p. 151 in : *L'innovation en chantiers* Paris: Plan Construction et Architecture, 1996.
- CAMPINOS-DUBERNET, M., p. PCA/Cahier thématique chantier 2000, *Les grandes étapes de la transformation du BTP en France (1950-1989)*. Paris: Plan Construction et Architecture, 1996. 151 p.
- CAMUS, C., *Imaginaire technique et architecture des lieux de travail. (Lectures du rapport Technique-Architecture)*, Paris: Ecole d'architecture de Paris-la-Villette. Laboratoire espaces du travail, juill. 1990. 66 p.
- CANDEVA, P., *Techniques de mise en œuvre (Méthodologie de concept architecturale adaptée à l'emploi de produits industriels et à l'organisation de chantier)*, Rapport de recherche intermédiaire pour la compte de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme dans le cadre du programme pluriannuel de recherche architecturale (1990-1993). Paris: Ecole d'architecture de Paris-la-Villette, 29 nov. 1990. Contrat de recherche avec le BRA No.82225, 57 p.
- CARASSUS, J., *Economie de la filière construction*. Paris: Presses de l'Ecole National des Ponts et Chaussées, 1987. 159 p.
- CARON, F., *Les deux révolutions industrielles du XXe siècle*. Paris: Albin Michel, 1997. 525 p.
- CARALLI, M. « Architecture scolaire : feu vert pour la création », *Architecture française*, n° 4, avril 1979, p. 4-11.
- CAVALLINI, C., RAFFESTIN, Y., *Le guide de la construction. (Les hommes, les moyens, les méthodes)*. [1^{er} ed. 1977 ; 3^{ème} ed. 1988. 2^{ème} tirage 1991]. Paris: Editions du Moniteur, 1991. 338 p.
- CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHES SUR LES QUALIFICATIONS (CEREQ), *L'industrialisation du gros œuvre du Bâtiment, conséquences*

sur le travail des ouvriers de chantier. Paris: Documentation Française, 1980. 242 p.

CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHES SUR LES QUALIFICATIONS, (CEREQ) « Le BTP: évolution du secteur: rationalisation du travail. (la formation et le travail en chantier: l'entreprise et son milieu: résistance du métier) », *La documentation française. Coll. Formation Emploi*, n° 6, juin 1984, p. 112.

CENTRE INFOBATIR, *Le bâtiment et l'Europe (Bibliographie sur un thème d'actualité du bâtiment)*. Lyon: INFOBATIR, 1991. 10 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), « La productivité. (Un frein à la hausse des coûts de construction) », Colloque, Paris, 2-3 fév. 1981. Paris: CSTB, 351 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), CSTB, « Les politiques techniques de construction », Colloque algéro-français, Sidi Fredj, Algérie, 12 - 16 mai 1984. CSTB, 570 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), *L'industrie du matériel de bâtiment: situation et perspectives*. Paris: Ministère de l'Industrie, 1985. p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), *1947-1997 Des hommes et des bâtiments*. Paris: CSTB, 1997. 52 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), Ecole Nationale des ponts et Chaussées (ENPC), Plan Construction, (eds.), Chaussées, l'Ecole Nationales des Ponts et, « Technologies innovantes dans le bâtiment », comptes rendus du colloque international, Paris, 8-10 nov. 1983. Presses de l'ENPC, 457 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), *Les règles de construction. (Mieux les connaître pour mieux les appliquer)*. Paris: CSTB, 2002. 90 p.

CHAPUIS R. (Rapporteur général), J.-M. SCHLERET (Président), *Observations, évaluations, propositions. (Rapport annuel 2001, bilan de mandats)*, exempl. imprimé (Atelier d'imprimerie du MEN). Paris: Ministère de l'Education nationale, Observatoire national de la Sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur, 2001. 172 p.

CHATELET, A.-M., *Paris à l'école, "qui a eu cette idée folle..." (Ouvrage publié à l'occasion de l'exposition "Qui a eu cette idée folle, Paris à l'école." inaugurée le 28 janvier 1993 au Pavillon de l' Arsenal)*. Paris: Editions du Pavillon de l' Arsenal/Picard éditeur, 1993. 304 p.

CHATELET, A.-M., *La naissance de l'architecture scolaire (Les écoles élémentaires parisiennes de 1870 à 1914)*. Paris: Honoré Champion éditeur, 1999. 448 p.

- CHATELET, A.-M. BENSALAH, K., *L'architecture scolaire en région Ile-de-France (1. La petite couronne)* . Rapport du Laboratoire de recherche histoire architecturale et urbaine, sociétés, Ecole de Versailles. Ministère de la Culture, Direction des affaires culturelles d'Île-de-France, 78 fiches.
- CHATRY, M. « Le métal dans les constructions publiques industrialisées en France (1958-1975) » p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984. 570 p.
- CHEMILLIER, P., *Les techniques du bâtiment et leur avenir. (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Le MONITEUR, 1977. 428 p.
- CHEMILLIER, P., « De la préfabrication aux systèmes constructifs », *Techniques et architecture* n° 328, dec.-janv. 1979, p. 49-51.
- CHEMILLIER, P., *Comment améliorer la productivité du processus de construction?*, Rapport [sans référence] archive du CSTB. S.I. : 21 nov. 1979. 57 p.
- CHEMILLIER, P., « De la préfabrication aux systèmes constructifs », *Techniques et architecture* n° 328, dec.-janv. 1979, p. 49-51.
- CHEMILLIER, P., *Industrialización de la construcción (los procesos tecnológicos y su futuro)*. Barcelona: Editores técnicos y asociados, 1980. 310 p.
- CHEMILLIER, P., CHABREL, L., *Les évolutions technologiques dans le bâtiment (Bilan et perspectives)*. Paris: CSTB (Cahier 1757), 1982. 74 p.
- CHEMILLIER, P., « Technological evolutions in France after 1950 and present trends » p. in *Seminar on construction and building materials*. S.I.: SASO, CSTB, AFNOR, CEBTP, 6-7 February 1984. S.I.: S.I., 10-4 p.
- CHEMILLIER, P. « Les filières de construction et les produits industriels » p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction*, Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984. 570 p.
- CHEMILLIER, P. « Le système français de réglementation, textes normatifs, règles de l'art, certification » p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984. 570 p.
- CHEMILLIER, P., GUIHENNEUC, J.-C.. « Industrialisation du bâtiment et conception architecturale » p. in *L'avenir des techniques du bâtiment, Méthodologie, l'organisation séquentielle*. Paris: P. CANDEVA, R. JOLY, J. SWETCHINE, Ecole d'Architecture de Paris La Villette, 29 nov. 1986. 57 p.
- CHEMILLIER, P., *Sciences et bâtiment (La démarche scientifique appliquée à la construction)*. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 1986. 447 p.

- CHEMILLIER, P., « Les sciences et les techniques du bâtiment dans la compétition européenne », p. 143, in MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRAVAUX ET DE LA MER, (éd.), *Les rencontres de la construction (Nouvelles techniques et nouveaux enjeux)*. S.l.: Paris : Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées, 3 et 4 fév. 1988.
- CHEMILLIER, P., « Comment construira-t-on les bâtiments en France en 2025 » p. 258 in BONNET M., (dir.), ABALLEA B., BIAU V., BOBROF J., *Techniques et métiers de la construction. (Perspectives)* Paris: Plan Construction et Architecture, 1992.
- CHEMILLIER, P. « Quelques réflexions pour moderniser le secteur du bâtiment », *Les Cahiers du Centre scientifique et technique du bâtiment*, n° 341, C. 2663, juil.-août 1993, p. 13 P.
- CHEMILLIER, P., BUTTENWIESER, I., CHEVET, H., CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB) (éd.), *Panorama des techniques du bâtiment 1947-1997*. Paris: CSTB/Plan Construction et Architecture, 1997.
- CHERUETTE, P. « 30 ans de techniques du bâtiment », *Les cahiers techniques du bâtiment*, n° 253, juin-juill. 2005, p. 28-9.
- CHIANG, Y-H., "Prefabrication and barriers to entry -a case study of public housing and institutional building in Hong Kong", *Habitat International*, 2005, p. 18.
- CHOAY, F., *L'urbanisme, utopies et réalités : une anthologie*. Paris: Editions du Seuil, 1965. 448 p.
- CHOAY, F., *La règle et le modèle. (Sur la théorie de l'architecture et de l'urbanisme)*. Paris: Editions du Seuil, 1996. 378 p.
- CHOAY, F., *L'allégorie du patrimoine*. Paris : Seuil, 1996, 260 p.
- CHOUINARD, L. *Contribution à l'analyse économique de l'industrialisation du bâtiment*. Thèse de 3ème cycle, Sciences économiques et d'économie appliquée à la gestion, Rennes 1, 1976. 556 p. Dir. Y., MORVAN.
- CINQUALBRE O., *Taylor au pied du mur. (Histoire de la rationalisation dans la construction)*. Rapport final de recherche pour le compte du Plan Construction Architecture du ministère de l'Équipement, du Logement, du Transport et de l'Espace. Paris: Association pour la Recherche et le Développement en Urbanisme (ARDU)/ Université Paris VIII, 1991. Lettre de commande no. 29, exercice 1987, 94 p., exempl. dactyl.
- COHEN, J.L. *L'architecture d'André Lucart (1894-1970)*. Sciences Sociales, Ecoles des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1985. 1035 p. Dir.
- COHEN, C., *Le chantier dans la diffusion de l'innovation technique : approche socio-économique du changement technologique dans le bâtiment*, Paris la Défense: PCA, 1998. PCA B1008, 74 p - 2 p.

- COHEN, J.-L., *La planète comme chantier*. Paris Ed. Zoé, 2005. 191 p.
- COHENDET P., A. KRASA, P. LLERENA, « Propriétés et principes d'évaluation des processus de production dans un régime de variété permanente », p.55-73, *L'après-taylorisme*. Paris: Ed. Economica, 1988.240 p.
- COLEY, C., *Jean Prouvé*. Paris: Centre Georges Pompidou, 1993. 69 p.
- CONSEIL A LA DECISION ET A LA REALISATION EN AMENAGEMENT URBAIN RURAL ET REGIONAL, (CODRA), Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), *Evolution historique des concepts en matière d'industrialisation de la construction. (1919-1970)*, Bagneux: CODRA, 1979. 68 p.
- CONSEIL INTERNATIONAL DU BATIMENT (CIB), (ed.), *Trends in building construction techniques worldwide (Les tendances techniques du bâtiment dans le monde)*. Paris: Audicom, 1989. 96 p.
- CONSULT-PREFAB « La construcción industrializada », *Hogar y Arquitectura*, 106, n° 1973, p.
- COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR CONSTRUCTION INNOVATION, « Cross-national research on barrier to construction automation and robotics implementation in Australia and Japan (article type du "Second International Conference of the CRC for Construction Innovation, 12-14 March 2006) », p. N. in: *Industry development: innovation and technology diffusion*. S.I., 2006. Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation, N. p.
- CORIAT, B. « Le procès de travail de type 'chantier' et sa rationalisation » p. in PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.), *Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.
- CROIZE, J.-C., « Le logement dans l'impasse (1945-1952) » p. 13-9 (2ème partie) in NOVIAN P., JACQUES R., VAYSSIERE B. (éds. Scientifique), *Les Trois reconstructions : 1919-1940-1945 : compte rendu des rencontres des 19 et 20 mai 1983 à l'IFEA... / organisées par le Département Échanges et formation de l'IFA, l'Association de pratique et de recherche en architecture et urbanisme n° 5 et l'Institut d'urbanisme de Paris à Créteil* Paris: Institut français d'architecture, 1983.
- CROIZE J.C., LUQUET J., *Guide des archives de l'Équipement. (Le logement et la construction en France de 1945 à 1960, multigraphié)*, Nanterre: Centre de recherche sur l'Habitat, juillet 1988. 73 p.
- CROIZE, J.-C. « A time when France chose to use prefabricated panel construction systems: the "4 000 logements de la région parisienne" programme (1952-1958) » 877-86 p. in DUNKELD M., J. CAMPBELL, H. LOUW, et. al. (eds.), *Proceedings of the second international congress on construction history (vo l. 1)*. Cambridge, Queens' College Construction History Society, 29th March-2nd April 2006.

- CROLA J. F., GUILLERME A. (eds.), « Histoire des Métiers du Bâtiment aux XIX et XX siècles », séminaire de recherche, Fondation Royaumont, 28-30 nov. 1989. Paris La Défense: Plan Construction et Architecture (coll. Emploi Qualification Formation), 1991, 349 p.
- DAUMAS, M., « Les engins des travaux publics et de manutention » p. 211-33 in M., DAUMAS, *Histoire générale des techniques* Paris: Les techniques de la civilisation industrielle, 1978.
- DAUMAS M., (dir.), *Histoire générale des techniques. Tome V: Les techniques de la civilisation industrielle*. Paris: Gallimard (1962-1979), 1979. 5 vol, 234-49 p.
- DAVEY, N., *History of building materials*. London, 1961. 278 p.
- DEGIOANNI, J.-F. « Constructions scolaires : réhabiliter avec le métal », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° 5013, 1999.
- DEKEYSER, D., *Béton armé et logement collectif en région parisienne (cinq exemples 1930-2000)*. Paris: Ecole d'architecture de Paris-Belleville, 2003. 120 p.
- DELEMONTEY, Y. « The MRU experimental building competitions (1947-1951): the birth of industrialised building in France » 969-87 p. in DUNKELD M., J. CAMPBELL, H. LOUW, et. al. (eds.), *Proceedings of the second international congress on construction history*. Queens' College, Cambridge University, Cambridge: Cambridge: Construction History Society, 29th March-2nd April 2006.
- DELEMONTEY, Y. « Le béton assemblé, formes et figures de la préfabrication en France, 1947-1952 », *Histoire urbaine*, n° 20, déc. 2007, p. 15-38.
- DELEMONTEY, Y. *Le béton assemblé, préfabriquer la France de l'après-guerre (1940-1955)*. Thèse de doctorat en architecture, Université Paris 8 (Ecole doctorale Ville et Environnement)/Université de Genève (Institut d'architecture -IAUG), 19 nov. 2009. 436 p. Dir. COHEN, J.-L.
- DEMBO, N. "Architecture and Industrialization: a friendly relationship (The Venezuelan experience)", p. 483-489, in *Proceedings of the third international congress on construction history (Vol. 1)*, Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany, 20-24 may 2009.
- DESDEVISES, A. « Le ciment, matériau de construction », *Culture Technique*, n° 26, déc. 1992, p. 51-7.
- DESMOULINS, C., *Joseph Belmont (Parcours atypique d'un architecte)*. Paris: Editions PC, 2006. 144 p.
- DEYFUS, J., *La société du confort: quel enjeu, quelles illusions?* Paris: L'Harmattan, 1990. 163 p.

- DEZES, M.G. « Politique urbaine et recherche urbaine, France 1945-1980. (Eléments de bibliographie analytique) », *Bulletin de l'IHTP*, n° 20, juillet p. 24-53.
- DIETZ A.G.H., L.S. CLUTER, (ed.), *Industrialized Building Systems for Housing*. Massachusetts Institute of Technology, 1971. 260 p.
- DIONE, *Travaux publics et innovations technologiques en Afrique du Nord, 1942-1953*, Rapport de recherche pour le Plan urbain. Paris: 1985. 75-86 et 151-7 p.
- DJEBBAR, A., GOHAU, G., J. ROSMORDUC (coord.), *Pour l'histoire des sciences et des techniques*. Paris: Hachette Education, 2006. 159 p.
- DOUTRIAUX, E. « Marcel Lods: l'expérience de la Grande Mare à Rouen (1968-1970) », *Le moniteur architecture*, n° 114, 2001, p. 74-9.
- DREWER, S., "A perspective of the international construction system", *Habitat international*, Vol. 25, 2001, p. 69-79.
- DUBY, G., *Histoire de la France urbaine*. Paris: Le Seuil, 1985. 665 et 668 p.
- DUCLOS, J.-P. *Un CES par jour ou l'Etat dans tous ses états*. Thèse de doctorat en Sciences politiques (Spécialité «Gouvernement local et administration locale ») Université de Bordeaux I, Institut d'Etudes politiques, Centre d'étude et de recherche sur la vie locale, 1992. 332 p. Dir. DUMAS, J.
- DUFAUX, F., FOURCAUT, A., SKOUTELSKY, R., *Faire l'histoire des grands ensembles*. Lyon: ENS 2003. 207 p.
- DUNKELD, M., CAMPBELL, J., LOUW, H., « Proceedings of the second international congress on construction history », *Proceedings of the second international congress on construction history*, Queens' College, Cambridge University, 29th March-2nd April 2006. Cambridge: Construction History Society (CHS), 3471 p.
- DUPEUX, G., *Atlas historique de l'urbanisation de la France, 1811-1975*. Paris: Editions du CNRS, 1981. N. p.
- DUPIRE, A., HAMBURGER, B., PAUL, J.C., et al. *Deux essais sur la construction*. Bruxelles: Architecture/Pierre Mardaga, 1981. 187 p.
- DU-TERTRE, C. « Procès de travail de type chantier et efficacité économique: le cas du BTP français » 484 p. in M. CAMPINOS-DUBERNET, J.-M. GRANDO, M. MOBUS, et al. (sous la dir.), *Europe et chantiers (Le BTP en Europe : structures industrielles et marché du travail)*. S.I.: Paris : Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace (Plan construction et architecture), 28 et 29 de sept. 1988.
- DU-TERTRE, C., ASSOCIATION D'ENQUETES ET RECHERCHES SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL (AEROT), *Flexibilité organisationnelle et productivité dans le bâtiment*. Paris: Ministère de l'Equipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports, Plan

- Construction, coll. Recherches (Programme EVMB: contrat no. 8561526), mars 1988. 111 p.
- DU-TERTRE, C., LE-BAS, C., *L'innovation et les entrées prises à l'ingénierie intégrée dans le bâtiment*: Plan Construction et Architecture (PCA), mars 1997. 190 p.
- DU-TERTRE C. (Sou la direction de), *Travail et productivité dans le bâtiment*: Plan Construction et Architecture, mars 1990. 83 p.
- EFFOSSE, S., *L'invention du logement aidé en France, l'immobilier au temps des Trente Glorieuses*. Paris: Comité pour l'histoire économique et financière de la France, 2003. 736 p.
- EGMOND, E., SCHEUBLIN, F. « Successful Industrialization, Innovation and Prefabrication in Construction », p. 415-426, in: *11th Joint CIB International Symposium: Combining forces (Advancing Facilities Management and Construction through Innovation)*. CD of International Symposium organized by K. Kähkönen and M. Sexton, Helsinki, June 13-16 2005. Finland : VTT-Technical Research Centre of Finland/RIL-Association on Finnish Civil Engineers, 2005. 2702 p.
- ELLIOTT, C.D., "Techniques and Architecture. (The development of materials and systems for buildings)", *Cambridge, MIT Press*, 1992, p. 467.
- EMMERICH, D.G., *Cours de géométrie constructive (Morphologie)*. 2e éd. Paris: Centre de diffusion de la grande masse, 1969. 188 p.
- EPRON, J.P., *L'architecture et la règle*. Liège: Pierre Mardaga, 1981. p.
- ETTER, S. *Aspects méthodologiques du "changement technique" (Evolution des conditions de la maîtrise d'oeuvre architecturale en France (1944-1974), à travers les archives du CSTB)*. Mémoire de DEA Histoire des Techniques, CNAM/EHESS/Université de Paris IV, 1991. 70 p. Dir.
- FAURE, A., Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques, *Entre les tours et les barres. (Restructurer les espaces publics des grands ensembles)*. Lyon: CERTU, 1996. 205 p.
- FEBVRE, L. « Réflexions sur l'histoire des techniques 1935 », *Les annales d'histoire économique et social*, n° 1955, p. 36.
- FERNANDEZ, J.A., *Prefabricación. (Teoría y práctica, Tomo I)*. Barcelona: Editores técnicos asociados, 1974. 510 p.
- FERNANDEZ, J.A., *Prefabricación. (Teoría y práctica, Tomo II)*. Barcelona: Editores técnicos asociados, 1974. 510 p.
- FIGOLI Y., (sous la dir.), *L'art de bâtir. (Volume I)*. Québec: Modulo éditeur, 1983. I,347 p.
- FINN, D.W., "L'industrialisation de la construction", *Construction Canada*, Vol. 34, n°4, 1992, p. 25-6.

- FONTANA, L., « Molding Earth Outline: typology, technology and morphology of earth building », 3403-12 p. in DUNKELD M., J. CAMPBELL, H. LOUW, *et. al.* (eds.), *Proceedings of the second international congress on construction history*. Queens' College, Cambridge University, Cambridge: Cambridge: Construction History Society, 29th March-2nd April 2006.
- FOURASTIE, J., *La productivité*. Paris: Imprimerie des Presses Universitaires de France, collection Que sais-je?, 1962. 119 p.
- FOURASTIE, J., *Les trente glorieuses ou la révolution invisible de 1946 à 1975*. [Paris]: Fayard, 1979. 288 p.
- FRUITET, L. « Panorama illustré de la filière acier dans les bâtiments urbains » 570 p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction*, Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984.
- FRUITET, L., « Constructions métalliques. Constructions industrialisées. », *Techniques de l'Ingénieur, traité de Construction*, 1987, doc. C2 595.
- GANN, D.M., « Construction as a manufacturing process? -similarities and differences between industrialised housing and car production in Japan », *Construction Management and Economics*, 1996, p. 37.
- GANN, D.M., *Building innovation. (Complex constructs in a changing world)*. London: Thomas Telford, 2000. 257 p.
- GARAS, F.-K., « Trends and perspectives in construction, automation and industrialisation in research and industry », p. 11-15. in: TNO (eds). *Research and technology development as an investment in the construction industry*, Proceedings 13th CIB World Building Congress. 8 - 9 may 1995. Amsterdam, 177 p.
- GARCIA J.C., TREUTTEL J.J., TREUTTEL J., ECOLE D'ARCHITECTURE DE NANTES, *L'immeuble collectif à ossature béton (L'apogée et la chute)*, Rapport final d'une recherche remise au Bureau de la recherche Architecturale, programme pluriannuel 1990-1993. Paris-La Défense: Ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, juin 1993. Lettre de commande No. 84219, 155 p.
- GARCIA J.C., TREUTTEL J.J., TREUTTEL J., BRA, *Donner un caractère obligatoire à la création (architectes, BET et grands ensembles des années 50)*. Paris-La Défense: ministère de l'Équipement, du Logement et des Transports, 1994. 47 p.
- GIEDION, S., *Espace, temps, architecture: le roman d'une nouvelle tradition*. Bruxelles: La connaissance, 1968. 553 p.
- GILLE, B., *Histoire des techniques et des civilisations. (Techniques et sciences)*. Paris: Gallimard, 1978. 1652 p.

- GIRMSCHIED, G. « Industrialization in building construction - production technology of management concept? » 427-41 p. in *Combining forces (Advancing Facilities Management and Construction through Innovation)*. Helsinki: International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), Finnish Association of Civil Engineers (RIL), Technical Research Centre of Finland (VTT), June 13-16 2005. Finlande: VTT/RIL.
- GOBIN, C., *Composants d'enveloppe. (De l'industriel au chantier)*. Paris: PCA, 1996. 56 p.
- GOBIN C., HATAIS G. (entreprise DUMEZ), « La démarche conception-réalisation », *Gestion de projet et gestion de production dans le bâtiment (renouvellement des pratiques et méthodes)*, Paris, PCA, 1994, 19-29 p.
- GOBIN, C. PERIN, J.-M., FRANCA, J.-P., « Construction et conception (Conditions d'une nécessaire concurrence) », *Techniques de l'Ingénieur*, n° C3054, août 2004, p. 1-19.
- GRESSEL, R. « Logique industrielle et métier dans le gros œuvre », *Formation-emploi (Le BTP)* n° 6, Avril-Juin 1984, p. 63-70.
- GREZES, D., CHARON, J.-P., *Industrialisation ou verte: recherche et expérimentation 1971-1983 (Bilan de douze années de recherches et d'expérimentations, des premières réflexions aux réalisations expérimentales)*. Paris: Ministère de l'urbanisme et du logement (Plan construction & habitat. Bilan thématique)/Impr. centrale commerciale, 1983. 239 p.
- GUEYFFIER M.-F., MARTIN P., GUFFON J.-L., LECONTE G. *et al.*, *Innover ensemble*, Cahier thématique chantier 2000. Paris: Plan Urbanisme Construction Architecture, mai 1997. 75 p.
- GUIDOT, R., « Matériaux d'industrie, matériaux d'architecture » p. 260 in CENTRE GEORGES POMPIDOU, (ed), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.
- GUILLERME, A., « Histoire des Métiers du Bâtiment aux XIX et XX siècles (Rapport introductif) », Séminaire de recherche, Fondation Royaumont, 28-30 nov. 1989. Plan Construction et Architecture (coll. Emploi Qualification Formation), 1991, 349 p.
- GUILLERME A. (dir.), TALMON, E., GRIMBERT, M., *et al. Histoire des métiers du bâtiment aux XIXe et XXe siècles. (Bibliographie)*. Paris: Plan Construction et Architecture, 1993. 114 p.
- GUILLERME, A., *Bâtir la ville, révolutions industrielles dans les matériaux de construction: France-Grande Bretagne (1760- 1840)*. [Seysssel]: Champ vallon, 1995. 315 p.
- GUILLERME, A. « Les matériaux de construction », *Musée des arts et métiers (La revue)*, n° 17, déc. 1996, p. 4-11.

- GUILLERME, J., *Technique et technologie*. Paris: Classiques Hachette, 1973. 93 p.
- GUILLERME J. (sous la direction de), *Amphion (études d'histoire des techniques) 1: Le droguier du fonctionnalisme*. Paris: Picard, 1987. 195 p.
- GULLI, R. « Pre-fabricated school buildings in Italy. The experimental events of the '60 », p. 775-782., in *Proceedings of the third international congress on construction history (V ol. 1)*, Brandenburg University of Technology Cottbus, Germany, 20-24 may 2009.
- HAMBURGER, B., VENARD, J. L., *Série industrielle et diversité architecturale*. Paris: La documentation française (Coll. Plan construction), 1977. 126 p.
- HEDEDUS E. (ed.), CSIRDAS T., GILYEN J., KATONA J. et.al., *Industrialisation du bâtiment, conception des projets techniques, typifications en Hongrie*, Elaboré à la charge du ministère de la construction et du développement par l'institut des projets pour bâtiments-types. Budapest: Institut des projets pour bâtiments-types, 1969. 228p.
- HOYET, N., *Concevoir avec des composants. (La pratique architecturale et les conventions de coordination dimensionnelle)*. Paris: Editions Regirex/Techniques et Architecture, 1981. 55 p.
- HUGHES, T., « The evolution of large technological systems » p. 405 in W. BIJKER, T. HUGHES, T. PINCH, (eds.), *The social construction of technological systems (New directions in the sociology and history of technology)* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1994.
- HUGHES, T. « L'histoire comme système en évolution », *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 53, n° 4, 1998, p. 839-57.
- INSTITUT FRANCAIS D'ARCHITECTURE, GAUBERT, S., COHU, R., *Archives des fonds, XIX^{ème}-XX^{ème} siècles*. Paris: Direction des Archives de France/La documentation française, 1996. 320 p.
- JACOMY, B., *Une histoire des techniques*. Paris: Seuil, 1990. 366 p.
- JAMBARD, P. « La SAE, un constructeur de la ville des Trente Glorieuses », *Entreprises et histoire*, n° 30, sept. 2002, p. 45-62.
- JAY-HOWESTINE, E., "Productivité dans la construction - exigences universelles", *Bâtiment international, building research & practice (The journal of CIB -The international Council for Building Research Studies and Documentation)*, nov.-dec. 1975, p. 365-71.
- KARSENTY, G., *La fabrication du bâtiment. (Tome 1: Le gros œuvre)*. Paris: Eyrolles, 1997. 547 p.
- KELLER, J. « La pratique d'un industriel constructeur » 570 p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12-16 mai 1984.

- KHADR, A. *L'industrialisation de la construction (de la conception à la fabrication)*. Thèse NR Sciences et Techniques du Bâtiment, Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie, 1991. 100 p. Dir. M., HUREZ.
- KLEMM, F., *Histoire des techniques*. Paris: Payot, 1966. p.
- KOPP, A., *Quand le modern n'était pas un style mais une cause*. Paris: Ecole nationale supérieur des beaux-arts, 1988. 333 p.
- KOPP A., BOUCHER F., PAULY D., Association pour la recherche et le développement de l'Urbanisme (ARDU), Université de Paris VIII, 1945 - 1953 : France : l'architecture de la reconstruction. (Solutions obligées ou occasions perdues ?), Rapport de fin d'étude d'une recherche remise au secrétariat de la recherche architecturale en exécution du programme général de recherche mené par le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie. Saint Denis: ARDU, oct. 1980. 313 p.
- KROLL, L., *Composants: Faut-il industrialiser l'architecture?* Bruxelles : SOCOREMA, s.d. 134 p.
- KURRER, K.-E., LORENZ, W., V. WETZK (éds, *Proceedings of the third international congress on construction history*, Branderburg university of Technology Cottbus, Germany, 20th-24th May 2009. Cottbus, Germany: Chair of Construction History and Structural Preservation of the Branderbur University of Technology Cottbus, Germany, 1558 p.
- LAFFITTE, J., *Réflexions sur la science des machines*. Paris: Librairie philosophique J. Vrin, 1972. 122 p.
- LAINÉ, M., *Les constructions scolaires en France*. Paris: Presses universitaires de France, coll. L'éducateur, 1996. 239 p.
- LAMBERT G., Centre d'histoire des Techniques (CNAM), *Publications techniques et stratégies éditoriales du Plan Construction au PUCA (1971-1998)*, Paris: Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer, juin 2005.
- LAMBERT, G. « La Première décennie du Plan Construction 1971-1982, stratégies éditoriales et représentations », *Histoire de l'architecture française. De la Révolution à nos jours*, n° 59, octobre 2006, p. 141-51.
- LAMBERT, G., V. NEGRE (sous la dir.), *Ensembles urbains, 1940-1977. Les ressorts de l'innovation constructive*, Rapport réalisé dans le cadre de l'axe de recherche "Technique, territoire, architecture" du CDHTE pour la Direction de l'Architecture et du Patrimoine, Sous Direction de l'architecture et du cadre de vie, bureau "création architecturale, paysage et cadre de vie". Paris: Conservatoire National des Arts et Métiers, Centre d'histoire des techniques et de l'environnement (CDHTE), 2009. 115 p.
- LABRUNYE, R. « L'ingénieur et l'ingénu (Histoire d'école(s)) », p. 19 in *Annuel des mémoires 2000-2001*, mémoires de II^e cycle. Versailles : Ecole d'architecture de Versailles

- LABRUNYE, R. « Jean Prouvé ou l'impossible industrie », *Le Visiteur*, n° 11, mai 2008, p. 56-63.
- LE MONITEUR (ed), *Les équipements scolaires (Concevoir-construire-utiliser)*. Paris: éd. du Moniteur, 1983. 349 p.
- LEMOINE, B. « Industrialisation de l'acier et logement », *Techniques et architecture*, n° 484 Dossier : Acier, p. 22-29.
- LENGEREAU, E., *L'Etat et l'Architecture 1958-1981 (Une politique publique?)*. Paris: Picard, 2001. 559 p.
- LEHMANN, L. *Un prototype d'architecture industrialisée : la société civile d'architectes Lods-Depont-Beauclair. (Le procédé Geai et l'opération de la Grand'Mare à Rouen 1968-69)*. Mémoire de 3ème cycle de l'Ecole d'Architecture de Paris Belleville Ecole d'architecture de Paris-Belleville, 2002. 297 p. Dir.
- LEON, A., ROCHE, P., *Histoire de l'enseignement en France*. Paris: PUF, coll. Que sais-je?, 2005. 127 p.
- LENGEREAU, E., *L'Etat et l'Architecture 1958-1981 (Une politique publique?)*. Paris: Picard, 2001. 559 p.
- LEWICKI B., RAO A.G.M., MURTHY D.S.R., *Modular co-ordination, standarization and tolerances, Systems building. Madras: Unites Nations Developement Programme/ Structural Engin ering Research Centre, 1974. technical report no. 3, 17p.*
- LODS, M., *Le métier d'architecte*. Paris: France-Empire, 1976. 213 p.
- LOMBARD, P., *Constructions scolaires. (Recommandations pour les études d'adaptation au site, exemple de dossier d'étude établip ar M. Pierre Lombard, architecte)*. Paris: MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, Direction des équipements et des constructions, Centre National de Documentation Pédagogique, 1977. 13 p.
- LUCAN, J., *France architecture. (1965-1988)*. Milan/Paris: Electa Moniteur, 1989. 202 p.
- LUCAN, J., *Eu et gaz à tous les étages: Paris: 100 ans de logement. (Ouvrage publié à l'occasion de l'exposition [...]inaugurée le 29 septembre 1992 au Pavillon de l'Arsenal)*. Paris: Edition du Pavillon de l'Arsenal/Picard, 1992. 279 p.
- LUCAN, J., *L'architecture en France. (1940-2000)*. Paris: Le Moniteur, 2001. p.
- LUQUET, J., *Archives de l'Equipement 1940-1987. (Etat des verse ments des administrations centrales aux Archives nation ales)*. Paris: ministère de l'Equipement, du logement, de l'aménagement du territoire et des transports, 1988. 130 p.

- MACE, G., *Guide d'élaboration d'un projet de recherche*. Québec: Les Presses de l'Université Laval, 2000. 119 p.
- MADELIN, P., *Industrialisation dans le bâtiment*. Paris: G.M., 1969. 240 p.
- MAINSTONE, R.J., *Building and architecture in a history of technology*. Oxford: Clarendon Press, 1978. 7,930-57 p.
- MANSEAU A., G. SEADEN, CIB, CIB TG35, *Innovation in construction. (An international review of public policies)*. Londres: Spon Press, 2001. 409 p.
- MARCY, R. « Les techniques de construction » 570 p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12-16 mai 1984.
- MARGHERI I., MORDOHAY F.O., *A bâtiment nouveau...nouvelles filières*. Paris: CSTB, mai 1989. 69 p ?
- MARGIRIER, G. « Le secteur du bâtiment et des travaux publics dans la crise: comparaison France, RFA, Italie, Royaume-Uni » 484 p. in M. CAMPINOS-DUBERNET, J.-M. GRANDO, M. MOBUS, *et. al.* (sous la dir.), *Europe et chantiers (Le BTP en Europe : structures industrielles et marché du travail)*. S.l.: Paris : Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de l'espace (Plan construction et architecture), 28 et 29 de sept. 1988.
- MARREY, B., *Le fer à Paris*. Paris: Picard Editeur, 1989. 209 p.
- MARREY B., HAMMOUTENE F., *Le béton à Paris*. Paris: Editions du Pavillon de l'Arsenal/Picard Editeur, 1999. p.
- McCUTCHEON, R. T., « Science, technology and the state in the provision of low-income accommodation: the case of industrialized house-building, 1955-77 », *Social studies of science*, Vol. 22, n°2, 1992, p. 353-71.
- MENKHOFF, H. « Industry research and implementation », *Building research and information*, 20, n° janv. - fév. 1992, p.
- MIDDLETON, R., « Rationalisme et historicisme » p. 195 in GUILLERME J. (sous la direction de), *Amphion (études d'histoire des techniques) 1: Le droguier du fonctionnalisme* Paris: Picard, 1987.
- MINACA, M. « Evaluation de la procédure conception-construction appliquée à six cas concrets de constructions publiques » p. in *Les rencontres de la construction (Conducteur d'opération : un métier en évolution)*. à l'initiative de la Direction de la Construction du Ministère de l'Equipement, du Logement, des Travaux et de la Mer, 26 et 27 oct. 1990. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées,
- MINISTERE DE LA REGION WALLONNE, Plan de relance et redéploiement Wallon, *L'industrialisation ouverte et le logement*. Institut Wallon de

développement économique et social et d'aménagement du territoire a.s.b.l., déc. 1979. Rapport B, 76 p.

MISSION INTERMINISTERIELLE POUR LA QUALITE DES CONSTRUCTIONS PUBLICS, *Programmation des bâtiments publics*. Paris: Le Moniteur, 1994. 137 p.

MINOT, J., *L'entreprise Education nationale*. Armand Colin, 1978. p.

MOAVENZADEH F., KOCH J.A., *The construction industry in developing countries*, Massachusetts: Technology Adaptation Program, Institute of Technology, spring 1975. 212 p.

MOLEY, C., *L'innovation architecturale dans la production du logement social. (Bilan des opérations du plan-construction 1972-1978)*, Paris: Plan Construction, mai 1979. 190 p.

MONNIER, G., *L'architecture du XX^{ème} siècle*. Paris: Presses universitaires de France, 1997. 126 p.

MONNIER, G., *L'architecture moderne en France (Tome 3: de la croissance à la compétition 1967-1999)*. Paris: Picard, 2000. 311 p.

MONNIER, G., *Histoire de l'architecture*. [1er éd. 1994].Paris: Puf, 2002. 127 p.

MONTERRAT, F. « Les entreprises du Bâtiment face à la rationalisation du travail des ouvriers de chantier dans l'entre-deux-guerres: une présentation critique » p. in *Histoire des Métiers du Bâtiment aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles*. Paris : Plan Construction et Architecture, 28, 29 et 30 nov. 1989. Paris La Défense: PCA (coll. Emploi Qualification Formation),

MORDOHAY, F.O. *Approche de la maintenance dans les établissements publics du second degré: lycées et collèges. Tome 1*. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur U.E.R. Sciences des organisations, Paris IX Dauphine, 1985. 378 p. Dir. ATTALI, Dir. J.

MORDOHAY, F.O., *Filières et bâtiment*: CSTB, mars 1988. s.N. Mission Filières, 35 p.

MULLER, P., *Les politiques publiques*. [1er éd. 1990].Paris: Presses universitaires de France, 2008. 127 p.

NEGRE, V., *L'ornement en série (Architecture, terre cuite et carton-pierre)*. Sprimont : Mardaga, 2006, 247 p.

NISSEN, H., *Industrialized building and modular design (Bâtiment industrialisé et conception modulaire)*. Londres: CACA, 1972. 446 p.

NOVIAN P., VAYSSIERE B., R. BAUDOI, p. in NOVIAN P., JAQUES R., VAYSSIERE B. (éds. Scientifique), *Les plateaux sédimentaires (1. Le corps de Ponts)*. Paris: Institut français d'architecture, 1983. 142 p.

- NOVIAN P., JAUQUES R., VAYSSIÈRE B. (éds. Scientifique), *Les Trois reconstructions : 1919- 1940-1945 : compte rendu des rencontres des 19 et 20 mai 1983 à l'IFA... / organisées par le Département Échanges et formation de l'IFA, l'Association de pratique et de recherche en architecture et urbanisme n° 5 et l'Institut d'urbanisme de Paris à Créteil*. Paris: Institut français d'architecture, 1983. 142 p.
- OLIVIER, E., *Organisation pratique des chantiers*. Paris: Entreprise Moderne d'Édition, 1982. 1 vol., 248 p.
- PADILLA E. (Coord.), CASTRO, C., PERALTA, A., *Vulnerabilidad, sismos y sociedad (En la ciudad de México, 1985 y el futuro)*. México: Centro de Información y Estudios Sociales/Dirección General de Protección Civil, 1996. 186 p.
- PHILIPPE, L., *Les machines de construction de l'Antiquité à nos jours: une histoire de l'innovation*. Paris: Presses de l'École nationale des Ponts et Chaussées, 1996. 221p.
- PICON, A., « Les savoirs de la forme et ceux de la technique » p. 258 in BONNET M., (dir.), ABALLEA B., BIAU V., BOBROF J. et al., *Techniques et métiers de la construction. Perspectives* Paris: CSTB/PCA, 1992.
- PICON, A., "Construction history: between technological and cultural history", *Construction history (Journal of construction history society)*, Vol. 21, n°6, 2005, p. 5-19.
- PILLEMONT, J., *Coordination et spécialisation des entreprises*. Paris-La Défense: Plan Urbanisme Construction Architecture/Chantier 2000 (Coll. Recherche), 1998. 156 p.
- PIRON O. (dir.), PCA, EUROREX, *La filière construction en France et en Espagne. (Présentation générale)*, Paris: PCA, oct. 1994. 66+ p.
- PLAN CONSTRUCTION ARCHITECTURE (PCA), (ed.), PCA, « Les chantiers de demain. (Tendances technologiques et organisationnelles majeures) », Actes de colloque, Paris, sept. 1995. PCA (Cahier thématique, chantier 2000), 151 p.
- PLAN CONSTRUCTION ARCHITECTURE (PCA), (ed.), OPAC du Rhône, *CHIC 2000 : chantier industrialisation par la conception*, Paris: PCA/PAC du Rhône, 1998. PCA Ex257, 30 p.
- PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (éd.), *L'innovation en chantier (Cahier thématique, Chantier 2000)*. Paris-La Défense: PCA, 1996. 151 p.
- PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (produit par), FRESNAIS J. (coordonné par), INSTITUT FRANÇAIS D'ARCHITECTURE (conçu et rédigé par), VAYSSIÈRE B. (sous la responsabilité de), et al, *Une politique de logement (Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme 1944-1954)*. Paris: PCA/IFA, 1995. 144 p.

- PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE (Programme chantier 2000) (éd.), *Mieux produire sur les chantiers (bilan de la consultation)*. Paris: PCA (Coll. Chantier 2000), 1995. 147 p.
- PLAN CONSTRUCTION ET ARCHITECTURE, (ed.), « Gestion de projet et gestion de production dans le bâtiment (renouvellement des pratiques et méthodes) », actes du séminaire, Paris, 1994. PCA, 131 p.
- PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.), « Le travail en chantiers », Actes du colloque organisé par le Plan Construction et Habitat, Paris, 16-17 nov. 1983. Paris: PCH, 555 p.
- PLATZER, M. « Les techniques de construction analyse des évolutions de la filière "produits rouges" » 570 p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984.
- PLISKIN, L. « Le béton », *Culture Technique*, n° 26, déc. 1992, p. 58-64.
- POUVREAU, B., *Une politique en architecture: Eugène Claudius-Petit (1907-1989)*. Paris: Groupe Moniteur (Editions du Moniteur), 2004. 358 p.
- PONSSARD, J.-P., POUVOURVILLE, G.-DE, *Marchés publics et politique industrielle*. Paris: Economica, 1982. 157 p.
- POTIE, P., « Autour de la plieuse de Jean Prouvé » p. 141 in SIMONNET, C., *Imaginaire technique (Les cahiers de la recherche architecturale, no. 40)*, Paris: Editions Parenthèses, 1997.
- POTIE P., SIMONNET C., *Culture constructive*. Marseille: Editions Parenthèses. Cahiers de la Recherche Architecturale, 1992. N° 29,138 p.
- POUVOURVILLE, G., *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*, Paris: Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, Janv. 1979. 65 + XXIV p.
- POUSIN, F., « "Typisation" et rendement (Un analyse socialiste de la constitution de la forme) » p. 199 in GUILLERME J. (sous la direction de), *Amphion (études d'histoire des techniques) L'officine du fonctionnalisme* Paris: Picard, 1987.
- POUSSET, A. « Réglementation et construction métallique » 570 p. in CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (ed.), *Les politiques techniques de construction* Sidi Fredj, Algérie: Paris : CSTB, 12 -16 mai 1984.
- POUVOURVILLE, G., *L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie)*, Paris: Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, Janv. 1979. 65 + XXIV p.

- POUVREAU, B., *Une politique en architecture: Eugène Claudius-Petit (1907-1989)*. Paris: Groupe Moniteur (Editions du Moniteur), 2004. 358 p.
- PROST, R., *Conception architecturale (une investigation méthodologique)*. Paris: L'Harmattan, 1992. 190 p.
- PROST, A., *Education, société et politiques (Une histoire de l'Enseignement en France de 1945 à nos jours)*. Paris: Ed. du Seuil, 1992. 226 p.
- PROST, A., *Histoire générale de l'enseignement et de l'éducation en France (Tome IV, L'école et la famille dans une société en mutation, depuis 1930)*. Paris: Perrin, 2004.
- PROST, A., *Regards historiques sur l'Education en France XIXe et XXe siècles*. Paris: Belin, 2007. 271 p.
- PROUVE, *Une architecture par l'industrie*. Zurich: Artémis, 1971. 212 p.
- PROUVE, *Jean Prouvé par lui-même*. Paris: Editions du Linteau, 2001. p.
- PROUVE, J., *Jean Prouvé (architecture/ industrie)*. Paris: Wient, [1987]. 212 p.
- PROVISOR, H., *L'industrialisation dans le bâtiment. (Eléments pour un bilan critique)*, Paris: Ministère de l'équipement, Direction du bâtiment et des travaux publics et de la conjoncture (DBTPC), Université de Sciences Sociales de Grenoble, Institut de recherche économique et de planification (CERER), déc. 1974. 93 p.
- PROVISOR, H., Université de Grenoble, IREP, CERER, *Les grands groupes industriels devant l'industrialisation du bâtiment*, Paris: Ministère de l'Equipement et du Logement, 1975. 83 p.
- PROVISOR, H., *Développement de technologies appropriées et pratiques dans la production de logements à faible coût*, Paris: Plan Construction, janv. 1983. 177 p.
- PROVISOR H., ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, DC, *Les bâtiments à base de composants métalliques. (Perspective d'exportation)*: Université de Sciences sociales de Grenoble, IREP, CERER, 1980. 236 p.
- PUDDICOMBE, M.S., "Designers and Contractors: Impediments to integration", *Journal of construction engineering and management*, Vol. 123, n°3, 1997, p. 245-52.
- RABATEL, M. « Procédure classique - procédure conception-construction : point de vue d'un maître d'ouvrage » 55-64 p. in *Les rencontres de la construction (Conducteur d'opération : un métier en évolution)*. à l'initiative de la Direction de la Construction du Ministère de l'Equipement, du Logement, des Travaux et de la Mer, 26 et 27 oct. 1990. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées,
- RABUT, Ch., *L'évolution scientifique de l'art de bâtir*. Paris: Doin, 1918. p.

- RAGON, M., *Histoire de l'architecture et de l'urbanisme modernes (2. Naissance de la cité moderne 1900-1940)*. [Paris]: Casterman, 1986. 348 p.
- RAMAKRISHNA, A., « Prefabricated Industrial Building » p. 10 in Structural Engineering Research Centre (ed.), *Design and construction of prefabricated residential and institutional building* Madras: United Nations Development Programme, 1974.
- RAUC, DUTHU, H., *Sciences et techniques du bâtiment*. Paris: Moniteur, 1983. 689 p.
- REKS, P. *Incidences de l'industrialisation dans le bâtiment sur les conditions du travail de la main d'œuvre*. Mémoire pour le diplôme d'études approfondies Urbanisme, Institute d'urbanisme de Paris-Université Paris Val de Marne, 1978. 96 p. Dir. P., DIMEGLIO.
- REKS, P. *Incidences de l'industrialisation du bâtiment sur les conditions du travail des ouvriers. (Le travail dans le gros-œuvre du bâtiment). Tome 1*. Thèse 3ème cycle Aménagement du territoire et d'Urbanisme, Université de Paris-Val de Marne (Paris XII)/Institut d'Urbanisme de Paris, 1981. 225 p. Dir. DIMEGLIO, P.
- REKS, P. *Incidences de l'industrialisation du bâtiment sur les conditions du travail des ouvriers. (Le travail dans le gros-œuvre du bâtiment). Tome 2 (Les monographies)*. Thèse 3ème cycle Aménagement du territoire et d'Urbanisme, Université de Paris-Val de Marne (Paris XII)/Institut d'Urbanisme de Paris., 1981. 279 p. Dir. DIMEGLIO, P.
- REKS, P. *Incidences de l'industrialisation du bâtiment sur les conditions du travail des ouvriers. (Le travail dans le gros-œuvre du bâtiment). Tome 3 (La grille de recueil des données)*. Thèse 3ème cycle Aménagement du territoire et d'Urbanisme, Université de Paris-Val de Marne (Paris XII)/Institut d'Urbanisme de Paris., N. 1981. 84 p. Dir. DIMEGLIO, P.
- REKS, P. « La relation technique(s), organisation(s), travail. » p. in PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.), *Le travail en chantiers. Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.
- REKS, P. « Tendances historiques à la déqualification et à la dégradation du travail dans le bâtiment (Essai de généalogie concernant l'évolution du système de la production dans le bâtiment et ses conséquences sur l'utilisation de la force de travail) » p. in PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.), *Le travail en chantiers. Le travail en chantiers*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.
- RESENDIZ, A. *Los sistemas constructivos mixtos (Nuevo reto para el control de obra)*. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias con especialidad en arquitectura México, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, unidad Tecamachalco, Instituto Politécnico Nacional, 2002. 120 p. Dir. LUNA F.

- RESENDIZ, A. « Typologie des procédés de préfabrication. Les cas des bâtiments scolaires en France (1956-1973) ». Communication au 1er Congrès francophone d'histoire de la construction, Paris, 19-21 juin 2008. En cours de publication.
- RESENDIZ, A. "La industrialización de la construcción en Francia después de la Segunda Guerra Mundial y la reconstrucción de urgencia" (L'industrialisation du bâtiment en France après la Deuxième Guerre mondiale et la reconstruction d'urgence), p. 267-279, in : Holguin, O. (ed.), Primer encuentro transdisciplinario (Casa de México en Paris 2008). Publication du cycle de conférences « Nouvelles thématiques et des perspectives dans les sciences sociales » organisé par le Comité de résidents de la Maison du Mexique 2007-2008, Cité universitaire internationale de Paris, le 17 juin 2008. Paris : Maison du Mexique, 2008.
- RIBEILL, G. « Aperçu sommaire sur la rationalisation et l'industrialisation du bâtiment dans l'entre-deux-guerres » p. in PLAN CONSTRUCTION ET HABITAT (éd.), *Le travail en chantier*. Actes de colloques organisé par Plan Construction et Habitat (PCH), 16-17 nov. 1983. Paris : PCH, 1985.
- RICHARD, R., "Industrialised building system: reproduction before automation and robotics", *Automation in construction*, Vol. 14, 2005, p. 442-51.
- RIOUX, J.P., La révolution industrielle 1780-1880. Paris: Seuil, 1971. p.
- ROCH, C.-A., COLAS, R. « Remontée amont et nouvelles formes de coopération : le process CBC », p. 49-66. in: BOBROFF J., (Sous la direction de). La gestion de projet dans la construction (Enjeux, organisation, méthodes et métiers). Actes des journées d'études organisées par l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées les 12 et 13 octobre 1993. Paris : Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 1993.
- ROLAND, O., BONETTI, M., *Réseaux et dynamiques d'innovation en matière d'organisation du travail dans le bâtiment*, Rapport de l'enveloppe recherche 1984. Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) (Service sciences humaines, groupe prospective de l'habitat et de la construction), juill. 1985. 82 p.
- ROLAND O., COLOMBART-PROUT M., EFEBVRE V. PCA, CEBTP, *Vers l'industrialisation flexible ? L'innovation technologique et organisationnelle dans le secteur de la maison individuelle*. Paris-La Défense: PCA, 1987. 125 p.
- ROWLEY, A., « Taylorisme et missions de productivité aux Etats-Unis au lendemain de la Seconde Guerre mondiale » p. 361 in MONTMOLIN M. et PASTRE O., *Le taylorisme* Paris: La Découverte, 1984.
- ROSEN, J., 1941-1951, *10 années d'expériences*, mémoire de 3^{ème} cycle, Nancy, Ecole d'architecture de Nancy, 1980.
- RUSSO, F., *Eléments de bibliographie de l'histoire des techniques*. [2^{ème} éd]. Paris: Hermann, 1969. 251 p.

- RUSSO, F., *Introduction à l'histoire des techniques*. Paris: A. Blanchard, 1986. 251 p.
- SAINT, A., *Towards a social architecture (The role of school building in post-war England)*. New Haven and London: Yale University Press, 1987. 267 p.
- SAKAROVITCH, J., « Construction history and experimentation » 2777-91, p. in DUNKELD M., J. CAMPBELL, H. LOUW, et. al. (eds.), *Proceedings of the second international congress on construction history (vol. 1)*. Cambridge, Queens' College Construction History Society, 29th March-2nd April 2006.
- SALAGNAC, J.L. « Une coopération industriels-chantier. (Rex-Reims) », *Cahiers du CSTB, Chantier 200 0*, Livraison 407, n° Cahier 3201, mars 2000, p. 16.
- SALAGNAC J.L., AIELLO R., PESSO A., Département Economie et Sciences Humaines, PUCA, *Evolution de l'offre industrielle : Quels nouveaux rôles pour les architectes dans le secteur de la maison individuelle ?* Rapport final. Paris: CSTB, 2002. ER 873 99 0009, 38 + 20 p.
- SALAGNAC J.L., (sous la dir.), *Techniques et chantiers*, Cahier thématique chantier 2000. Paris: Plan Urbanisme Construction Architecture, janv. 1999. 37 p.
- SALAGNAC, J.L. « Habitat grande portée. (REX Bonneuil-sur-Marne) », *Cahiers du CSTB*, n° 3155, livraison 402, sept. 1999, p. 35.
- SALAGNAC, J.L., *Démarche BATINOV: vers une meilleure organisation pour construire avec des produits industriels. (Evaluation des chantiers expérimentaux de BETHENY (51), OISSEL (7 6) et IFS (14))*. Rapport final. Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), juill. 2002. Décision de subvention no. M 0013 du 19/07/2000 Plan Construction et Architecture, 21 p.
- SALAS, J., *Alojamiento y tecnología: industrialización abierta?* : Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, n.d. p.
- SALAT, A. *Le bâtiment en France. (L'industrialisation, facteur de distorsion depuis la crise)*. Thèse 3ème cycle Sciences économiques, Toulouse 1, 1980. p. Dir. F., MORIS.
- SANYAS, H. *La politique architecturale et urbaine de la reconstruction. (France 1945-1953)*. Thèse 3ème cycle Urbanisme, Paris VIII, 1982. 298 p. Dir. KOPP, A.
- SARJA A., (ed.), *Open and industrialised building* . London/New Rork: CIB International Council for Building Research Studies and Documentation, 1998. 228 p.
- SAVIGNAT J.M., THIEBAUT A. « Les architectes et l'industrialisation », *Bulletin d'information inter-établissement*, n° 55, déc. 1980, p. 6.

- SCHELERET J.-M. (président), A. GOUTEYRON (rapporteur), *Rapport de la commission nationale d'évaluation et de proposition pour la sécurité des établissements scolaires*, Paris: Observatoire national de la sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur, 19 avril 1994. 95 p.
- SEITZ, F. « Le métal mal-aimé de construction en France depuis un siècle: des raisons de coût? », *Histoire & Mesure*, IX, n° 1/2, 1994, p. 147-69.
- SOLOPOVA, N. *La préfabrication en URSS*. Thèse de doctorat Urbanisme, Paris VIII, 2001. 410 p. Dir. TSIOMIS, Y.
- SORLIN M.-F. (Enquête de) « Bâtiment : le mirage de l'industrialisation », *La vie française (L'Opinion)*, n° 48, 1er déc. 1975, p. 18.
- STROBEL, P., « Les politiques d'industrialisation de la construction en France depuis la Libération en France » p. 260, in CENTRE GEORGES POMPIDOU, (ed), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.
- STROBEL, P., *Technologies, matériaux, industrialisation ouverte. (Bilan de 10 années de recherches)*. Paris: PCA, 1983. 119 p.
- SUMMERTON, J., (ed.), *Changing large technical systems* Oxford Westview press, 1994. 348 p.
- SUMMERTON, J., « Introductory essay: the systems approach to technological change » p. 348 in SUMMERTON, J., (ed.), *Changing large technical systems* Oxford Westview press, 1994.
- THEILE, D., *Acteurs de la construction et choix des partis techniques (Une question voile porteur/poteau porteur -béton, acier-) [en ligne]* . Rapport de recherche par le compte du Plan Urbanisme Construction Architecture [sans aucune autre référence]. Paris: Plan Urbanisme Construction Architecture (Chantier 2000), avril 2000. 150 p., [réf. du 20 avril 2009].
Format PDF: http://www.chantier.net/documents/partis_techniques.pdf.
- THEPOT, A., (sous la direction de), *L'ingénieur dans la société française*. Paris: Les Editions Ouvrières, 1985. 329 p.
- TORROJA, E., *Les structures architecturales. (Leur conception-leur réalisation)*. Paris: Eyrolles, 1969. 411 p.
- TURAUD, J., « La préfabrication lourde » p. 137-60 *Construction du bâtiment (technologie de gros œuvre et de second œuvre)* Paris: Editions du Moniteur, 1984.
- TRAINNEL, J.-P. *Le métal et le verre dans l'architecture en France: du mur à la façade légère*. Urbanisme, Paris 8, 1997. 471 p. Dir. GUILLERME, A.
- VAYSSIERE, B., *Reconstruction : déconstruction. (Le hard french ou l'architecture française des trente glorieuses)*. Paris: Picard, 1988. 327 p.

- VAYSSIERE, B., « Sous l'empire des trames » p. 198-207 in CHATELET, A.-M., *Paris à l'école, "qui a eu cette idée folle..." (Ouvrage publié à l'occasion de l'exposition "Qui a eu cette idée folle, Paris à l'école." inaugurée le 28 janvier 1993 au Pavillon de l'Arсенal)* Paris: Editions du Pavillon de l'Arсенal/Picard éditeur, 1993.
- VENARD, J.L., « L'industrialisation comme transformation permanente de l'acte de bâtir » p. 260 in CENTRE GEORGES POMPIDOU (ed.), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.
- VERIN, H., « La normalisation : espoirs et déboires (Dans un Mémoire de 1793 sur l'architecture navale) » p. 195 in GUILLERME J. (sous la direction de), *Amphion (études d'histoire des techniques) 1: Le droguier du fonctionnalisme* Paris: Picard, 1987.
- VIBERT-GUIGNE, A., *Au temps de chemins de grue. (Chronique des années de béton 1953-1993)*. Paris: Editions des Alpes, 1996. 3442 p.
- VIDAL, J.M. *Evolution des techniques de préfabrication lourde durant les cinq dernières années : causes, conséquences et problèmes connus*. Mémoire de travail de fin d'Etudes Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1979. 76 p. Dir. BLACHERE, G.
- VOLDMAN, D. « Reconstruire pour construire, ou la nécessité de naître en l'an 40 », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 21, janvier 1984, p. 67-87.
- VOLDMAN, Danièle « La loi de 1948 sur les loyers », *Vingtième Siècle*, n° 20, octobre-décembre 1988, p. 91-102.
- VOLDMAN, D. « Le Bâtiment, une branche sollicitée », in « Les entreprises françaises de 1940 à 1944 », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 1991, p.
- VOLDMAN, D., *La reconstruction des villes françaises de 1940-1954, histoire d'une politique*. Paris: L'Harmattan, 1997. 487 p.
- VOLDMAN D., (dir.) « Les origines des villes nouvelles de la région parisienne (1919-1969) », *Les cahiers de l'IHTP, Centre National de la Recherche Scientifique*, Cahier, n° 17, déc. 1990, p. 67-87.
- VOLDMAN D., (sous la direction de) « Images, discours et enjeux de la reconstruction des villes françaises après 1945 », *Les Cahiers de l'IHTP*, n° 5, juin 1991, p. 159.

Sources

a. Ouvrages

- ABRAHAM, P., *Architecture préfabriquée*. Dunod, 1946. 140 p.
- ACHE, J.B., *Acier et Architecture*. Paris: Arts et Métiers graphiques, 1966. 142 p.
- ASCHER, F., LACOSTE, J., *Les producteurs du cadre bâti (I. Les obstacles au développement de la grande production industrielle dans le secteur du BTP*. Etude effectuée dans le cadre de la convention CORDES No. 52, UER Urbanisation-Aménagement, Université des Sciences Sociales Université de Grenoble, s.d. 1972. 61 p., exemp. dactyl.
- AUBERT, Y., *Le bâtiment peut-il devenir une industrie?* Paris: Eyrolles, 1971. 174 p.
- OTUA, *L'acier dans la construction des bâtiments à étages*. Paris, 1959.
- BAYON, R., *L'établissement d'un projet de bâtiment (Conseils pratiques à un projecteur, Tome I-Gros œuvre)*. Paris: Eyrolles, 1977. 511 p.
- BERNARD, P., *La construction par composants compatibles*. Paris: Librairie Du Moniteur, 1980. 272 p.
- BLACHERE, G., *Savoir bâtir. (Hababilité, durabilité, économie des bâtiments)*. Paris: Eyrolles, 1966. 293 p.
- BLACHERE, G., *The Agrément system*. Contributions and discussions at the fourth CIB congress of the International council for building research, studies and documentation. (Building cost and quality) Ottawa, Canada and Washington DC, USA, 1968. Rotterdam: CIB, 1969. 139-51 p.
- BLACHERE, G., *La coordination dimensionnelle et les chances du « système ouvert »*. 5e Congrès du Conseil International du Bâtiment pour la recherche, l'étude et la documentation (CIB) (De la recherche à la pratique, le défi de l'application) Paris-Versailles, 1971. Rotterdam: CIB, 1971. 354-5 p.
- BLACHERE, G., *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975. 310 p.
- BONHOMME, A., *Guide pratique pour l'établissement des projets d'immeubles d'habitation*. [1ère éd. 1962]. Paris: Editions du Moniteur des Travaux Publics, 1963. 382 p.
- BONHOMME, A., *Guide pour l'établissement des projets de bâtiments*. 11e éd. [1ère éd. 1962]. Paris: Editions du Moniteur, 1980. 501 p.
- BONNOME, C., LEONARD, L., *L'industrialisation du bâtiment*. Paris: Librairie Aristide Quillet, 1959. 1387-1521 p.

- CAVALLINI, C., RAFFESTIN, Y., *Guide pratique de la construction (Les participants, les moyens, le déroulement d'une opération)*. Paris: Editions du Moniteur, 1977. 420 p.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (éd.), *Documentation technique sur la construction immobilière (REEF Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du bâtiment), Généralités*. [1ère publication : 1946]. Paris: CSTB, 1949. Tome I, I-XXI p.
- CHEMILLIER, Pierre, *Les techniques du bâtiment et leur avenir (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation)*. Paris: Editions du MONITEUR, 1977. 428 p.
- COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, *Programme de travail des commissions de modernisation du 6^e plan, préparation du rapport sur les options*. Paris: La documentation française, N. 68 p.
- CONSEIL INTERNATIONAL DU BATIMENT POUR LA RECHERCHE L'ETUDE ET LA DOCUMENTATION (CIB), *De la recherche à la pratique, le défi de l'application (5ème congrès)*. Paris-Versailles, juin 1971. S.I.: CIB, 748 p.
- CONSEIL A LA DECISION ET A LA REALISATION EN AMENAGEMENT URBAIN RURAL ET REGIONAL, (CODRA), ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES (ENPC), *Evolution historique des concepts en matière d'industrialisation de la construction. (1919-1970)*. Bagnaux: CODRA, 1979. 68 p.
- CREMIEUX-BRILHAC, J., *L'Education nationale*. Paris: PUF, 1965. p.
- CROS, L., *L'explosion scolaire*. Paris: CUIP, 1961. 173 p.
- DUHAMEL, S., SEGAUD, P., *Les constructions scolaires et universitaires*. Paris: L'administration nouvelle, Editions Berger-Levrault, 1969. 331 p.
- GIGOU, M., *Normalisation et recherche dans le domaine de la construction civile*. 5e Congrès du Conseil International du Bâtiment pour la recherche, l'étude et la documentation (CIB) (De la recherche à la pratique, le défi de l'application) Paris-Versailles, 1971. Rotterdam: CIB, 1971. 337-43 p.
- GREZES, D., CHARON, J.-P., *Industrialisation ou verte: recherche et expérimentation 1971-1983 (Bilan de douze années de recherches et d'expérimentations, des premières réflexions aux réalisations expérimentales)*. Paris: Ministère de l'urbanisme et du logement (Plan construction & habitat. Bilan thématique)/Impr. centrale commerciale, 1983. 239 p.
- INSTITUT WALLON, *Industrialisation et logement*. Institut Wallon de développement économique et social et d'aménagement du territoire, avril 1979. note n° 6, 197 p.
- LAINE, M., *Les constructions scolaires en France*. Paris: Presses universitaires de France, coll. L'éducateur, 1996. 239 p.

- LE CORBUSIER, *Vers une architecture*. [1er éd. 1923]. Paris: Flammarion, 1995. 253 p.
- LE CORBUSIER-SAUGNIER, « Les maisons 'Voisin' », *L'Esprit Nouveau*, n° 2, 192, p. 214.
- LEONARD, L. « Préfabrication d'hier, industrialisation d'aujourd'hui », *Construction (Numéro spécial Industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 71-82
- LEWICKI, B., *Bâtiments d'habitation préfabriqués en éléments de grandes dimensions*. Paris: Eyrolles, 1965. 596 p.
- LITAUDON, M., *La bataille de la productivité se gagnera dans les usines*. Paris: Plan Construction, 1981. 141 p.
- LUGEZ J., CSTB, *La préfabrication lourde en panneaux et le bâtiment d'habitation*. Paris: Eyrolles, 1973. 285 p.
- MADELIN, P., *Industrialisation dans le bâtiment*. Paris: Editions G.M. Perrin, 1969. 240 p.
- MINISTERE DE L'EDUCATION, *Les constructions scolaires en France. (1965-1975, 10 ans de progrès)*. Editions Conseils, s.d. 78 p.
- MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ARCHITECTURE (SERVICE TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES), *Bâtiments d'enseignement. (Schémas types)*. Paris: Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1955. 37 planches N. p.
- MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE ET SPORTIF (SERVICE TECHNIQUE), *Installations des salles scientifiques second degré (Schémas types)*. Paris : Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1960. 46 planches N. p.
- MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION CHARGÉE DES EQUIPEMENTS, *Instruction relative à la construction des écoles maternelles*, Paris : Institute National de Recherche et de Documentation Pédagogiques (Brochure no. 8207), 1973. 71 p.
- MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *Concours du Syndicat National du Béton Armé et des Techniques Industrialisées, 35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. N. p.
- MINISTERE, DE L'EDUCATION NATIONAL, *Systèmes constructifs (constructions scolaires second degré)*. 1982. s. p.
- MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA CONSTRUCTION, C. BONNOME, M.-Ch. KOLB (présenté par), *Evolution de la construction dans la*

République Fédérale Allemande (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité). Paris, 1958. 41 p.

MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA RECONSTRUCTION ET DU LOGEMENT, M.Ch. KOLB (établi par), *Evolution de la construction aux Etats-Unis (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité)*. Paris: Société Auxiliaire pour la Diffusion des Editions de Productivité, 1958. 28 p.

QUATRE, M., "La planification des équipements de l'Education", p. 13-16, in TREFFEL J., (dir.), *Architecture scolaire et aménagement de l'espace*. Paris: La documentation française, 1974. 116 p.

RAMBERT, C., *Constructions scolaires et universitaires*. Paris: Vincent, Fréal et Cie, 1954. 158 p.

REVEL, M., *La préfabrication dans la construction*. Paris: Entreprise Moderne d'Édition, 1966. 479 p.

ROGER, P., *Le système de l'agrément en France*. Exemple dactylographié en français pour le deuxième congrès du CIB (Innovation dans le bâtiment). Cambridge, Session 4, 8-10 Sept. [UDC 69.001.3 (44)] 1962. p. 1-9.

ROGER, P., *The acceptance system in France*. Contributions at the second CIB congress (Innovation in building) Cambridge, 1962. Amsterdam/New York: Elsevier publishing company, 1962. 102-7 p.

SIMON, E.H.L., *L'industrialisation de la construction*. Paris: Editions du Moniteur des travaux publics, 1962. 334 p.

b. Revues

Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics :

« Point actuel de la reconstruction ses perspectives d'avenir », *Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics*, , avril 1948.

« Compte rendu des recherches effectuées en 1964 par les organismes de l'union technique interfédéral du bâtiment et des travaux publics », *Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics*, Série: Questions générales (77), n° 210, juin 1965.

LE-MEUR, G. « L'évolution actuelle des techniques dans la construction scolaire en fonction des objectifs définis par le Plan », *Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics (Série: architecture et urbanisme)*, 15^{ème} année, n° 173, mai 1962.

MARINI, M. « Architecture et préfabrication (Exposé du 20 juillet 1945) », *Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 160 (Circulaire Série A. No. 10), 20 juin 1945, p. 1-14.

L'architecture d'aujourd'hui :

« Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951.

« Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 25^{ème} année, n° 53, mars-avril 1954.

« Ecoles prototypes industrialisées en France (Egger, Belmont et Silvy, architectes) », *L'architecture d'aujourd'hui*, 32^{ème} année, n° 94, fév.-mars 1961.

« Enseignement », *L'architecture d'aujourd'hui*, 32^{ème} année, n° 94, fév.-mars 1961.

« Ecoles-universités », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 123, déc.-janv. 1962.

« Les constructions scolaires et universitaires, le problème français », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 123, déc.-janv. 1965.

« Ecoles-universités », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 123, déc.-janv. 1965.

« L'architecture scolaire, forme silencieuse de l'enseignement », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 128, oct.-nov. 1966.

« Prototype expérimental du g.e.a.i. », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 128, oct.-nov. 1966.

« Prototype de collège secondaire formule industrialisation », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^{ème} année, n° 128, oct.-nov. 1966.

« Deux réalisations GEEP-Industries », *L'architecture d'aujourd'hui*, 40^{ème} année, n° 141, déc.-janv. 1968-69.

« L'architecture et l'enfance », *L'architecture d'aujourd'hui*, 43^{ème} année, n° 154, fév.-mars 1971.

« Aujourd'hui l'école? », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 166, mars-avril 1973.

DEMENAIS, A. « L'industrialisation du bâtiment », *L'Architecture d'aujourd'hui*, (*La*), 4, n° Janvier 1946, p. 7-12.

GIRARD, E. « Enfin libres et soumis! », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 174, juill.-août 1974.

D.V. « Rapports entre b.e.t. architectes et entrepreneurs », *L'architecture d'aujourd'hui*, 36^e année, n° 128, oct.-nov. 1966, p. XII.

MESLAND, P. « La préfabrication », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 4, Janvier 1946, p. 3-5.

PERSITZ, A. « De l'architecture scolaire », *L'architecture d'aujourd'hui*, 32^{ème} année, n° 94, fév.-mars 1961.

PROUVE, J. « Rapports actuels de l'architecture et de l'ingénieur », *L'architecture d'aujourd'hui*, n° 91-92, n.d. 1961, p. 184

L'Architecture française :

« Constructions scolaires », *L'Architecture française*, n° 101-102, 1950.

« Constructions scolaires et universitaires », *L'Architecture française* n° 1952.

« Constructions scolaires II (technique et supérieur) », *L'Architecture française*, n° 179-180, 1957.

« Constructions scolaires III », *L'Architecture française*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959.

« Constructions scolaires IV », *L'Architecture française*, 21^{ème} année, n° 221-222, janv.-fév. 1961.

« Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961.

« Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963.

« Constructions scolaires VII », *L'Architecture française*, 25^{ème} année, n° 267-268, nov.-déc. 1964.

« Constructions scolaires VIII (enseignement supérieur) », *L'Architecture française*, 26^{ème} année, n° 275-276, juill.-août 1965.

« Enseignement spécialisé IX », *L'Architecture française*, n° 323-324, 1969.

« Enseignement - formation X », *L'Architecture française*, n° 351-352, 1971.

« C.E.S. et S.E.S à Athis-Mons », *L'Architecture française*, 394, n° 394, 1975.

« Lycée technique et C.E.T. à Saint-Germain en-Laye », *L'Architecture française*, n° 394, 1975.

CARALLI, M. « Architecture scolaire : feu vert pour la création », *L'Architecture française*, n° 4, avril 1979.

CORNU, A. « Les architectes et le problème des constructions scolaires », *L'Architecture française*, n° 129-130, 1952.

MONNET, B. « Groupes scolaires en commandes groupées départements de la Moselle et de la Haute-Marne », *L'Architecture française (Constructions scolaires III)*, 19^{ème} année, n^o 203-204, août 1959, p. 56.

Techniques et architecture :

« Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 25^{ème} année, n^o 53, mars-avril 1954.

« Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n^o 3, nov. 1955.

« Constructions scolaires 2 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n^o 6, avril 1956.

« Constructions scolaires 3 », *Techniques et architecture*, 16^{ème} série, n^o 5, Janv. 1957.

« Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n^o 3, Mars 1960.

« Constructions scolaires 5 », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n^o 2, Fév. 1963.

« Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n^o spécial, janv. 1964.

« Extraits de l'exposé général, précédant le cahier des clauses techniques », *Techniques et architecture*, n^o spécial, janv. 1964.

« Constructions scolaires », *Techniques et architecture*, 26^{ème} série, n^o 2, nov. déc. 1965.

« Industrialisation du bâtiment (N^o publié à l'occasion du 8^{ème} Congrès Mondial de l'UIA, Paris 1965) », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n^o 4, mai - juin 1965.

« C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n^o 4, déc.-janv. 1966-67.

« Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n^o 1, oct. 1969.

« Systèmes constructifs - composants) », *Techniques e architecture*, no 28, déc. - janv. 1979.

AILLAUD, E. « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale (A4, équipe 20) », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n^o spécial, janv. 1964.

AUBERT, Y. « Industrialisation du bâtiment », *Techniques et Architecture*, 27^{ème} série, n^o 5, fév. 1967, p. 54-5.

- BALENCY-BEARN, A. « Industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 103-5.
- BARETS, J.-J. « La préfabrication lourde », *Techniques et Architecture*, 17^{ème} e série, n° 5, nov. 1957, p. 82-8.
- BARETS, J. « Considérations sur la préfabrication lourde en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 134-41.
- BERTHOIN, J. « Préface de constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 50-51.
- BLACHERE, G. « L'industrialisation du bâtiment en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 94-6.
- CAZANEUVE, R. PERAY, E., « Architecture et industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 125-6.
- EGGER, R. « Points de vue d'architectes », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966 -67.
- HENRI-LABOURDETTE, J. « L'architecte face à l'industrialisation (vivre son temps) », *Techniques et Architecture*, 27 série, n° 5, fév. 1967, p. 56-9.
- LE-MEUR, G. « Industrialisation de la construction scolaire », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 97-9.
- LE-MEUR, G. « Quelques considérations sur le concours « conception-construction » », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p. 58-61.
- LE-MEUR, G. « Industrialisation de la construction scolaire », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 97-99.
- LE-MEUR, G. « Premiers bilans et axes de réflexion pour le développement de la construction industrialisée », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 68-70.
- LODS, M. « Le problème, produire industriellement les bâtiments, dessiner le pays », *Techniques et architecture*, 17^{ème} série, n° 5, nov. 1957, p. 68-80.
- LODS, M. « Vers l'industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 108-9.
- MESMIN, G. « Introduction du numéro spécial concours 'conception-construction' du ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p. 56.
- PARENT, C. « Réconciliation », *Techniques et architecture*, n° 148, fév.-mars 1970, p. 12.

PORTEFAIT, J.P. « Soixante ans d'industrialisation (L'évolution des idées) », *Techniques et architecture*, n° 327, nov. 1979, p. 73-9.

Constructi on :

« Industrialisation du bâtiment. (Tome I) », *Construction*, Tome XX, n° 3, mars 1965.

« Industrialisation du bâtiment. (Tome II) », *Construction*, Tome XX, n° 5, n° spécial, mai 1965.

« Industrialisation du bâtiment. (Tome III) », *Construction*, Tome XX, no.6, n° numéro spécial, juin 1965.

«Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

« Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome II) », *Construction* 23^{ème} année, n° 4A, mars 1968.

« Les procédés "métal" (GEEP-Industries) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

AUBERT, Y. « Où en est l'industrialisation? », *Construction (Nu méro spécial industrialisation du bâtiment, to me I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 69-70.

BALLADUR, J. « L'industrialisation du bâtiment », *Construction (Numéro spécial industrialisation du bâtiment, tome I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 83-4.

DEBOMY, P.-L. « Les écoles et lycées industrialisés (Aluminium français-Saint-Gobain) », *Construction (Nu méro spécial ind ustrialisation du bâti ment, tome 2)*, Tome XX, n° 5, mai 1965, p. 209-15.

HESLING, J. « Réflexions liminaires sur les constructions scolaires et universitaires », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

LEONARD, L. « Préfabrication d'hier, industrialisation d'aujourd'hui », *Construction (Nu méro spécia l i ndustrialisation du bâtiment, to me I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 71-82

TERNY, M. « Pourquoi et comment nous devons industrialiser le bâtiment », *Construction (Nu méro spécia l i ndustrialisation du bâtiment, to me I)*, Tome XX, n° 3, mars 1965, p. 85-91.

Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment :

« La Cité d'expériences de Noisy-le-Sec », *Cahiers du Centre Scient ifique e t Technique du Bâtiment*, Cahier 12, n° juill. 1948, p. IX-XIV.

- « Les chantiers d'expérience du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 12, n° juill. 1948, p. I-V.
- « Les chantiers d'expérience du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 38, n° janv. 1949, p. I-XVII.
- « Programme 1949 des chantiers d'expérience du ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 46, n° avril 1949, p. I-VI.
- « Préfabrication sur chantier (300 logements de l'OCIL à Vincennes », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 22, cahier 201, p. 1
- « Les opérations Million et Lopofa », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* cahier 40, n° 326, oct. 1959, p. 1-42
- BLACHERE, G. « L'industrialisation clef d'un nouvel urbanisme? (Conclusions du Congrès international organisé par la Fédération belge pour l'urbanisme et l'habitation, le développement et l'aménagement du territoire) », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 1144, n° 134, nov. 1972, p. 9.
- COIFFARD, J. « Les chantiers de Caen "La Guernière" et d'Orléans », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 33, n° 276, sept. 1958, p. 1-33.
- COIFFARD, J. « Le secteur industrialisé d'Athis-Mons. Une réalisation de préfabrication semi-lourde », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 357, n° 44, juin 1960, p. 1-25.
- CSTB, SERVICE DE L'AGREMENT DE MATERIAUX ET PROCEDES DE CONSTRUCTION « Systèmes-types de joints, rattrapages et attaches (Sélection nationale de façades légères -circulaire du 10 juillet 1965 du directeur de la construction) », *Cahier du CSTB*, n° 80, Cahier 692, 1966, p. 24.
- DENVERS, M. « Lettre de M. DENVERS, président du Groupe de Travail, au Ministre de la construction en Groupe de Travail no. V pour l'étude de l'industrialisation et l'accroissement de la productivité dans la construction », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* No. 37, n° Cahier 297, 4 déc. 1958, p. 3-6.
- DREYFUSS, M. « Opération "la résidence des Lionceaux": construction de 232 logements », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, cahier 310, no 38, sept. 1959, p. 1-35.
- GRUPE DE TRAVAIL No. V POUR L'ETUDE DE L'INDUSTRIALISATION ET L'ACCROISSEMENT DE LA PRODUCTIVITE DANS LA CONSTRUCTION. « Compte rendu synthétique des travaux », *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, Cahier 297, n° 37, avril 1959, p. 48.

Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes :

- « Productivité et bâtiment », *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, n° 23, juill. 1952, p. 1-2.
- « Le bâtiment possède désormais son organisme de productivité: L'A.PRO.BA (Association Professionnelle pour l'accroissement de la productivité dans l'industrie du Bâtiment" », *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, n° 48, avril 1955, p. 3-6.
- FREYSSINET, E. « Préfabrication et bâtiment », *Bâtir (Revue technique de la Fédération nationale du bâtiment et des activités annexes)*, n° 28, janv. 1953, p. 1-3.

Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment :

- « L'industrialisation du Bâtiment et la Reconstruction », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1947.
- « L'industrialisation du bâtiment (Progrès et réalisation en France) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950.
- « Les constructions scolaires universitaires et sportives », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment (Le)*, 57 année, n° hors série, juill. 1960.
- ACHE, J.-B. « Le métier d'entrepreneur et son évolution », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment (Le livre d'or de l'entreprise française : entrepreneurs et entreprises)*, n° spécial, juin 1957, p. 27-30.
- ASSOCIATION NATIONALE DE LA PREFABRICATION DU BATIMENT (L'). « L'Association nationale de la préfabrication du bâtiment (Ses buts) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. XXIV.
- DORIAN, C. « Le groupe scolaire des Sablons à Saint-Pierre-des-Corps », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950.
- FAYETON, J. « L'évolution de l'Art de bâtir en France », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° hors série (L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction), nov. 1946, p. 45-9.
- GROSBORNE, H. « Où en est la normalisation en France? », *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*, n° hors série (L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction), nov. 1946, p. 40-4.
- LODS, M. « De la préfabrication », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 52-4.
- LODS, L. « A propos de la préfabrication », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 47-8.

- PILPOUL, J. « Nécessité de l'Industrialisation du Bâtiment », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 1-11.
- PILPOUL, J. « L'industrialisation du bâtiment (Introduction) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 2-10.
- « Raymond Camus & Cie », *Le moniteur des travaux publics et du bâti ment (Le livre d'or d e l'entreprise française : entrepreneurs et entreprises)*, n° spécial, juin 1957, p. 25-8.
- ROGER, P. « Les services techniques du MRU et l'Industrialisation du Bâtiment (III. L'agrément provisoire des matériaux nouveaux et des procédés de construction non traditionnels) », *Le Moniteur d es Travaux publics et d u Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 65-7.
- ROGER, P. « Les services techniques du MRU et l'Industrialisation du Bâtiment (IV. Le REEF) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, nov. 1946, p. 68.
- SIMON, E.-H.-L. « La préfabrication dans la Construction (emploi actuel et possibilités d'avenir) », *Le Moniteur des Travaux publics et du Bâtiment*, n° hors série, mars 1950, p. 49-63.
- HUMMEL, R. « L'organisation rationnelle du travail (I.- Point de vue de l'architecte) », *Le Moniteur des travaux publics et du bâti ment*, n° hors série (L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction), nov. 1946, p. 30-1.

La documentation française illustrée :

- « Les constructions scolaires et universitaires », *La documentation française illustrée*, n° 187, mai 1963, p. 31.

Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II:1964-1965)

- BERNIER, S. « L'évolution de la construction du logement en France en 1963 et 1964 », *Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II:1964-1965)*, 10^{ème} année, n° 28, janv. 1966, p. 294-303.
- BLACHERE, G. TRIDON J.G. (dir.), « L'industrialisation du bâtiment », *Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II:1964-1965)*, 10^{ème} année, n° 28, janv. 1966, p. 122-7.
- FAURE, H. (dir.), TRIDON J.G., « Recherche et modernisation dans l'entreprise du bâtiment », *Regards sur la France (Evolution de la construction, réalisation et perspectives, tome II:1964-1965)*, 10^{ème} année, n° 28, janv. 1966, p. 166-75.

HANTZ, J.-V. « L'orientation des efforts de l'état en faveur de la construction », *Regards sur la France*, 10^{ème} année, n° 28, oct. 1972, p. 65-73

VASSEUR, J. « Activité de l'industrie du bâtiment (évolution, modernisation) », *Regards sur la France*, 10^{ème} année, n° 28, oct. 1972, p. 79-94.

L'Esprit Nouveau

LE CORBUSIER-SAUGNIER, « Les maisons 'Voisin' », *L'Esprit Nouveau*, n° 2, 192, p. 214.

Industrialisation forum

MADELIN, P. « Les modèles-innovation : incitation à la recherche et à l'industrialisation? », *Industrialisation forum*, n° 4, 1974, p. 35-6.

MOVSHIN, J. « Divulgation de l'industrialisation, deux conférences et un symposium (Industrialisation de l'industrie de la construction: cours donné à Washington University, St Louis) », *Industrialisation forum*, vol. 1, n° 2, Janv. 1970.

Les Echos

SASSIER, P. « Test fondamental: l'industrialisation de la construction scolaire », *Cahier spécial du quotidien "Les Echos"*, n° supplément au numéro 10168, 1968, p. 97-105.

Techniques et architecture :

« Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 25^{ème} année, n° 53, mars-avril 1954.

« Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955.

« Constructions scolaires 2 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 6, avril 1956.

« Constructions scolaires 3 », *Techniques et architecture*, 16^{ème} série, n° 5, Janv. 1957.

« Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960.

« Constructions scolaires 5 », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° 2, Fév. 1963.

« Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

- « Extraits de l'exposé général, précédant le cahier des clauses techniques », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964.
- « Constructions scolaires », *Techniques et architecture*, 26^{ème} série, n° 2, nov. déc. 1965.
- « Industrialisation du bâtiment (N° publié à l'occasion du 8^{ème} Congrès Mondial de l'UIA, Paris 1965) », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965.
- « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.
- « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, n° 1, oct. 1969.
- « Systèmes constructifs - composants », *Techniques e architecture*, no 28, déc. - janv. 1979.
- AILLAUD, E. « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale (A4, équipe 20) », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.
- AUBERT, Y. « Industrialisation du bâtiment », *Techniques et Architecture*, 27^{ème} série, n° 5, fév. 1967, p. 54-5.
- BALENCY-BEARN, A. « Industrialisation », *Techniques et arch itecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 103-5.
- BARETS, J.-J. « La préfabrication lourde », *Techniques et Architecture*, 17^{ème} e série, n° 5, nov. 1957, p. 82-8.
- BARETS, J. « Considérations sur la préfabrication lourde en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 134-41.
- BERTHOIN, J. « Préface de constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 50-51.
- BLACHERE, G. « L'industrialisation du bâtiment en France », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 94-6.
- CAZANEUVE, R. PERAY, E., « Architecture et industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 125-6.
- EGGER, R. « Points de vue d'architectes », *Techniques et architect ure*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966 -67.
- HENRI-LABOURDETTE, J. « L'architecte face à l'industrialisation (vivre son temps) », *Techniques et Architecture*, 27 série, n° 5, fév. 1967, p. 56-9.
- LE-MEUR, G. « Industrialisation de la construction scolaire », *Techniques e t architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 97-9.

- LE-MEUR, G. « Quelques considérations sur le concours « conception-construction » », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p. 58-61.
- LE-MEUR, G. « Industrialisation de la construction scolaire », *Techniques et architecture*, 25^{ème} Série, n° 4, mai - juin 1965, p. 97-99.
- LE-MEUR, G. « Premiers bilans et axes de réflexion pour le développement de la construction industrialisée », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 68-70.
- LODS, M. « Le problème, produire industriellement les bâtiments, dessiner le pays », *Techniques et architecture*, 17^{ème} série, n° 5, nov. 1957, p. 68-80.
- LODS, M. « Vers l'industrialisation », *Techniques et architecture*, 25^{ème} série, n° 4, mai - juin 1965, p. 108-9.
- MESMIN, G. « Introduction du numéro spécial concours 'conception-construction' du ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, n° spécial, janv. 1964, p. 56.
- PARENT, C. « Réconciliation », *Techniques et architecture*, n° 148, fév.-mars 1970, p. 12.
- PORTEFAIT, J.P. « Soixante ans d'industrialisation (L'évolution des idées) », *Techniques et architecture*, n° 327, nov. 1979, p. 73-9.

c. Archives

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

- Archive personnel M. Merlet, ancien ingénieur du CSTB, enregistré en juin 2005.
- Dossier Lafaille. *Archive du CSTB* [enregistré en mai 2007].
- ASSOCIATION DU CATALOGUE DOCUMENTAIRE DU BATIMENT, *Catalogue du bâtiment (Volume 1)*. [1er éd.]. Paris: Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), N. p.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB) (éd.), *Documentation technique sur la construction immobilière (REEF Répertoire des éléments et ensembles fabriqués du bâtiment), Généralités*. [1ère publication : 1946]. Paris: CSTB, 1949. Tome I, I-XXI p.
- CHEMILLIER, P., *Comment améliorer la productivité du processus de construction?* Rapport [sans référence] archive du CSTB. S.l. : 21 nov. 1979. 57 p., Exemp. dactyl.

Archives de l'Institut français d'architecture

Demande de brevet déposée en France le 12 avril 1950 sou le n° P.V. 550 pour « Nouveau procédé de construction en béton et bâtiment réalisé en utilisant ce procédé » par la Société Civile dite : Institut d'études techniques et professionnelles. IFA, LAFBE/Q/49/1-109.

« Ecole ronde de Vienne, procédé Lafaille », IFA, LAFBE/Q/51/1-185/2.

Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les Lafaille et MMM Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mentionne de l'exposé décembre 63]. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, 8 p.

Ville de Pantin, Construction du groupe scolaire des Courtilières, devis descriptif tous corps d'états, m arché présenté par SERPEC (Société d'étude et de réalisation de procédés économiques de construction) et M.E. AILLAUD, architecte. Document daté du 28 juill. 1959. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), 28 mai, AILEM-C-57-4/1185/1, 101 p.

Ville de Pantin, Ecole des "Courtilières", assainissement, rapport de l'architecte, n.d. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/1183/2, 2 p.

Groupe scolaire des Courtilières, construction en procédé Camus, rapport de l'architecte, Ville de Pantin, 2 juin 1959. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), Juin 1959, AILEM-C-57-4/1183/2, 2 p.

SERPEC, planning général du groupe scolaire Pantin-Les Courtilières, daté 15-4-59. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), AILEM-C-57-4/1183/2, p.

Exposé de la procédure des saisies-arrêts entre les Lafaille et MMM Lefèvre et Maugué, doc. non daté [dernière mentionne de l'exposé décembre 63]. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, 8 p.

Principes généraux du système GEAI. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LODS-D-44 Dossier 323 AA 54, N. p.

Le GEAI Rouen 1968 (Groupement pour l'étude d'une architecture industrialisée, extrait des numéros 37 et 38 de "Façades légères et cloisons industrialisées"). Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LODS-D-44 Dossier 323 AA 55, 1-31 p.

GEAI Structure-liaison poteau treillis. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LODS-D-44 Dossier 323 AA 55, 1-31 p.

« Un edificio escolar de planta circular », Informes de la construction, Instituto técnico de la construcción y del cemento, Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-1-101, n° s.d.

- Note succincte sur le rôle de l'Institut d'Etudes Techniques et professionnelles (22, rue Mr Le Prince, Paris 6^e) en ce qui concerne les constructions scolaires. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103, p.
- Etude critique du projet LAFAILLE-CAMELOT (Le problème à résoudre), Paris, juillet 1949. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, 8 p.
- BUREAU D'ETUDES BERNARD LAFAILLE, *Description photographique du système constructif, 182 rue de rivoli, Paris*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/R-1-185-11, N. p.
- INSTITUT D'ETUDES TECHNIQUES ET PROFESSIONNELLES, *Note au sujet des constructions scolaires circulaires - prototype agréé I ETP (Adaptations architecturales par MM. LAFAILLE et CAMELOT, 20 rue Saint Didier, Paris, décembre 1952*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, N. p.
- LAFAILLE, B., *Les constructions scolaires. Ecole Type i.E.T.P. (Breveté SGD) Modèle agréé, Commission Intériministérielle, loi du 12 septembre 1948. Bureau de coordination d'entreprises, Institut d'Etudes Techniques et Professionnelles, 20 rue Saint Didier, Paris*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49/1-109, N. p.
- LAFAILLE, B., *Les constructions scolaires, 1^{er} degré: pièce n° 2 (Prototype i.E.T.P. - agréé, type "Saint-Elier"), descriptif général et cahier de prescriptions spéciales. Document signé Bernard Lafaille, ingénieur ECP, Robert Camelot, architecte en chef des bâtiments civils et Palais nationaux/bureau d'études Bernard Lafaille (BEBL) à Paris. n. d.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103, 38 p.
- LAFAILLE, B., *Ecole type, décomposition des travaux, projet no. 2. n.d.* Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103, p.
- LODS, M., *Etude analytique des temps et de coûts d'une construction industrialisée, Paris, le 29 mars 1966*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), 29 mars, Paris, LODS-D-44 Dossier 323 AA 53, N. p.
- LODS, M., *Fiche technique précise sur nos projets, accompagnée éventuellement de documents & photographies*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), s.d., LODS-D-44 Dossier 323 AA 53, 4 p.
- LODS, M., *Historique abrégé des événements majeurs ayant influé sur la vie du GEAI entre 1960 et 1969*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LODS-D-44 Dossier 323 AA 53, 47 p.
- MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE, *Ecoles prototypes (du premier degré). Brochure du MEN, Paris : Publication du Centre national de documentation pédagogique, 21 décembre 1951*. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), 21 déc., LAFBE/Q/49/1-109, 47 p.

MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE, Lettre du Ministre de l'Education nationale à messieurs Lafaille et Camelot, Institut d'Etudes techniques et professionnelles. Objet: Ecoles prototypes IETP à Marolles, Hermival les Vaux, Mesnil sur Blancy, Mesnil-Germain, Saint Cyr dy Ronce-Ray, Mesnil-Durand et Mesnil-Guillaume, Paris le 2 août 1954. Archives de l'Institut français d'architecture (IFA), LAFBE/Q/49-103, p.

Archives départementales de Meurthe-Et-Moselle

Fonds Jean Prouvé, archives départementales de Meurthe-Et-Moselle, 23 J 1-506n (Portefeuilles de plans et dessins, 1932-1965), 23 J 349.

Archives nationales de France

Comment construire économiquement les bâtiments d'équipement sportif qui nous manquent. Document imprimé, non daté, et non signé. [1959] Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22900/41684, 5 p.

Lettre d'invitation à participer aux travaux interministériels chargés de proposer au ministre de l'Education nationale et au ministre de la Construction les mesures de coordination entre les programmes de constructions scolaires et les programmes de constructions de logements, signée Pierre Sudreau (ministre de la Construction) et J. Berthoin (ministre de l'Education nationale). Paris, le 26 nov. 1958. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41686, N. p.

Opérations du second degré (Opérations d'Etat et opérations subventionnées). Document de 1961, non signé et non daté. . Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 8 juin, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22899/41682, p.

Recherche de nouvelles organisations susceptibles d'améliorer la rapidité et la qualité de l'exécution des programmes. (Rapport de la 3ème sous-commission, compte-rendu de la réunion du 14 juin 1961). Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22899/41682, 14-7 p.

Conclusions du groupe de travail "Constructions scolaires" suite à l'arrêté interministériel du 20 octobre 1958 pour proposer des mesures de coordination entre les constructions de logements et les constructions scolaires. Doc. non daté et non signé [1958]. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41686, N. p.

Les conditions administratives et techniques de l'exécution du plan. [Document non daté [1960] et non signé. Il s'agit du rapport des groupes de travail No. 5 : "Procédures et techniques de construction", pour le 3ème Plan d'équipement scolaire (1962-1965)]. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22917/41766, 18 p.

Le régime des constructions scolaires (Rapport Rudeau). Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), s.d., 780522/F17-BIS 22900/41684, p.

ABRAHAM, P., *Productivité et constructions scolaires. Montrejeau le 7 Août 1958*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41686, N. p.

ABRAHAM, P., *Commandes groupées d'établissements scolaires de l'enseignement technique sur le plan d'une académie. Rapport pour Monsieur le Recteur de l'Académie de Montpellier. Paris, le 7 avril 1957*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22900/41684, 8 p.

BALENCY-BEARN, M., *Rapport sur l'augmentation de la productivité dans les constructions scolaires. Annexe no. 8 au procès-verbal de la séance du 3/11/1960. [il s'agit de 5 séances du travail du Groupe "Procédés et Techniques de Construction" de la Commission de l'Équipement Scolaire, Universitaire et Sportif pour la préparation du 3e Plan de l'équipement scolaire]*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau.

BRUNOLD, Ch., *Lettre de M. BRUNOLD, le Directeur Général, Chef de l'Inspection générale à M. LE MUR, Chef du Service technique de la DESUS, Paris, le 8 juin 1961*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 8 juin, 780522/F17-BIS 22899/41682, N. p.

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, GROUPE DE TRAVAIL No.5, *Compte-rendu de la première séance de travail, en date du 20 Septembre 1960 du groupe de travail No. 5 : « Procédures et techniques de construction » (3ème Plan d'équipement scolaire: 1962-1965). Courrier signé G. LE MEUR (chef du service technique de la DESUS), Paris, le 7 octobre 1960*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22917/41766, 16 p.

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, GROUPE DE TRAVAIL No.5, *Mesures concernant les maîtres d'œuvre et les techniciens. Courrier de la part du CSTB, adressé à M. LE MUR, chef du service technique de la DESUS. Paris, le 9 mars 1961*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22917/41766, N. p.

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, *Rapport sur l'exécution du IV^{ème} Plan en 1963. [il s'agit des travaux préparatoires du 4ème Plan de l'Équipement scolaire]. Non daté [1963]*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22919/41770, N. p.

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, GROUPE DE TRAVAIL No.5, *Titre 3: Mesures concernent les entreprises.(Présentation du rapport final). [Document non daté et non signé, il s'agit du rapport des groupes de travail No. 5 : "Procédures et techniques de construction", pour le 3e Plan d'équipement scolaire (1962-1965)]*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22917/41766, N. p.

COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, *Rapport du groupe de travail No. 4 : Technique et coût de la construction du Juin 1952* . Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), juin, 780522/F17-BIS 22915/41763, 66 p.

COMMISSION MINISTERIELLE D'ETUDES DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES (3ème sous-commission), CORBIERE M. (Président), CAPLAT M. (Rapporteur), *Recherche de nouvelles organisations susceptibles d'améliorer la rapidité et la qualité de l'exécution des programmes. Rapport à reporter le 29 avril de 1961 au M. le Ministre* . Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22899/41682, N. p.

DEMARRE, G., *Lettre de M. G. DEMARRE, directeur adjoint du CSTB dirigée au Commissariat Général au Plan, Commission de l'Equipe ment Scolaire, Universitaire et Sportif, groupe de travail no. 5, du 13 avril 1961 [Dans le cadre des travaux pour le 3e Plan d'équipe ment scolaire (1962-1965)]*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22917/41766, N. p.

DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, SERVICE DES ETUDES GENERALES ET TECHNIQUES, *Notes sur l'industrialisation des constructions scolaires. Juin 1965*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22919/41771, 6 p.

LE-MEUR, G., *Projet de protocole réglant l'intervention dans les constructions scolaires, universitaires et sportives, dépendant du ministère de l'Education nationale (Direction de l'Equipe ment Scolaire, Universitaire et Sportif) des services des Ponts et Chaussées et des Délégations départementales du Ministère de la Construction. Courrier signé G. LE MUR, chef du service technique de la DESUS, adressé à Monsieur BAUDET, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Saône et Loire. Daté, le 27 fév. 1959*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22923/41781, 6 p.

LE MEUR, G., *Courrier signé G. LE MUR, chef du service technique de la DESUS, adressé à Monsieur BAUDET, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Saône et Loire. Daté, le 27 fév. 1959* . Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22923/41781, 6 p.

LE-MEUR, G., *Copie transmise à Monsieur SEGAUD (Sous-directeur), Service des Etudes Générales et Techniques, du 9 mars 1965. Note à l'attention de Monsieur le Directeur de l'Équipement. Objet: Essai de définition d'une politique dans la construction scolaire du premier degré.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 9 mars 1965, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22847/41588, p.

MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ET SPORTIF, *Concours « conception-construction » pour la réalisation d'établissements scolaires (Règlement), février 1962.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22922/41777, [254] p.

MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, *Opérations de constructions scolaires en commandes groupées pour l'Enseignement du 1er Degré - Priorité "GRANDES ENSEMBLES". Lettre du Ministre de l'Éducation nationale à messieurs les Préfets (pour exécution), les Recteurs d'Académie et aux Inspecteurs d'Académie (pour information), Paris le 23 oct. 1959.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22901/41586, 4 p.

MINISTRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE, *Réforme de modalités de financement des constructions scolaires de premier degré. Lettre du Ministre de l'Éducation nationale à messieurs les Préfets (pour exécution), les Recteurs, les Inspecteurs d'Académie, les Chefs de service de contrôle (pour information).* Document non daté. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22847/41588 3p.

MONNET, B., *Texte initial du rapport sur les commandes groupées que Bertrand Monnet envoie à M. Donzelot (Directeur de la DESUS), Strasbourg, le 3 juillet 1957. Rapport présenté par René Egger au Commissariat au Plan [Deuxième plan de l'Équipement scolaire], Paris, le 6 juin 1957.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), 780522/F17-BIS 22900/41684, 25 p.

RAYNAUD, J., *Lettre du directeur de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif (M. J. RAYNAUD) dirigée à M. le Ministre, du 14 fév. 1967. Objet: Instituts universitaires de technologie (Lancement des opérations).* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 78522/F17BIS-22911/41747.

RAYNAUD, J., *Lettre du directeur de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif (M. J. RAYNAUD) dirigée à M. le préfet des Vosges du 15 fév. 1967. Objet: Constructions industrialisées. Programme 1967. Réalisation du collège d'enseignement général de 400 élèves à Chatenois.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines (Fontainebleau), Fontainebleau, 78522/F17BIS-22911/41747, 6 p.

RAYNAUD, J., *Lettre du directeur de l'Équipement scolaire, universitaire et sportif (M. J. RAYNAUD) dirigée à M. le président directeur général de la société GEEP Industries du 7 fév. 1967. Objet: Programme industrialisé 1966.* Archives nationales de France, Centre des archives

contemporaines (Fontainebleau), Fontainebleau, 78522/F17BIS-22911/41747, 1 p.

SEGAUD, P., *Note de M. P. SEGAUD à l'attention de M. Le Directeur. Objet: Définition d'une politique dans la construction scolaire du premier degré - Rapport de M. LE MUR du 9 mars 1965. document daté le 12 mars 1965.* Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, 12 mars 1965, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22847/41588, p.

d. Rapports

BERNARD, P., *Techniques et avenir: Etat d'avancement de l'action "Industrialisation ouverte"*. Rapport de la Direction du bâtiment et des travaux publics et de la conjoncture (DBTPC) du Ministère de l'Équipement. Paris: [1976]. 11 p., exempl. dactylogr.

BERNARD P., Ministère de l'Équipement, DBTPC, Rapport sur l'industrialisation ouverte : projet - Techniques et avenir, état d'avancement de l'action "industrialisation ouverte", Paris: DBTPC, Janvier 1976. 85 + V p.

CHEMILLIER, P., *Comment améliorer la productivité du processus de construction?* Rapport [sans référence] trouvé dans archive morte et disparu du CSTB. S.I. : 21 nov. 1979. 57 p., Exemp. dactyl.

COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN (CGP) DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE, ARTISTIQUE ET SPORTIF, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire, artistique et sportif du ministère de l'Éducation nationale*, S.I.: CGP juill. 1958. 245 p.

COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport générale de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et Sportif (Quatrième plan de développement économique et social 1962- 1965)*. Paris: Imprimerie nationale, 1961. 269 p.

COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, *Programme de travail des commissions de modernisation du 6^e plan, préparation du rapport sur les options*. Paris: La documentation française, N. 68 p.

COMMISSARIAT GENERAL AU PLAN, COMMISSION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE UNIVERSITAIRE, SCIENTIFIQUE ET ARTISTIQUE, *Rapport sur l'exécution du IV^{ème} Plan en 1963. [Il s'agit des travaux préparatoires du 4^{ème} Plan de l'Équipement scolaire]. Non daté [1963]*. Archives nationales de France, Centre des archives contemporaines, Fontainebleau, 780522/F17-BIS 22919/41770, N. p.

COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, *Rapport général de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire et sportif (Ve plan 1966-1970)*, Paris:

COMMISSARIAT GENERALE DU PLAN D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE, N. 251 p.

COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN, COMMISSION DE L'INDUSTRIE, COMMISSION DE L'HABITATION, *Rapports des comités du 6e plan 1971-1975 (Bâtiments et travaux publics)*. Paris: La Documentation française, 1971. 337 p.

COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Terminés ou commencés entre le 1er janvier 1960 et le 31 décembre 1961)*, Neuilly-sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1961. 29 p.

COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Année 1968)*, [Paris/Neuilly-sur-Seine]: [CIMUR/BIPE], 1968. [54] p.

COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Année 1969)*, Paris/Neuilly-sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1969. 56 p.

COMITE D'INFORMATION POUR LE DEVELOPPEMENT DES PANNEAUX DE FACADE ET MURS RIDEAUX (CIMUR), BUREAU D'INFORMATIONS ET PREVISIONS ECONOMIQUES (BIPE), *Enquête sur les chantiers de construction en panneaux de façade et en murs rideaux (Année 1970)*, Paris/Neuilly-sur-Seine: CIMUR/BIPE, 1970. 78 p.

FEDERATION NATIONALE DU BATIMENT, Règles du jeu (permettant la fabrication industrielle de composants destinés à la construction d'immeubles d'habitation du type social), Paris: Fédération Nationale du Bâtiment, le 10 mars 1975. D.G.-No. 12.716, 19 p.

HAMBURGER, B., SAVIGNAT, J.-M., THIEBAUT, A. *Architecture et systèmes constructifs*. Rapport [sans aucune spécification] du ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Direction de Construction, Centre d'études et de recherches architecturales (CERA-ENSBA). Paris: Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, Direction de la Construction, s.d. 112 p., exempl. dactylogr.

HAMBURGER, B., QUERRIEN, A., THIEBAUT A. *La commande publique d'architecture (1945-1975), et al.*, Rapport final de recherche réalisée pour le CORDA, Ministère de l'environnement et du cadre de vie. Paris: ministère de la Culture et de la Communication, 1977. no. 77 7304100202 7501, 114 p.

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DIRECTION DU BATIMENT, DES TRAVAUX PUBLICS ET DE LA CONJONCTURE, DIRECTION DU BATIMENT, DES

TRAVAUX PUBLICS ET DE LA CONJONCTURE,, *Participation à l'élaboration de la règle du jeu de l'industrialisation ou verte.*: Alpha-Ingénierie, fév. 1977. Marché no. 76-61096 du 2 juin 1976), 361 p., exempl. dactyl.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'ARCHITECTURE (SERVICE TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS SCOLAIRES ET UNIVERSITAIRES), *Bâtiments d'enseignement. (Schémas types)*. Paris: Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1955. 37 planches N. p.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION DE L'EQUIPEMENT SCOLAIRE, UNIVERSITAIRE ET SPORTIF (SERVICE TECHNIQUE), *Installations des salles scientifiques second degré (Schémas types)*. Paris: Centre national de documentation pédagogique (Impr. nationale), 1960. 46 planches N. p.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, DIRECTION CHARGÉE DES EQUIPEMENTS, *Instruction relative à la construction des écoles maternelles*, Paris: Institute National de Recherche et de Documentation Pédagogiques (Brochure no. 8207), 1973. 71 p.

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), Concours du Syndicat National du Béton Armé et des Techniques Industrialisées, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. N. p.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE, DIRECTION DE LA CONSTRUCTION, *Marchés-Cadres (passés en application de la circulaire no. 480à/76 du 9 déc. 1976)*. Paris: Conseils, 1979. N. p.

MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA CONSTRUCTION, C. BONNOME, M.-Ch. KOLB (présenté par), *Evolution de la construction dans la République Fédérale Allemande (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité)*. Paris, 1958. 41 p.

MISSION FRANÇAISE DE PRODUCTIVITE, COMMISSARIAT GENERAL A LA PRODUCTIVITE, MINISTERE DE LA RECONSTRUCTION ET DU LOGEMENT, M.Ch. KOLB (établi par), *Evolution de la construction aux Etats-Unis (Enquêtes en vue de l'accroissement de la productivité)*. Paris: Société Auxiliaire pour la Diffusion des Editions de Productivité, 1958. 28 p.

NATIONS, UNIES, Les effets de la répétition sur les opérations de construction sur chantier, rapport concernant une enquête entreprise par le Comité de l'habitation, de la construction et de la planification, New York: publication des Nations Unies, 1965. ST/ECE/NOV/14, p.

NATIONS, UNIES, Principes directeurs des politiques et mesures gouvernementales à appliquer pour industrialiser progressivement la construction, New York: publication des Nations Unies, 1974. ST/ESA/7, p.

NATIONS UNIES, Conseil économique et social, Commission économique pour l'Europe, La politique du logement dans les pays d'Europe et les progrès réalisés dans ce domaine en 1953, Etude établie par la division de l'industrie de la Commission économique pour l'Europe. Genève: Nations Unies, 17 août 1954. E/ECE/189, n. p.

NATIONS UNIES, Commission économique pour l'Europe, Comité de l'industrie et des produits de base, Sous-comité de l'habitat, Travaux de la conférence de la recherche dans le domaine du bâtiment, Genève: Nations Unies, 9 déc. 1950. E/ECE/122, 314p.

NATIONS UNIS, Commission économique pour l'Europe, Comité de l'habitation, de la construction et de la planification, Travaux du cycle d'études sur les changements à apporter à la structure de l'industrie du bâtiment afin d'améliorer son efficacité et d'accroître sa production, Prague, 19-30 avril, 1964, New York: 1965. 5 vol. p.

NATIONS UNIS, Commission économique pour l'Europe, (ed.), [La] conception, la production et l'utilisation futures d'éléments fabriqués industriellement, Rapport sur les travaux du 2ème cycle d'étude de la CEE sur l'industrie du bâtiment. Paris, 24-29 avril 1967, New York: 1969. 2 vol. p.

NATIONS UNIS, Commission économique pour l'Europe, Méthodes modernes de conception, d'organisation et de gestion des bâtiments. Rapport sur les travaux du troisième cycle d'étude sur l'industrie du bâtiment, préparé par le secrétariat de la CEE. Moscou, URSS, 5-10 octobre 1970, New York: 1971. 2 vol. p.

PROVISOR, H. (sous la dir.), HAKIM, F., HENRY, E. *Pôles et perspectives de l'industrialisation du bâtiment*. Etude réalisée par l'Institut de Recherche Economique et de Planification (CERER) de Grenoble en convention de recherche avec le commissariat général du Plan et de la Productivité (CORDES) (convention no. 19/1971 du 25 mai 1971) et la Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture. S.l.: CERER/CORDES/Ministère de l'Équipement et du logement, mai 1972. 265 p., exempl. dactyl.

PROVISOR, H., *L'industrialisation dans le bâtiment (Éléments pour un bilan critique)*. Paris: Ministère de l'équipement, Direction du bâtiment et des travaux publics et de la conjoncture (DBTPC), Université de Sciences Sociales de Grenoble, Institut de recherche économique et de planification (CERER), déc. 1974. 93 p.

PRESIDENT DU CONSEIL/COMMISSARIAT GENERALE DE MODERNISATION ET D'EQUIPEMENT, MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE, *Rapport de la commission du plan d'équipement scolaire, universitaire, scientifique et artistique (Tom e I)*, S.l.: Commissariat générale de modernisation et d'équipement.

Liste des illustrations

Figure 1. Numéros spéciaux des revues françaises sur la préfabrication	24
Figure 2. Préfabrication en usine (atelier de fabrication des trumeaux)	30
Figure 3. Préfabrication in situ.	32
Figure 4. Préfabrication à l'échelle du bâtiment	38
Figure 5. Préfabrication légère	43
Figure 6. 1) Assemblage des carrosseries dans une usine d'automobiles, 2) Mise en stockage d'un moule de piédroit de trumeau terminé	76
Figure 7. Hypothèses : de la conception à la réalisation, de l'usine au chantier : des logiques différentes	100
Figure 8. Expansion scolaire	113
Figure 9. La croissance des effectifs scolaires, 1830-1970	113
Figure 10. Réforme de l'enseignement	124
Figure 11. La trame de 1,75	153
Figure 12. Schémas types 1) de 1952 ; 2) de 1955	157
Figure 13. Grille de jugement du concours « conception-construction »	189
Figure 14. Brochure des modèles du ministère de l'Education nationale	206
Figure 15. Le CES Edouard-Pailleron, le 6 février 1973	211
Figure 16. Découpage du processus de production.	220
Figure 17. Façades légères.	233
Figure 18. Carte de prototypes du concours de 1947.	242
Figure 19. Brochure de prototypes, 1951	244
Figure 20. Prototype à Saint-Dionisy	245
Figure 21. Coupe, façade et plan du prototype Mazet	246
Figure 22. Ecole à Peille	246
Figure 23. Classe ouvrant sur l'aire de plein air	247
Figure 24. Prototype Croizé, détails constructifs	248
Figure 25. Prototype Abraham	249
Figure 26. Prototype Abraham	250
Figure 27. Prototype Prouvé à Vantoux (bâtiment des professeurs)	251
Figure 28. Ecole maternelle à Martigues	252
Figure 29. Type Studal	253
Figure 30. Bâtiments provisoires à Villejuif	254
Figure 31. Etude pour le groupe scolaire à Villejuif	255

Figure 32. Panneaux sandwichs avec raidisseurs Jean Prouvé	256
Figure 33. Prototype Lods	257
Figure 34. Façades préfabriqués à Saint-Etienne du Rouvray	258
Figure 35. Panneaux de façades du lycée de Sotteville-les-Rouen	258
Figure 36. Prototype Nelson	259
Figure 37. Bureau d'études IETP	260
Figure 38. Prototype circulaire IETP	263
Figure 39. Décomposition par postes de travail	265
Figure 40. Brochure écoles prototypes circulaires	266
Figure 41. Procédé iETP circulaire	267
Figure 42. Mise en œuvre du procédé Lafaille	269
Figure 43. Eléments préfabriqués utilisés à Limoges	271
Figure 44. Bloc-fenêtre porteur préfabriqué	272
Figure 45. Commandes groupées en préfabrication semi-lourde	272
Figure 46. Commandes groupées à Marseille	273
Figure 47. Ecoles industrialisés à étages	276
Figure 48. Murs rideaux	277
Figure 49. Ecole industrialisée à étages	278
Figure 50. Façades des planches d'éléments types	281
Figure 51. Procédé doublement mixte	281
Figure 52. Façade préfabriquée, Battut et Warnesson	282
Figure 53. Brochure de procédés 1965-1975	287
Figure 54. Collège d'enseignement secondaire spécialisé, Villiers-sur-Marne, construction entreprise Edmond Coignet	293
Figure 55. Procédé Coignet : 1 Murs, 2 Refends et cloisons, 3 Plancher	294
Figure 56. Procédé Tracoba	295
Figure 57. Procédé Tracoba	298
Figure 58. Groupe scolaire Jean-Jaurès	300
Figure 59. Groupe scolaire Jean-Jaurès	301
Figure 60. Groupe scolaire Jean-Jaurès	302
Figure 61. Groupe scolaire Jean-Jaurès	303
Figure 62. La plancher, groupe scolaire Jean-Jaurès, procédé Camus	304
Figure 63. Le gymnase, groupe scolaire Jean-Jaurès	305
Figure 64. Procédé Baretts (1, Système de construction, 2 Planchers, 3 caissons, 4 Panneaux de façade)	307

Figure 65. Architecte Jean Monge, école non identifiée	310
Figure 66. Procédé Balency (1, Murs façades, 2, Planchers, 3, Escalier)	311
Figure 67. Procédé Coutant	312
Figure 68. Procédé Coutant : Murs	313
Figure 69. Procédé Coutant : Acrotère	314
Figure 70. Procédé Coutant : Plancher	314
Figure 71. Procédé SNC : 1, Murs, 2 Allège et 3 cloison	315
Figure 72. Procédé SNC : 1, 2 Plancher	315
Figure 73. Procédé Fillod : 1, murs et façades	318
Figure 74. Procédé Fillod : 1, Ossature, 2, 3 Procédé « EM »	319
Figure 75. CES 600, Maisons-Alfort	321
Figure 76. Procédé GEEP	323
Figure 77. Concours conception-construction, CIMT	324
Figure 78. CIMT	325
Figure 79. CES 600 à Sedan	326
Figure 80. Constructions Modulaires	327
Figure 81. Procédé Constructions Modulaires	329

Liste des tableaux

Tableau 1. Logiques des acteurs selon Theile (2000)	95
Tableau 2. Prévisions de besoins de locaux scolaires (1951-1975)	116
Tableau 3. Plans chronogramme	118
Tableau 4 : Repères	179
Tableau 5. Résultats du concours conception-construction	191
Tableau 6. Répartition de commandes entre les divers procédés (N° d'entreprises et n° d'opérations)	195
Tableau 7. Références du découpage du bâtiment	218
Tableau 8. Degrés de l'industrialisation du bâtiment	221
Tableau 9. Ensembles de technologies préfabriquées	222
Tableau 10. Familles de planchers partiellement préfabriqués et préfabriqués	227
Tableau 11. Familles de grands panneaux en béton :	228
Tableau 12. Répartition des types de façades légères utilisées dans la construction scolaire.	234
Tableau 13. Nature de l'ossature de la façade (en pourcentage de la surface de façade)	238
Tableau 14. Matériaux utilisés en allèges, menuiseries et vitrage des façades légères (unité : 1000 m ²)	239
Tableau 15. Ecoles prototypes réalisées à partir de la loi de 1948	241
Tableau 16. Liste de prototypes exécutés à la date du 1951	244
Tableau 17. Variation de la valeur au m ² d'une unité scolaire en fonction de l'organisation des chantiers par nombre et par nombre d'unités dans un groupe.	262
Tableau 18. Procédés issus du concours de 1962	284
Tableau 19. Procédés utilisés dans le « secteur industrialisé » du secteur scolaire	288

Les paramètres de l'industrialisation du bâtiment

Classées en ordre chronologique par date de publication.

Auteur	Définition : L'industrialisation du bâtiment [...]	Paramètres
SIMON, 1962 ¹	« L'industrialisation de la construction impose : une série dans la fourniture et la mise en œuvre [...] ; la continuité technique qui suppose elle-même la continuité financière ».	Série Continuité technique et financière
BLACHERE, 1966 ²	« Rationalisation+Mécanisation »	Rationalisation Mécanisation
AUBERT, 1967 ³	« Une production industrielle suppose non seulement une technique évoluée mais aussi l'existence d'un marché organisé, c'est-à-dire de commandes émanant de spécialistes ou d'un public suffisamment informé ».	Technique évoluée Marché organisé
BONNOME, 1968 ⁴	« (...) c'est la recherche des <u>conditions optimales</u> d'exécution de travaux de construction adaptées aux conceptions économiques modernes et au progrès technique par une préparation méthodique et minutieuse du travail. Elle implique, certes l'emploi à tous les stades d'exécution, de <u>moyens et d'engins mécaniques évolués pour la préparation, la fabrication, la manutention et la mise en œuvre des matériaux</u> , mais il impose aussi <u>l'organisation scientifique de chantier</u> et plus généralement, et d'une manière aussi impérieuse, <u>l'organisation rationnelle de toutes les fonctions</u> quelles soient qui concourent à l'art de bâtir : programmes, études, exécution, comptabilisation, facturation, exploitation, et quel qu'en soit le promoteur : maître d'œuvre, techniciens de toutes disciplines, entrepreneurs et même maître d'ouvrage : <i>la préfabrication</i> est un aspect particulier de l'industrialisation [...] ». [le souligné par l'auteur]	Optimisation Mécanisation Organisation scientifique de chantier. Rationalisation du processus de production.
LODS, 1968 ⁵	« Remplacement par tout de l'homme par la machine », disparition du chantier au profit de l'atelier de montage, substitution de « l'assembler » au « maçonner ».	Mécanisation. Préfabrication.
WESTON, 1968 ⁶	« Le concept même d'industrialisation est souvent mal compris ; il est pris au sens d'utilisation de matériaux ou d'éléments spécifiques tels que les	Volume Continuité de la production

¹ E.H.L. SIMON, *L'industrialisation de la construction*. Paris: Editions du Moniteur des travaux publics, 1962, p.14.

² G. BLACHERE, *Savoir bâtir. (Habitabilité, durabilité, économie des bâtiments)*. Paris: Eyrolles, 1966, p. 275.

³ Y. AUBERT, Directeur de la Construction, Secrétariat d'Etat au Logement, « Industrialisation du bâtiment », *Techniques et Architecture*, 27 série, n° 5, fév. 1967, p. 54.

⁴ C. BONNOME, « L'industrialisation du bâtiment », p. 1391, in LEONARD, L., *Encyclopédie pratique de la construction et du bâtiment*. Paris: Librairie Aristide Quillet, 1959.

⁵ En Techniques et architecture.

⁶ J.-C. WESTON, « La construction par élément. De quoi s'agit-il? », *Build international*, Vol. 1, no 1, sept./oct. 1968, p. 10.

	grands panneaux de béton, alors qu'en réalité l'industrialisation est un concept opérationnel qui englobe le <u>volume</u> et la <u>continuité</u> de la production, de la <u>réduction de la variété</u> , la <u>mécanisation</u> et la <u>préfabrication</u> . La construction à base d'éléments n'est qu'un aspect de l'industrialisation ».	Typification Mécanisation Préfabrication
MADELIN, 1969 ⁷	L'industrialisation <i>du</i> bâtiment s'applique à la technique de construction proprement dite. L'industrialisation <i>dans</i> le bâtiment englobe les méthodes de l'industrialisation, s'est à dire la totalité du processus industriel : l' <u>étude</u> , l' <u>organisation</u> et la <u>conduite du chantier</u> .	Technique de construction et méthodes de production
MOVSHIN, 1970 ⁸	« L'industrialisation est définie comme 'une <u>méthode</u> productive, établie sur des <u>processus</u> <u>mécanisés et/ou organisés</u> , de caractère <u>répétitif</u> '. La notion de répétition, impliquant la <u>continuité</u> , est la différence principale entre l'industrialisation et la construction traditionnelle ». [Le souligné par l'auteur]	Mécanisation Organisation Répétition Continuité
PROVISOR, 1972 ⁹	Dans le bâtiment l'industrialisation s'emploie avec différents sens : i) « (...) il désigne la façon de réaliser physiquement composants et ouvrages ». (optique de la production matérielle stricto sensu). Dans cette optique « on fait appel à une mécanisation découlant d'une organisation scientifique (ou rationnelle) du travail ; il n'importe à leurs yeux le lieu de production : chantier, atelier ou usine ». ii) « (...) il s'étend à la gestion et va même jusqu'à englober la totalité du processus au terme duquel un client prend possession d'un immeuble fini ».	Mécanisation Organisation scientifique du travail.
BLACHERE, 1972 ¹⁰	« (...) depuis que j'ai écrit cette belle formule [industrialisation = mécanisation + rationalisation], j'ai tendance à mettre davantage l'accent sur mécanisation. Je pense qu'on ne peut pas parler d'industrialisation à propos d'une technologie qui ne serait pas mécanique ».	Mécanisation
BLACHERE, 1975 ¹¹	« Là comme ailleurs l'industrialisation c'est l'utilisation de technologies qui remplacent l'habileté de l'artisan par l'usage de la machine ». Mais surtout il signale « ce qu'elle n'est pas » par rapport à : Concernant la préfabrication : "[...] il a souvent été	Mécanisation. Et « peut-être » : Préfabrication Série Rationalisation

⁷ MADELIN, P., *Industrialisation dans le bâtiment*. Paris: Editions G.M. Perrin, 1969.

⁸ J. MOVSHIN, « Divulgateur de l'industrialisation, deux conférences et un symposium (Industrialisation de l'industrie de la construction: cours donné à Washington University, St Louis) », *Industrialisation forum*, vol. 1, n° 2, Janv. 1970, p. 44.

⁹ H. PROVISOIR, (sous la dir.), F. HAKIM, E. HENRY, *Pôles et perspectives de l'industrialisation du bâtiment*. Etude réalisée par l'Institut de Recherche Economique et de Planification (CERER) de Grenoble en convention de recherche avec le commissariat général du Plan et de la Productivité (CORDES) (convention no. 19/1971 du 25 mai 1971) et la Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture. S.I.: CERER/CORDES/Ministère de l'Équipement et du logement, mai 1972, p. 2, exempl. dactyl.

¹⁰ G. BLACHERE, « L'industrialisation clef d'un nouvel urbanisme? (Conclusions du Congrès international organisé par la Fédération belge pour l'urbanisme et l'habitation, le développement et l'aménagement du territoire) », *Cahiers du CSTB*, cahier 1144, n° 134, nov. 1972, p. 3.

¹¹ G. BLACHERE, , *Technologies de la construction industrialisée*. Paris: Eyrolles, 1975. p. 3-7.

	<p>dit que l'industrialisation est synonyme de travail à l'usine et que le travail au chantier ne peut pas être industriel. [...] Ce n'est pas l'endroit où l'on fabrique qui fait la différence, c'est la technologie qu'on utilise".</p> <p>Par rapport à la série : « [...] La série est souvent une condition nécessaire à l'emploi d'une technologie industrialisée, afin notamment de permettre d'amortir la machine, mais ce n'est pas la condition suffisante".</p> <p>En regard de la rationalisation : " [...] En fait il est inévitable que des personnes ou organisations différentes participent à la conception et à la réalisation d'un projet ou d'un objet [...] Dans le bâtiment industrialisé comme dans la plupart des industries, la conception restera partagée entre plusieurs concepteurs et distincte de l'exécution » C'est qu'il faut assurer donc « c'est l'engrainage de gens entre eux ». Mais, "Que l'on utilise des méthodes industrialisées ou pas, la nécessité est la même [...]"</p> <p>Relatif à assumer qu'il faut produire des objets différents. « [...] lorsqu'on industrialise, on change par définition la méthode de production. [...] L'industrialisation ne réside pas dans la conception d'ensemble du produit, dans la façon dont l'objet répond au programme [...] ». Cependant il ajoute : « Certes, la nouvelle méthode d'élaboration a une réaction appréciable sur la conception et peu à peu l'objet change, parce que la manière de le réaliser change, mas c'est un deuxième temps »</p> <p>En relation à l'utilisation que des matériaux nouveaux : « Un matériaux vieux comme l'histoire peut être employé d'une façon nouvelle et industrielle avec des machines [...] ».</p>	
CHOUNARD, 1976 ¹²	« C'est le processus qui met en œuvre, en série, des procédés <u>mécanisés</u> dans les méthodes de production de l'industrie du bâtiment ».	Série Mécanisation
CHEMILLIER, 1977 ¹³	« Transfert du travail vers le capital fixe ».	Mécanisation
ACHE, 1979 ¹⁴	L'industrialisation impose « une transformation des méthodes de conception et de réalisation qui ne tient pas seulement aux problèmes matériels de la fabrication, du transport et de la mise en œuvre des éléments préfabriqués, mais qui a englobé la façon de conduire les études préalables et les calculs d'exécution, de dresser le programme des	Changement des méthodes de conception et de réalisation Normalisation

¹² L. CHOUNARD, *Contribution à l'analyse économique de l'industrialisation du bâtiment*. Thèse de 3ème cycle, Sciences économiques et d'économie appliquée à la gestion, Rennes 1, 1976, p. 51. Dir. Y., MORVAN.

¹³ P. CHEMILLIER, *Les techniques du bâtiment et leur avenir*. (Nouvelles données du marché, évolution de l'industrialisation). Paris: Le MONITEUR, 1977. 428 p.

¹⁴ ACHE, J.-B., « Les techniques de construction des bâtiments », p. 247, in DAUMAS M. (dir.), *Histoire générale des techniques*. Tome V: Les techniques de la civilisation industrielle. Paris: Presses Universitaires de France, 1979.

	opérations, d'instituer une normalisation à la fabrication et à l'assemblage des produits »	
FRUITET, 1987 ¹⁵	« Une industrialisation consiste à reporter en amont, dans des usines de <u>préfabrication</u> (situées éventuellement sur le site même, dans des ateliers forains), une grande partie de main d'œuvre, plus facilement <u>mécanisée</u> et même automatisée »	Préfabrication. Mécanisation. Automatisation
GUIDOT, 1983 ¹⁶	« [...] on se rend compte que tout est loin de se résumer à des notions à la fois simples et évidents comme <u>préfabrication</u> , <u>standardisation</u> , <u>usinage</u> ...et plus généralement encore, <u>production de masse</u> [standardisation et préfabrication existant depuis long temps] Sera-ce donc la notion de production de masse qu'il faudrait évoquer pour voir se profiler enfin un usinage, une machinerie, compatible avec la performance industrielle ? ». [Le souligné par l'auteur]	Préfabrication Standardisation. Production de masse
McCUTCHEON, 1992 ¹⁷	"Definitions of industrialized building are varied, and cover a wide range of building from rationalized traditional (which is the application of scientific planning to traditional construction) through to industrialized system building (of which one type was called 'large panel' construction), and even more advanced systems, which included the factory production of a complete dwelling. Despite the breadth of formal definition, the essential objective of industrialized building is that housing should be produced as far as possible in a factory by methods which are in principle similar to those used in assembly line mass production of commodities such as automobiles and washing machines".	Préfabrication Série. Production de masse
SARJA, 1998 ¹⁸	"Today the industrialisation of building means the application of modern systematised methods of design, production planning and control as well as mechanised and automated manufacturing processes".	Systématisation de méthodes Mécanisation Automatisation
RICHARD, 2005 ¹⁹	"Industrialization is basically the aggregation of a large market to divide into fractions the investment in strategies and technologies capable, in return, of simplifying the production and therefore reducing the costs... Whereas the first four degrees of industrialization (i.e. <u>prefabrication</u> , <u>mechanization</u> , <u>automation</u> , <u>robotics</u>) remain at the level of	Préfabrication Mécanisation Automatisation Robotisation

¹⁵ L. FRUITET, « Constructions métalliques. Constructions industrialisées. », *Techniques de l'Ingénieur, traité de Construction*, 1987, p. 1-2.

¹⁶ R. GUIDOT, « Matériaux d'industrie, matériaux d'architecture », p.6, in CENTRE GEORGES POMPIDOU, (ed.), *Architecture et industrie. (Passé et avenir d'un mariage de raison)*. Paris: Centre de Création Industrielle/Centre Georges Pompidou, 1983.

¹⁷ R.-T. McCUTCHEON, « Science, technology and the state in the provision of low-income accommodation : the case of industrialized house-building, 1955-77 », *Social studies of science*, Vol. 22, n°2, 1992, p. 354.

¹⁸ A. SARJA (ed.), *Open and industrialized building*. London/New York: CIB International Council for Building Research Studies and Documentation, 1998, p. 5.

¹⁹ R. RICHARD, « Industrialized building system: reproduction before automation and robotics », *Automation in construction*, Vol. 14, 2005, p. 442.

	duplicating the traditional construction processes, the fifth degree, reproduction, seeks innovative processes capable of shortcutting the repetitive linear operations of craftsmanship nature".	
--	---	--

Ces auteurs font référence aux définitions d'autres auteurs.

<p>FERNANDEZ, 1974²⁰</p>	<p>Del INSTITUTO EDUARDO TORROJA DE LA CONSTRUCTION Y DEL CEMENTO :</p> <p>“Industrialización de la construcción es el empleo de forma racional y mecanizada de materiales, medios de transporte y técnicas constructivas para conseguir una mayor productividad”.</p>	<p>Rationalisation de matériaux, de moyens de transport et des techniques de construction Mécanisation</p>
<p>CHOUINARD, 1976²¹</p>	<p>De M.G. CEDERWALL, in « Méthodes modernes de conception, d'organisation et de gestion des bâtiments », rapport sur les travaux du troisième cycle d'étude sur l'industrie du bâtiment tenu à Moscou, URSS, 5-10 oct. 1970, Vol. 1, Nations-Unies, New-York, 1971, p. 40.</p> <p>« L'industrialisation c'est un processus de production incluant trois composants : la rationalisation, la mécanisation et la préfabrication croissante auxquelles s'ajoutent trois éléments : la répétition, la continuité et la recherche technique systématisée ».</p>	<p>Rationalisation Mécanisation Préfabrication Répétition Continuité Recherche technique</p>
	<p>De CSTB, par Gérard Blachère, est reprise par le Commissariat Général du Plan : « Les perspectives en matière d'industrialisation », en « Le Logement », Colin, Paris, 1970, p. 114.</p> <p>« L'addition de la mécanisation et de la rationalisation, avec comme corollaire la répétition et la continuité ».</p>	<p>Mécanisation Rationalisation Répétition et continuité</p>
	<p>De CHAUMELY, 1969, in "L'industrialisation au niveau des méthodes », La construction moderne, sept-oct. 1969. pag. 34. [La cite ne correspond pas à la source indiquée]</p> <p>« L'industrialisation du bâtiment est plus affaire de méthode et d'état d'esprit que de techniques »</p>	<p>Méthode</p>
<p>BOUTTE, 1992²²</p>	<p>De H. PROVISOIR (1978) dans une note d'information de la Direction du Bâtiment, des Travaux Publics et de la Conjoncture (DBTPC) :</p> <p>« Dans le langage courant, le terme 'industrialisation' désigne le passage d'un mode de production artisanal à un mode de production fondé sur l'emploi de machines. La <u>mécanisation</u> ne représente cependant qu'un aspect partiel du processus d'industrialisation. L'autre non moins essentiel, a nom '<u>organisation</u>' ». [Le souligné par</p>	<p>Mécanisation Organisation</p>

²⁰ J.A. FERNANDEZ, *Prefabricación. (Teoría y practica, Tomo I)*. Barcelona: Editores técnicos asociados, 1974. 510 p.

²¹ L. CHOUINARD, *op. cit.*, p. 33-34.

²² F. BOUTTE, *Matériaux pour une réflexion critique sur l'industrialisation de la construction des logements*. Projet de fin d'études, Génie civil et bâtiment, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, nov. 1992, p. 12. Dir. C. QUEFFELEC.

	l'auteur]	
SARJA, 1998 ²³	De J.LUGEZ, in European Communities Commission. Stuttgart, February 21-23, 1990. " Industrialising can be involving either: -Series production: Productivity results from the repetition of identical operations for the manufacture of products which are themselves identical -Recourse to automation: Products are diversified within a certain range, without any loss of productivity. For this purpose, the production tool is adapted to the order it receives for each of the products to be manufactured".	Série Diversification par l' automatisation
	De A.-S. COMMANDANTE, Philippines, Industrialized housing systems, p. 155-156, in Industrialized building systems in Asia. Low-Cost Building Materials Technologies and Construction Systems Monograph, Series Number 3 June 1988. Regional Network in Asia for Low-Cost building Materials technologies and Construction Systems (DP/RAS/82/012), Manila, 1988. "The term 'industrialised' refers to parts fabricated by machines and organised production in labour. Within this definition of terms, an industrialised building system, therefore, is defined as a set of building parts which are mass-produced"	Mécanisation Organisation Production de masse
PROVISOR, 1972 ²⁴	Du rapport du Groupe des Technologies du Plan Construction [sans référence] : « Plus fréquentent, on identifie l'industrialisation à la préfabrication en usine, au report à l'usine des opérations matérielles, au transfert de la main d'œuvre du chantier à l'usine allant de pair avec l'élimination du travail qualifié ».	Préfabrication en usine. Changement de la main- d'œuvre
	De J. VAYSSEUR [Sans référence] : « L'industrialisation du bâtiment c'est l'application à cette activité de méthodes de gestion et de procédés techniques qui lui permettent de bénéficier, en matière de rendement, de toutes les ressources que la révolution industrielle a mis à notre disposition ».	Rationalisation de la production

²³ A. SARJA (ed.), *op. cit.*, p. 10-11.

²⁴ H. PROVISOIR (sous la dir.), *op. cit.*, p. 3-4.

Annexe
Procédés constructifs

Procédé

AWB

Ateliers des Wagons de Brignoud

a. BALENCY-BEARN G.; GUILLOT J., (archs)

- 1) CES 900 à Oyonnay, Bourg et Bresse (Ain, 01), susceptible pour le programme industrialisé de 1968.
- 2) BALENCY-BEARN G.; GUILLOT J., (architectes). CES Mixte 600 à Echirolles, Grenoble (Isère). Panneaux exécutés en usine et plancher en dalles préfabriquées. Ces composants sont associés sur chantier à une ossature métallique. Système de façade: mur-rideau « suivant les prescriptions techniques de la Direction des Constructions Scolaires » Ce sont les encadrements en acier inoxydable des panneaux, qui constituent l'ossature du mur-rideau. Les panneaux sandwiches, et les cloisons intérieurs sont agréés par le CSTB¹. PELISIER (architecte d'opération).

b. Bertrand MONNET (1910-1989)

- 3) Un des procédés utilisés par M. Monnet a été le "E.U.R." (Expansion Urbaine Rural : Eléments préfabriqués, en béton armé, dissociés pour éviter les frais de transport du personnel et la répétition de taxes. Entreprises: Billard, Cora et Macorin.). Un prototype a été étudié par la Sté des Wagons de Brignoud, réalise en 1954 à titre expérimental².
- 4) La seule construction qui nous avons repérée avec des éléments pouvant être de AWB est l'extension de l'Institut de physique de Strasbourg ayant utilisé des murs-rideaux à revêtement extérieur en acier inoxydable et de glace émaillée noire.

¹ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27ème Série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 100-101.

² « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 89

c. POIRIER R.

- 5) R. Poirier et Perillat (architectes). Ensemble scolaire de l'annexe du lycée Turgot à Paris, Porte de Chaumont. Utilisation des panneaux sandwichs légers et rigides (extérieur: plaque d'amiante-ciment, intérieur: réseau cellulaires, mousse plastique expansées ou fibre de verre)³.

d. Autres écoles

- 6) La revue Construction spéciale Constructions scolaires industrialisés de 1968, qui présente le procédé AWG, illustre l'article avec le CES 1200, d'Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis, 93)
- 7) CES à Givors (Rhône à Lyon) et 2^{ème} tranche du CES à Modane, Chambéry (Savoie, 73) ; deux CEG à Montmélian, Chambéry et à Saint-Just-en Chevalet (Loire) ; un CET à Bron (Rhône à Lyon)⁴.

³ « Constructions scolaires III », *L'Architecture française*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 96

⁴ AN : 78522/22911/41751

Procédé

Balency-Schuhl

a. Jean MONGE

Architecte situé à Paris 16^{ème}.

Ecoles conçues pour cet architecte avec le procédé Balency-Schuhl :

- 1) CES 600 expérimental à Alfortville (Val-de-Marne). Entreprise : BALENCY et SCHUHL Ingénieurs constructeurs ; Préfabrication en usine des panneaux de façade, refends, et planchers caissons. Les menuiseries et les revêtements de façade sont aussi prévus à la préfabrication⁵.

D'ailleurs, cet architecte a travaillé aussi avec les procédés « Coutant » et « Silibel ». Il est aussi auteur de :

- 2) Complexe universitaire Droit –lettres de Poitier où il utilisé de façades préfabriqués⁶.
- 3) Ecole Nationale d'Enseignement Technique de Rennes où il y utilise de murs rideaux⁷.

b. Autres écoles

- 4) Une école à Rueil-Malmaison (Hautes-de Seine) dans l'Île de France illustre le procédé « Balency-Briard » du groupement Saint-Gobain-Pont-à-Mosson de la brochure de modèles du MEN de 1974. Avec Balency-Briard a travaillé l'architecte Herbert selon la liste de couples architectes-entreprises de modèles de CES industrialisés, présentée par Bezançon (2006)⁸.

⁵ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p.82-83 ; et AN78522/22913/41759

⁶ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 115-117.

⁷ « Constructions scolaires VII », *L'Architecture française*, 25^{ème} année, no 267-268, nov.-déc. 1964, p. 63-68.

⁸ X. BEZANÇON, D. DEVILLEBICHOT, G. NAGY, *2 siècles d'entreprise générale et de progrès dans la construction*. Italy: Timée-Editions, 2006.

Pour l'agrément du CSTB, l'entreprise Balency-Schuhl illustre le procédé avec le CES à Alfortville, déjà mentionné, et :

- 5) Groupe scolaire « La Galaise » à Thiais.
- 6) Groupe scolaire « La Liane » à Boulogne-sur-Mer.
- 7) CES 1200 à Vitry.
- 8) CES 1200 à Rosny.

Procédé

Barets-[COFEBA]

a. Daniel BADANI et Pierre ROUX-DORLUT

Etablissements scolaires au nome du procédé « Barets » :

- 1) IUT à Paris, avenue de Versailles, BEAUDRIER P., SOLERE G. (architectes assistants). Panneaux de façades préfabriqués « barets », du type de la **préfabrication lourde** . Concours général des Instituts Universitaires de Technologie, programme industrialisé. Trame 1,80. « Ce constructeur équipé des usines ambulantes et d'engins de lavage adéquats a pu réaliser dans un délai assez bref et sur un terrain difficile cette opération importante »⁹.

Participation de l'architecte à d'autres concours :

- Ce couple d'architectes travaille avec l'architecte Dufetel pour l'IUT d'Amiens (Somme), réalisation inscrite dans le programme industrialisé de 1967. Procédé non spécifié¹⁰.
- L'atelier d'architecture Badani-Roux-Dorlut, est l'auteur d'un prototype de CES dénommé « Une expérience d'industrialisation volumétrique » (Cellules tridimensionnelles en acier), à Gif-Sur-Yvette (Yvelines), avec la société Camus. BIRO et FERNIER¹¹.
- CES à Château-Chinon (Nièvre). Entreprise générale : Grangette et Passager, Le Coteau. Ossature préfabriqué : poutres et de poteaux en béton armé. Fondations traditionnelles. Planchers: dalles préfabriquées et dalle de répartition. Chaînage des bâtiments par acrotère préfabriqué. Ouverture du chantier en avril de 1968.

⁹ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p.102-103.

¹⁰ AN : 78522/22913/41759.

¹¹ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} Série, n^o 4, déc.-janv. 1966-67, p.91- 93

b. BOUET

- 2) Lycée Marguerite de Navarre à Pau. Entreprise générale : Margeridon¹².

c. G. BOVET et DELAHALLE

- 3) Lycée Louis-Barthou à Pau (Pyrénées-Atlantiques). Procédé : BARETS-Cofeba. **Ossature préfabriquée sous forme de portiques transversaux ou longitudinaux**. Les planchers, les toitures et les façades sont aussi préfabriquées. « La construction de ces bâtiments est en effet un exemple de préfabrication intégrale de bâtiments scolaires »¹³.

Autres établissements scolaires où figure le nom de cet architecte :

- Université de Grenoble - Département de chimie. (Isère). Avec l'architecte J. Royer. Les éléments de façade sur trame de 1,60m sont préfabriqués avec menuiserie-bois¹⁴.

Les architectes de conception G. Bovet et J. Royer, sont des rares architectes qui figurent dans la brochure de 35 modèles industrialisés, présentant un établissement scolaire de la commune de Chevilly-Laure avec le procédé SICRA - grande maille (Sté industrielle de constructions rapides)¹⁵.

d. J. de BRAUER

- Concours conception-construction de 63. Entreprise : Gri et Fils. Bureau d'études : COFEBA. Préfabrication à pied d'œuvre des murs de grandes dimensions en béton armé¹⁶.

¹² «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

¹³ « Constructions scolaires 5 », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° 2, fév. 1963.

¹⁴ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964, p. 89.

¹⁵ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), Concours du Syndicat National du Béton Armé et des Techniques Industrialisées, *35 modèles des CES industrialisés acceptés par le ministère de l'Education Nationale*. Paris: Editions Conseils, 1974. N. p.

¹⁶ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

e. M ax DOIGNON-TOURNIER

- 4) CES Mixte 800 à Ribeauvillé (Haut-Rhin). L'Entreprise du Littoral Nord, constructeur. construction industrialisée en béton armé. Début 1966, conclu le 15 fév. 1966. Le procédé consiste à l'utilisation d'éléments préfabriqués sur place dans des usines foraines. **Longrines préfabriqués**, qui supporte les panneaux de façade en sandwich. **Planchers sur poutres préfabriqués**. Cloisons sèches. Durée de la construction : 7 mois. Les usines foraines comportent : central à béton, moules de préfabrication montés sur vérins, étuvage avec chaudière mobile, groupe électrogène et engins de levage¹⁷.

L'équipe MONGE, J.; DOIGNON-TOURNIER, M.; BIGOT, P.; ROR, F. participent au concours construction-conception de 63, avec le groupement SOCEPIC Groupement et le procédé Tracoba¹⁸.

f. DOTTEL ONDE

- 5) CES 600 à Annecy (Haute Savoie). Entreprise : Compagnie Française d'Engineering Baretts (DELBICOT?). Le procédé n'est pas spécifié. Susceptible pour le programme industrialisé de 1968¹⁹.

Autres établissements au nom de cet architecte :

- CEG 400, Guillestre, Cap, Hautes Alpes [? vérifier commune] avec le procédé Fiorio²⁰.

Il est dans la liste de « Couples Architectes/Entrepreneurs des modèles de CES industrialisés » avec l'entreprise Joubert.

g. Didier LEFEVRE

Lefevre et Fougeroux sont les architectes de l'entreprise et du procédé BACCI (Béton armé constructions civiles), lors de la brochure du 35 modèles des CES industrialisés²¹.

¹⁷ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 114-115

¹⁸ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

¹⁹ AN : 78522/22913/41757.

²⁰ AN : 78522/22913/41757.

- 6) CES 600 Le Coteau, Sain-Etienne, La Loire. Entreprise : Compagnie Française d'Engineering-Barets.

Autres établissements au nom de cet architecte et non au nom de ce procédé :

- CET à Montargis (Loiret) où procédé non spécifié. « Il s'agit d'une construction industrialisée » à ossature: poteaux HE ou IPE et poutres en treillis. Plafonds, escaliers, éléments de façade, cloisons, revêtements de la charpente, portes et toiture en tôle d'acier. Toutes les tôles ont été peintes en usine²².
- CES mixte à Montereau (Loiret). Architectes : SCHMITZ A., BARTHE J., LEFEVRE D., POUHEY H. Entreprises: Fayeton et S.A.E.E.T.P. Paris: Entreprises copilotes. Eléments préfabriqués : l'ossature du bâtiment ainsi que les escaliers métalliques. Construction finie à la fin 1958. "L'industrialisation du bâtiment a fait l'objet d'une étude très poussée"²³. Planchers Kayser. Façades en murs rideaux à structure en sapin et parement extérieur en amiante-ciment dont le surfaçage en polyester est armé d'un tissu de verre coloré²⁴.
- CES 600 à Chevigny-St-Sauveur, Dijon (Côte-d'Or), avec la Société Générale de Constructions Industrialisées (SGCI). Programme industrialisé de 1968²⁵.
- CEG 400 à Ballancourt-sur-Essonne (Essonne). En conjoint avec l'architecte POIRIER R. et l'entreprise CONSTRUCTIONS MODULAIRES, constructeur. Dévillette, entreprise pilote, pour le procédé C.L.A.S.P., système C.L.A.S.P. (en Angleterre). "Constructions Modulaires" (France). Accepté pour construction en 1965²⁶.

h. M EZONNAT

- 7) CES 600 Portes-lès-Valence. Entreprises Joubert²⁷.

²¹ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

²² ACHE, J.B., *Acier et Architecture*. Paris: Arts et Métiers graphiques, 1966, p. [118].

²³ « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 100

²⁴ « Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961, p. 72-73

²⁵ AN : 78522/22913/41757.

²⁶ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 107.

²⁷ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

i. SIRVIN

- 8) CES 600 à Pau (Basses-Pyrénées). Compagnie Française d'Engineering Barets. Procédé non spécifié²⁸.

Autres établissements au nom de cet architecte et non au nom de ce procédé :

- Lycée de garçons Charlemagne (app d'origine); Lycée et collège Hector-Berlioz (app actuelle) à Vincennes. (Val-de-Marne). Architectes : SIRVIN P. et SCHMITZ (archs.), SARF J.L. (ing.-conseil D.E.P. Zurich). Nom du procédé non spécifié. Préfabrication des planchers par éléments n'excédant pas 1 100 kg. Solives préfabriqués. Façades préfabriqués A.T.M.B²⁹. Trame 1,75. Ossature en BA brut de décoffrage (modulé à 1,75). Poutres préfabriqués attachés aux têtes de poteaux coulés en moules métalliques³⁰.
- Ecole des métiers de l'électricité de France à Soissons-Cuffies. Architectes : SIRVIN, P. et P. Nom du procédé non spécifié : Mur-rideau : grille de soutien en aluminium, remplissage par des panneaux isothermiques et châssis vitrés³¹ ; Ossature en BA. Planchers: du type Christin avec âme métalliques enrobée de béton. Dalle de compression et sous-plancher en panneaux de roseaux comprimés³².

j. Pierre VIVIEN et J. ROYER

- 9) Résidence universitaire de jeunes filles à Orsay (Essonne). Eléments de façade (**allèges et murs pleins**) préfabriqués. 900 chambres, préfabrication quasi-total des éléments de construction, voiles porteurs, gaines, planchers, éléments de façade. Différents facteurs ont conduit de réaliser la première tranche à exécuter partiellement ces bâtiments en construction traditionnelle.

Autres établissements au nom de cet architecte et non au nom de ce procédé :

²⁸ 78522/22913/41759 NON PH.

²⁹ « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 148.

³⁰ « Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961, p. 94-96 ; CHATELET, BENSALAH, *op.cit.*, fiche 85.1.

³¹ « Enseignement », *L'architecture d'aujourd'hui*, 32^{ème} année, n° 94, fév.-mars 1961, p. 56-57

³² « Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961, p. 82-88.

- Lycée mixte à Orsay (Essonne). Nom du procédé non spécifié : murs rideaux: panneaux d'aluminium Studal posés sur une grille fixée à l'ossature en béton armé au droit de chaque plancher. Ces éléments constituent un quadrillage de 1,75 X 3,25 m³³.

k. Autres écoles (à l'étrangère)³⁴

- a) Collège La Florence à Genève. Architecte Grosurin. Construction revue spéciale Scolaire 1968, p. 91 (photo). Procédé non spécifié³⁵.
- b) Ecoles élémentaires à Milan³⁶.

³³ « Constructions scolaires III », *L'Architecture française*, 19^{ème} année, n° 203-204, août 1959, p. 42-43

³⁴ Le système Baretts est utilisé à l'étranger : en Allemagne, en Belgique, en Italie, en Malaisie, en Suisse. Probablement il a été utilisé aussi au Mexique. BONNOME, C., LEONARD, L., *L'industrialisation du bâtiment*. Paris: Librairie Aristide Quillet, 1959. 1387-521 p.

³⁵ AN : 78522/22913/41757

³⁶ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

Procédé

BARRIERE HELLEGOUARCH

a. GUILLOU Y. (arch. De conception)

- 1) CES 600 à Crozon (Finistère). Architecte d'opération H. CONAN, constructeur ENTREPRISE DU CENTRE, Voir l'art. pour les réflexions de l'architecte sur la préfabrication. Programme 1966 des Constructions Industrialisées du MEN³⁷
- 2) CES 900 Lanester, Vannes (préfecture) (Morbihan), ENTREPRISE DU CENTRE ; Procédé par relation entreprise : BARRIERE HELLEGOUARCH. Susceptible pour le programme industrialisé de 1968³⁸.

b. Autres écoles

CES à Bruz, [Ennes] dans le département de l'Ille et Vilaine ENTREPRISE DU CENTRE ; Procédé par relation entreprise : BARRIERE HELLEGOUARCH. Programme industrialisé de 1967³⁹

³⁷ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 112-113.

³⁸ AN :78522/22913/41757

³⁹ AN : 78522/22911/41749.

Procédé

Bender

a. AUFRET H.

- 1) Concours conception-construction 63. SFP (Société Française de préfabrication). Procédé totalement usiné. Ossature métallique. Planchers en acier. Escaliers métalliques. Façades à partir de tôles et profilés en acier⁴⁰.

Participation de l'architecte avec d'autres procédés :

- CES à

b. CAZALS J.P. et MASSIP N.J.

- 2) CES du Haut du Roi à Sarcelles (Val-d'Oise). SFP (Sté Française de préfabrication, constructeur), Bender, Jaques (Sté Française de préfabrication). Trame 1,75. Ossature, planchers, cloisons et façades métalliques. 1955 (juin 1965 - janvier 1966)⁴¹

c. MASSE G. BIGOT P., FOY F. (archs.)

- 1) CES 800 à Laon (Aisne). COLLE A.-F. (arch. Assistant). SFP (Sté Française de préfabrication, Sté Générale d'Entreprises). BENDER [Par relation sté]. Gros-œuvre: structure métallique. Planchers: tôles. « Procédé de préfabrication métallique totalement usiné, apporte une solution rationnelle »⁴².

d. Autres écoles

- 1) Collège 600 à Canteleu. Procédé [Bender] par relation avec société ; Bender, Procédé mixte (préfabrication non spécifiée) [2]. CHAPUIS R. (Rapporteur

⁴⁰ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁴¹ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 76

⁴² « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p.78-81

généra), 2001 #45} p. 89. 1974 (01.01.74). Destruction total incendie. Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974⁴³

⁴³ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3

Procédé

BHTE

Procédés industrialisés. Bureau d'Habitat et d'Etudes Techniques

Dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974, en Procédé béton⁴⁴.

a. LOISEL ERNOULT RENAUD (Cabinet) (Arch. Auteurs)

Procédé figurant dans les « 35 modèles de CES industrialisés » au Havre avec cet architecte⁴⁵.

⁴⁴ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3

⁴⁵ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

Procédé

Camus

Procédé dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974⁴⁶

b. AILLAUD, Emile (1902-1988)

Architecte DPLG en 1928; architecte conseil du MEN pour les constructions scolaires et sportives.

- Architecte du Concours conception-construction 63 avec le bureau d'études OCIB et la Sté SERPEC. Procède : Serpec-CAMUS : Panneaux lourds de façade⁴⁷.
- 1) Groupe scolaire de Pont de Pierre à Pantin. Parties vitrées discontinues et régulièrement réparties. Les voûtains sont préfabriqués les uns sur les autres à partir d'un seul coffrage établi sur chantier. Le montage de façades se fait par panneaux de 4,50 x 3,50 m, les feuillures des vitrages fixes étant exactement réservées dans le dessin même du béton (économie par rapport à la réalisation du premier groupe où des châssis métalliques étaient incorporés⁴⁸.
- 2) Cité scolaire Coulommiers (Seine-et-Marne). OCIB, Bureau d'études/Asthon Azaïs, ingénieur. "Préfabrication rigoureuse". Préfabrication lourde. Construction 1963-1970⁴⁹.
- 3) Groupe scolaire Courtilières à Pantin (Seine-Saint-Denis). Châtelet: fiche no. 49.1. Appellation actuelle Jean-Jaurès⁵⁰. SERPEC/COGITEC. Entreprises: gros-œuvre: S.E.R.P.E.C. Application rationnelle du procédé de grande préfabrication (procédé Camus). Voûtains préfabriqués sur le chantier les uns sur les autres en utilisant un seul coffrage. 1,75 [Châtelet]. 1957 (Avant projet),

⁴⁶ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

⁴⁷ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁴⁸ « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963, p. 15

⁴⁹ ⁴⁹ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 91.

⁵⁰ A.-M. CHATELET, K. BENSALAH, *L'architecture scolaire en région Ile-de-France (1. La petite couronne)*. Rapport du Laboratoire de recherche histoire architecturale et urbaine, sociétés, Ecole de Versailles. Ministère de la Culture, Direction des affaires culturelles d'Île-de-France, fiche no. 49.1.

1967 (décompte définitif)⁵¹. Commentaire de l'IFA (internet): ce groupe scolaire peut être considéré comme le prototype du projet présenté au concours conception-construction de 1963 (AILEM/H/63/02).

- 4) Lycée technique de jeunes filles à Tourcoing (Nord). OCIB, Bureau d'études ; Caroni (Entreprise) ; CAMUS, Raymond et Compagnie. 1965-1972. Perforation de façades régulière avec parties pleines.

c. REMONDET, A. et MALIZARD, A.

- Concours conception-construction 63. Entreprise : SERPEC. CAMUS-Serpec (Procédé C-S). Panneaux en béton armé préfabriqués en murs-façades, refends, planchers, escaliers. Préf. En usine⁵²

d. ROUX-DORLUT P. (Atelier d'architecture Badani-Roux-Dorlut)

- 5) Prototype CES. (Une expérience d'industrialisation volumétrique) à Gif-Sur-Yvette (Yvelines) (Essonne). CAMUS R. et Cie, Ingénieur constructeur et Compagnie Française d'Entreprises. Cellules tridimensionnelles en acier⁵³.

e. Autres écoles

- 6) Cité scolaire, Chemin du BAZINCHIEN, Lille (Nord). CARONI (entreprise). 1967 (date 8 juin 67)⁵⁴

⁵¹ « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 146 ; « Constructions scolaires 5 », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° 2, fév. 1963.

⁵² « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁵³ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p.91- 93 ; VASSEUR, J. « Activité de l'industrie du bâtiment (évolution, modernisation) », *Regards sur la France*, 10 année, n° 28, oct. 1972, p. 81.

⁵⁴ 78522/22911/41751

Procédé

CIMT-JeanProuvé

Compagnie Industrielle de Matériel de Transport, Quillery

Ce procédé participe au concours conception-construction de 63 avec les architectes ELMONT, J., PERILLIER, J.-C., SILVY, M.⁵⁵

Bâtiments scolaires évolutifs industrialisés, type "Tabouret" ; "L'élément type est la classe dite "tabouret". Les prototypes des ses études comportent: une couverture légère (aluminium, bois ou acier); escaliers préfabriquées, Façades composées d'éléments standards C.I.M.T.-Jean Prouvé. Panneaux sandwichs C.I.M.T.-Jean Prouvé, constructeurs⁵⁶.

Pour tous les établissements scolaires trouvés , le procédé n'est pas explicité, sauf indication contraire : i.e. GEEP et Lift Slab.

a. G. Barbé.

Architecte domicilié à Paris.

Ecoles conçues par cet architecte :

- 1) **CES 600** à Sedan (Ardennes). Architecte d'exécution R. Michaux ; entreprise : CIMT-Jean Prouvé, constructeur. Préfabrication légère : ossature métallique en profilés du commerce, façades: mur-rideau *CIMT-Jean Prouvé* comportant les raidisseurs en aluminium extrudé⁵⁷.
- 2) **CEG 400** à Attigne, Charleville-Mezières (Ardennes) ; réalise par l'entreprise CIMT-Lorraine, et le procédé n'est pas spécifié. [Programme industrialisé 1968.]⁵⁸.

⁵⁵ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁵⁶ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁵⁷ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 98-99

⁵⁸ AN : 78522/22913/41757

- 3) CES 600 à Arcis-sur-Aube, Troyes (Aube) ; réalise par l'entreprise CIMT-Lorraine, et le procédé n'est pas spécifié. [Programme industrialisé 1968]⁵⁹. Par la commune d'implantation, il est possible qu'il soit aussi l'architecte de Chartreux, dans le programme industrialisé de 1967.

b. Eugène Beaudoin

- 4) Lycée Mixte d'Antony, Hauts-de-Seine. Structure et planchers en béton armé « dont certains éléments furent préfabriqués ». Les façades sont des murs-rideaux à éléments standard, il semble : Jean Prouvé. La façade passe derrière les poteaux apparents et en arrière de la rive des planchers⁶⁰.

c. Joseph Belmont, J.C. PERILLIER, et SILVY, M.

- Concours conception-construction 63. Compagnie Industrielle de Matériel de Transport, Quillery. Moules métalliques préfabriqués et standardisés. Cloissons : panneaux sandwichs préfabriqués. Ossature coulé sur place⁶¹.

d. P. A. Chauveau (architecte d'opération)

- 5) CET 648 à Pantin (Seine-Saint-Denis). Entreprise CIMT. Programme industrialisé 1967⁶².

e. Christofle

- 6) CES 900 à Paris, boulevard Kellermann. Entreprise CIMT. Programme industrialisé 1967⁶³.

f. Cournuejols

- Trois CES 600 Entreprise CIMT-Lorraine. Susceptible pour le programme industrialisé de 1968⁶⁴, à

⁵⁹ AN : 78522/22913/41757

⁶⁰ « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963, p. 40-41.

⁶¹ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁶² AN 78522/22911/41746 BIS

⁶³ AN : 78522/22911/41747

- 7) Montluel,
- 8) Bourg et
- 9) Bresse (Ain).

Dans le même département CIMT construit un CES 900 CES 900 à Lagnieu, où l'architecte n'est pas spécifié⁶⁵.

g. Godard

- 10) Deux CES 600 à Croix et à Lys Lez Lannoy, Lille (Nord). Entreprise CIMT. Susceptibles pour le programme industrialisé de 1968⁶⁶.

h. Melicourt

- 11) CET et première tranche du Lycée technique à Chatenay-Malabry, dans l'Académie de Paris. Entreprise CIMT. Programme industrialisé de 1967. « Opération étudiée dans le cadre du concours "conception-construction" »⁶⁷.

i. Montanary

- 12) CET de garçons, 31 avenue Ledru-Rollin, Paris 12^{ème}. Entreprise CIMT. Susceptibles pour le programme industrialisé de 1968⁶⁸.

j. Henri Prouvé

- 13) Ecole expérimentale à Vantoux (Moselle)⁶⁹. Construite en 1947/48, avec panneaux d'ossature en profilé spécial d'aluminium⁷⁰.

k. Autres écoles

- 14) CES 900 à Lagnieu (Ain), entreprise CIMT, architecte n'est pas spécifié. Programme industrialisé 1967⁷¹. [voir architecte Courneljos.]

⁶⁴ AN : 78522/22913/41757

⁶⁵ 78522/22911/41749

⁶⁶ AN :78522/22913/41757

⁶⁷ AN :78522/22911/41749.

⁶⁸ AN : 78522/22913/41751.

⁶⁹ PROUVE, *Une architecture par l'industrie*. Zurich: Artémis, 1971, p. 136

⁷⁰ « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p.34.

- 15) Résidence universitaire 308 chambres à Strasbourg-Robertsau (Bas-Rhin).
Entreprise CIMT. Programme industrialisé 1967⁷².
- 16) CEG 400 : « Nenrichemont », à Bourges (Cher). Entreprise CIMT. Programme
1967⁷³.
- 17) Lycée à Bagnols-sur-Cèze (Gard)⁷⁴.
- 18) Résidence universitaire de l'Aurence à Limoges (Haute-Vienne). Entreprise
CIMT. Programme 1967⁷⁵.
- 19) Lycée de jeunes filles, « La Source » à Orléans (Loiret)⁷⁶, entreprise CIMT,
procédé Lift Slab : Préfabrication au sol⁷⁷
- 20) CES Saint Foy, Lyon (Rhône). CIMT. Entreprise CIMT, Programme industrialisé
1967⁷⁸.
- 21) Résidence universitaire HLM 300 chambres, St-Etienne, (Loire). Entreprise,
CIMT. Programme industrialisé 1967. 78522/22911/41746 BIS.
- 22) CES à Montrevault (Maine-et-Loire). Entreprise CIMT, Programme industrialisé
1967⁷⁹.
- 23) CES, à Sanvignes-les-Mines, Mâcon (Saône et Loire). Entreprise CIMT.
Programme 1967⁸⁰.
- 24) Résidence universitaire HLM 600 à Le Fresche-Blanc Nantes (Loire-Atlantique).
Programme industrialisé 1967⁸¹.

Etablissements scolaires au nom de l'entreprise CIMT, mais du **procédé GEEP**.

- 25) CEG à Panissieres, St Etienne (Loire).⁸².

⁷¹ AN : 78522/22911/41749.

⁷² AN : 78522/22911/41748 et 78522/22911/41746 BIS

⁷³ 78522/22911/41751.

⁷⁴ PROUVE, *op.cit.* p. 126.

⁷⁵ AN 78522/22911/41748.

⁷⁶ PROUVE, *op.cit.* p. 45

⁷⁷ *Techniques et Architecture*, 27^{ème} série, n° 5, fév. 1967.

⁷⁸ 78522/22911/41750

⁷⁹ 78522/22911/41752.

⁸⁰ 78522/22911/41750

⁸¹ 78522/22911/41746 BIS

⁸² 78522/22911/41749

Procédé

Constructions Modulaires

La liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974, en présente ce procédé avec la société INFORMATIQUE ET BATIMENT⁸³.

a. POIRIER

- 1) CEG 400 à Ballancourt-sur-Essonne (Essonne) ; l'architecte Poirier avec l'architecte M. LEFEVRE, le constructeur CONSTRUCTIONS MODULAIRES, et l'entreprise pilote Dévillette. Système C.L.A.S.P. (en Angleterre). « Constructions Modulaires » (France). Système de construction: structure métallique reposant sur une dalle en béton armé. Structure métallique: poteaux en profil tubulaires carrés prenant appui sur la dalle de fondations par une articulation. Parois extérieurs en béton préfabriqués et moulés. Cloisons intérieurs: fibres de bois agglomérées à deux parois avec vide d'air intérieur et préfabriqués à la modulation général. Niveaux intermédiaires: planchers en BA sur un solivages de poutres à treillis métalliques et dalles en BA préfabriqué. En 1965, le MEN prend la décision de la construction. Ce système de construction né en Angleterre avec des faux plafonds préfabriqués, couverture en panneaux de bois, préfabriqués et modulé, reposant et fixés sur les poutres de l'ossature métallique⁸⁴.
- 2) CES à Escaudain, Lille (Nord) ; Société de Constructions modulaires ; construction dans le programme industrialisé de 1967⁸⁵.

b. Autres écoles

- 1) CES à Morsang-sur-Orge, Versailles (Seine-et-Oise, aujourd'hui Essonne) ; Sté CONSTRUCTIONS MODULAIRES/SEMIP. Dans le programme de construction de 1964. La construction date de 1967⁸⁶

⁸³ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3

⁸⁴ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 107.

⁸⁵ 78522/22911/41750 et 78522/22913/4175.

⁸⁶ 78522/22911/41751.

- 2) CES 900 à Paris, avenue Vicent d'Indy, 12^{ème} Mandataire commun : Société de CONSTRUCTIONS MODULAIRES/SEMIP. Dans le programme industrialisé de 1967⁸⁷.
- 3) CES 600 à Ham, Amiens (Somme). Construction : Société de CONSTRUCTIONS MODULAIRES/SEMIP et Sté d'Exploitation de Matériel Industriel et de TP. Dans le programme industrialisé de 1967⁸⁸.
- 4) Collège 900. Paris (Pailleron). CONSTRUCTIONS MODULAIRES, Procédé mixte⁸⁹.

⁸⁷ 78522/22911/41751.

⁸⁸ 78522/22911/41749.

⁸⁹ R. CHAPUIS R. (Rapporteur général), J.-M. SCHLERET (Président), *Observations, évaluations, propositions. (Rapport annuel 2001, bilan de mandats)*, exempl. imprimé (Atelier d'imprimerie du MEN). Paris: Ministère de l'Education nationale, Observatoire national de la Sécurité des établissements scolaires et d'enseignement supérieur, 2001, p. 89.

Procédé

Coignet

Procédé dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974⁹⁰, e et des couples Architectes/Entrepreneurs des modèles de CES industrialisés avec l'architecte Merlet.

a. BARGE Jacques

- 3) Nouveau lycée à Vendôme. SIRE Jaques (architecte assistant). Ossature, panneaux extérieurs porteurs, Caissons en béton armé [voir procédé car ici il n'est pas clair quels éléments sont préfabriqués] Menuiseries et revêtements intégrés⁹¹.

b. DELANNOY, P. et SECQ, J.-P.

- Concours conception-construction 63. Bureau d'études : SERGEC ; Entreprise : Constructions Ed. Coignet. Préfabrication lourde en atelier forain ou en usine. Murs porteurs en BA préf. Cloisons porteurs et transversales en BA⁹².

c. MERLET, J. SCHMITZ, A; BARTHE, J. (arch. Conception)

- Architectes présentés dans la brochure de 35 modèles industrialisés de 1974⁹³.

d. Autres écoles

- 7) IUT à Rennes. 1967 (Programme industrialisé)⁹⁴

⁹⁰ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

⁹¹ « Enseignement - formation X », *L'Architecture française*, n° 351-352, 1971, p. 77

⁹² « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

⁹³ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

⁹⁴ 78522/22911/41750

Procédé

Costmagna

Couples Architectes/Entrepreneurs des modèles de CES industrialisés avec les architectes du « Groupe VI »⁹⁵

a. BLAN C A.V.

Cet architecte est parmi ceux présentés dans la plaquette de 35 modèles industrialisés (1974) : VITAL-BLANC, A. et GAERTNER, R; ZONCA, R. Cagnes-Sur-Mer, CERC (Centre d'études et de recherche COSTAMAGNA). Groupement COSTAMAGNA⁹⁶

- 1) CES 600 à Unieux, Saint-Etienne (La Loire). Sté : VERAN-COSTAMAGNA . Procédé non explicité. 1968 (susceptible pour le programme de 1968)⁹⁷.
- 2) Ces 1200 à Nice. Entreprise : Nicolette⁹⁸.

b. CLAUZIER, R.

- 3) CET de jeunes filles à Brazzaville. **Préfabrication lourde**, toutes les façades étant revêtues de briques apparentes⁹⁹

c. CLEMENT

- 4) CES 600 à Annapes, Lille (Nord). Procédé non explicité. 1968 (susceptible pour le prog 68).¹⁰⁰

d. FAVRE, BURE et PERILLAT

- 5) CEG 400 Ecuthe à Besançon (Doubs). 1968 (susceptible pour le prog 68)¹⁰¹

⁹⁵ BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, *op.cit.*

⁹⁶ MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

⁹⁷ AN : 78522/22913/41757

⁹⁸ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

⁹⁹ « Enseignement - formation X », *L'Architecture française*, n° 351-352, 1971, p. 55

¹⁰⁰ AN : 78522/22913/41757

¹⁰¹ AN : 78522/22913/41757

e. HENRI-L ABOURDETTE

- 6) IUT à Nîmes, académie : Montpellier (Gard). Architecte de conception et d'adaptation : H-L. 1968 (susceptible pour le prog 68). date: 3 nov. 67. Entreprise Costamagna, procédé non explicité¹⁰².

Trois IUT, avec bureau d'études OTH, Ensemble: **préfabrication lourde sous forme d'éléments de grandes dimensions constituant façades et planchers**. Planchers: **caissons préfabriqués**. Structure des halls industriels préfabriqués. Poteaux à trame carré de 7,20 X 7,20. Concours du MEN pour la construction d'Instituts Universitaires de Technologie industrialisés¹⁰³ ; à :

- 7) Grenoble (Isère),
- 8) Valenciennes et
- 9) Nancy (Meurthe-et-Moselle)

f. ZONC A et CAERTNER

- 10) CES 600 à Réhon, Nancy (Meurthe et Moselle). 1968 (susceptible pour le prog 68)¹⁰⁴

¹⁰² AN : 78522/22913/41759

¹⁰³ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 105-107.

¹⁰⁴ 78522/22913/41757

Procédé

Coutant

Dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974¹⁰⁵,

Dans 35 modèles de CES industrialisés (1974) : COUTANT G. -Groupement SEFAM/GBA à Bagneux/Paris

a. R. de CIDRAC

- Concours conception-construction 63. Panneaux lourds non porteurs en façade, des panneaux intérieurs, éléments de planchers. Cloisons intérieurs préfabriqués en béton et briques. Planchers à caissons préfabriqués. Paillasse porteuses des escaliers préfabriqués¹⁰⁶.

b. J. MONGE

- 1) CES 600 à Clisson (Loire-Atlantique). Architecte du projet : J. Monge. Réalisation : Constructions industrialisées (procédé G. Coutant): Procédé en béton industrialisé. Ossature incorporée, composé de piliers de béton reliés de poutres continus. Cette ossature est encadrée dans les panneaux de ciment. Panneaux de façade et l'acrotère étant surfacés en usine. Trame 1, 75. La réalisation commence le 17 mars 1966¹⁰⁷.
- 2) CET 432 à Châteaudun, Chartres (Eure-et-Loir). Entreprise Gilbert Coutant. date: 21 nov. 67, programme industrialisé de 1968¹⁰⁸.

c. Autres écoles

- 3) CEST à Châteaudun, Chartres (Eure-et-Loir). Document daté de 1967¹⁰⁹.

¹⁰⁵ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

¹⁰⁶ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

¹⁰⁷ « C.E.G. - C.E.S. - C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 118.

¹⁰⁸ 78522/22913/41759

¹⁰⁹ 78522/22911/41749 non ph

- 4) CES à Le Pouliguen et à Clisson, Nantes (Loire-Atlantique). Programme industrialisé de 1966¹¹⁰.

Plusieurs CES au tour de Laval (Mayenne). Procédé béton, dans le programme industrialisé de 1967¹¹¹ :

- 5) Villaines-la-Juhel
- 6) Craon
- 7) Laval-Hilaire

¹¹⁰ 78522/22911/41752 et 78522/22911/41750 ph 6

¹¹¹ 78522/22911/41750 ; 78522/22911/41751

Procédé

Duc et Méric

Procédé béton dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974¹¹²

a. G. et P. GENARD

- 1) Concours conception-construction 63. SOCOTE (contrôle d'études du système Sima) ; Préfabrication poussée en atelier des éléments de structure et du petit œuvre. Eléments légers en béton vibré aussi standardisés que possible. Originalité du système par le nœud¹¹³.

b. Marcel BRUN

- 2) Cité scolaire. CES 600 - CET 432 à Decize (Nièvre) ; « système imposé » DUC et MERIC (béton). Poutres de planchers sont des éléments préindustrialisés. Trame 1,75. Réalisation de 11 000 m² de surfaces en six mois¹¹⁴.

c. Autres écoles

- 3) Coursan, Montpellier (Hérault). Société Duc et Méric. Programme industrialisé de 1967¹¹⁵.
- 4) CES (2ème tranche) à Saint-Vallier (préfecture Valence) (Drôme). Programme industrialisé de 1967. [78522/22911/41750 non ph]
- 5) CES (1ère tranche) Muret, Toulouse (Haute-Garonne). Date 28 août 67. [78522/22911/41753 non ph]
- 6) CEG Lembeye, Pau (Pyrénées-Atlantiques). Date 28 juin 1967. [78522/22911/41751 non ph]

¹¹² POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

¹¹³ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

¹¹⁴ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, 116-117

¹¹⁵ 78522/22911/41749.

Procédé

Devillette-Chissadon

a. Autres écoles

- 1) Groupe scolaire à Argentan. Procédé Mixte¹¹⁶.

¹¹⁶ Construction revue 68 p. 154-156

DUMEZ

a. Jean Balladur

- 1) CES 600, « Mondeville », à Caen (Calvados). Programme industrialisée 1968.
- 2) CEG 400, à Saint-Nicolas-D'aliermont, Rouen (Seine Maritime) Programme industrialisée 1968.
- 3) CES, à St Etienne du Rouvray, Rouen (Seine Maritime). LECHEVALLIER (arch. d'opération), Programme industrialisée 1967.
- 4) CEG à Bernay, (L'Eure). TOSTIVINIT (assistant d'architecte)¹¹⁷. Le procédé n'est pas explicité.

b. Chatelin A.

- 5) CES 600 à Conches-en-Ouche, Evreux (Eure). Programme industrialisée 1968.
- 6) CES 600 à Etre Pagny, Evreux, Evreux (Eure). Programme industrialisée 1968.

c. Chauveau P.A.

Cet architecte a travaillé aussi avec les procédés Fillod et CIMT-Jean Prouvé.

- 7) CES à Fecamp (Seine-Maritime). Programme industrialisée 1967.

d. Dondel J. C.

Cet architecte a travaille aussi avec le procédé GEEP.

- 8) CES 600 à Loches, Tours (Indre et Loire). Programme industrialisée 1967.

e. Robert Genermont

- 9) CES à Mont-Saint-Aignan, Rouen (Seine-Maritime). Programme industrialisée 1967.

¹¹⁷ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 76-77.

Pour le lycée technique Gustave Flaubert et CES annexe à Rouen l'architecte n'ayant pas travaillé avec le procédé DUMEZ, utilise des allèges préfabriquées pour une structure en béton armé.

f. Raoul Leroy

10) CES à Mont-Saint-Aignan, Rouen (Seine-Maritime). Programme industrialisée 1967.

g. Noel

Couples Architectes/Entrepreneurs des modèles de CES industrialisés¹¹⁸. Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974¹¹⁹.

11) CES 600 -Prototype- à Chennevières s/Seine, Versailles 78, Seine et Oise, DUMEZ (Sté)/SCEPER(Sté) -Groupement d'Entreprises, procédé conjoint avec la Sté VARIEL-France. Programme industrialisée 1968. C'est ce type qui est présenté dans les 35 modèles de CES industrialisés en 1974.

Mis à part ce type il y a un lycée mixte à Bois-Colombes avec une préfabrication au sol d'ossature en BA: poutres, poteaux, dalles de plancher, bandeaux. Murs-rideaux: panneaux de remplissage (menuiserie métallique sur allège rôle) préfabriqués en usine et insérés dans la structure de béton laissée apparente. L'établissement fait partie des 20 lycées expérimentaux dont la réalisation fut entreprise en 1959 par la DESUS¹²⁰.

h. Autres écoles

12) CES 600 de Gaillon. [Revue Construction]

13) CES du programme industrialisé de 1967.

- a. Pont-de-L'Arche, (Evreux)
- b. Buzançais, Châteauroux (Indre)
- c. Olivet, Orléans et Saint-Jean-de-la-Ruelle, Orléans (Loiret)
- d. Villenoble à Paris
- e. Allonnes, Mans (Sarthe)

¹¹⁸ BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, *op.cit.*

¹¹⁹ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

¹²⁰ « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963. p. 12

- f. Lagny, Melun (Seine-et-Marne)
 - g. Blanc-Mesnil, Versailles (Seine-et-Oise, aujourd'hui Yvelines)
- 14) CEG du programme industrialisé de 1967
- h. Villers-Bocage à Caen (Calvados)
 - i. Lorrez-le-Bocage, Melun (Seine-et-Marne)

Procédé

Fillod

Le procédé est parmi les 35 modèles de CES industrialisés (1974) : Constructions métalliques FILLIOD¹²¹.

a. BARY J. ET RAUZIER

CES dans le département de la Moselle, susceptibles pour le programme 68¹²²

- 2) CES à Florence, Metz
- 3) Lorquin, Metz

- 4) Etablissement scolaire non explicité à Essey-Les-Nancy (Meurthe-et-Moselle) RAUZIER J.-L. (arch. D'opération), Sté des Constructions Métalliques Fillod, constructeur. Suivant les procédés Fillod. 14 fév.1966-22 sept. 1966¹²³

b. BATTU et WARNESSON

- 5) CES 1200 à Nons-en-Baroeul, Lille (Nord). susceptible pour le prog 68¹²⁴

c. CANTIE H.-D.

- 6) CES 400 mixte à Calvi, Ajaccio (Corse-du-Sud). Date: 21 nov. 67. programme 68¹²⁵ ;
- 7) CES 900 à Althirch, Colmar (Haut-Rhin). Susceptible pour le prog 68¹²⁶ ;
- 8) CES 900 Annoeulin, Lille (Nord). Susceptible pour le programme de 1968¹²⁷ ;
- 9) CES 900 à Marcoslsheim, Stasbourg (Bas-Rhin). Susceptible pour le programme de 1968¹²⁸ ;

¹²¹ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

¹²² 78522/22913/41757

¹²³ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.

¹²⁴ 78522/22913/41757

¹²⁵ 78522/22913/41759

¹²⁶ 78522/22913/41757

¹²⁷ 78522/22913/41757

- 10) CES 900 à Piennes, Nancy (Meurthe et Moselle). Susceptible pour le programme de 1968¹²⁹ ;
- 11) CES 900 à Villard-Bonnot, Grenoble (dépto ?). Susceptible pour le programme de 1968¹³⁰ ;
- 12) CES 800 à Toul (Meurthe-et-Moselle). Sté des Constructions Métalliques Fillod, constructeur. Ossature métallique. Façades: murs-rideaux. Planchers: bacs métalliques autoportants. Couverture: bacs métalliques. Cadre de programmes des Constructions métalliques industrialisées. Contrôle: Services des Constructions scolaires des Ponts et Chaussées à Nancy¹³¹.

d. CHA UVEAU P.A.

- 13) CES 600 à Saint Sébastien s/Loire, Nantes (Loire-Atlantique). Date: 15 nov. 67. Programme de 1968¹³².
- 14) CES à Friville-Escarbotin, Amiens (dépto ?). David Jean Claude (architecte d'opération). Programme industrialisé de 1967. Désignation des architectes par le MEN le 24 mai de 1967¹³³,
- 15) CES à Saint-Pol s/Ternoise (Pas-de-Calais). Constructions métalliques Fillod¹³⁴.
- 16) CET de 432 élèves - Cité scolaire à Cambrai (CHAUVEAU P.-A. (arch. À Paris). Conception-coordination ; LANCELLE et PROD'HOMME (arch. D'opération) à Cambrai. Sté des Constructions Métalliques Fillod, constructeur ; procédé Fillod. Procédé mur -rideau Fillod: panneaux emboutis en tôle d'acier, émaillé à 840°, trame 30 cm. Charpente primaire et entièrement réalisée en usine. 1965 (1er CET) 1966 (2e CET), 1967 (3e CET), 1968 (internats). Programmes de constructions industrialisées mis en œuvre par le MEN. Contrôle assuré par la Direction départementale de la construction¹³⁵.

¹²⁸ 78522/22913/41757

¹²⁹ 78522/22913/41757

¹³⁰ 78522/22913/41757

¹³¹ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 96

¹³² 78522/22913/41759

¹³³ 78522/22911/41749 non ph et 41750

¹³⁴ ¹³⁴ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 90.

¹³⁵ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 94

e. ROUX-DORLUT

17) CES 600 à Vaux-le-Pénil, Melun. 1967 (Programme industrialisé)¹³⁶

f. Autres écoles

18) CES à Ajaccio (Corse-du-Sud)¹³⁷.

19) CES 800 à Longjumeau (Essonne). Programme industrialisé 1966¹³⁸

20) Collège 600 à Illzach (banlieue de Mulhouse) (Haut-Rhin). 1971 (17.12.71).

Destruction total incendie. [Cantie, architecte dans le même département]¹³⁹.

21) CET à Toul "Valcourt", Nancy (Meurthe et Moselle). 1967 (Doc. Daté)¹⁴⁰.

22) CES à Jarville, Nancy (Meurthe-et-Moselle). 1967 (date 8 juin 67)¹⁴¹.

23) CET à Pont-Saint-Vicent à Nancy (Meurthe-et-Moselle). Programme 1967. date 13 juin 1967¹⁴².

24) CET à Merlebach, Metz (Moselle). 1967 (Doc. Daté)¹⁴³.

25) CES à Conde S/Escaut, Lille (Nord). 1967 (Doc daté)¹⁴⁴.

- Dans le département du Pas de Calais, plusieurs CES et un CET commercial, tous dans le programme industrialisé de 1967. ¹⁴⁵ [Chaveau, architecte dans ce département]

26) CES à Calonne-Ricouart, Arras ;

27) CES à Henin-Lietard

28) CES à Calonne-Ricouart, Arras ;

29) CES à Rouvroy, Arras ;

30) CET à Bully-les-Mines, Arras.

31) CES Les Minguettes à Venissieux, Lyon (Rhône). 1967 (date 22 août 67)¹⁴⁶

32) CES à Villeurbanne, Lyon (Rhône). (date 15 juin 1967)¹⁴⁷.

¹³⁶ 78522/22911/41747

¹³⁷ 78522/22911/41753

¹³⁸ 78522/22911/41749

¹³⁹ CHAPUIS, *op.cit.* p. 89

¹⁴⁰ 78522/22911/41749

¹⁴¹ 1967 (date 8 juin 67)

¹⁴² 78522/22911/41751

¹⁴³ 78522/22911/41749

¹⁴⁴ 78522/22911/41749 non ph

¹⁴⁵ 78522/22911/41749 ; 78522/22911/41750 et 78522/22911/41751 et 78522/22911/41752.

¹⁴⁶ 78522/22911/41753

¹⁴⁷ 78522/22911/41751

33) CES à Pontault-Combault, Melun (Seine et Marne). 1967 (date 15 juin 1967)¹⁴⁸.

34) Ces 600 à Vaul le Penil, Melun (Seine et Marne). 1967 (Date: 14 nov. 67)¹⁴⁹

35) Lycée à Sarcelles (Val-d'Oise). 1973 (21.02.73). Destruction total incendie¹⁵⁰

¹⁴⁸ 78522/22911/41751

¹⁴⁹ 78522/22913/41759

¹⁵⁰ CHAPUIS, *op.cit.*, p. 89

Procédé

Fiorio

Ce procédé est parmi les 35 modèles de CES industrialisés de 1974, avec l'architecte J.P. et J. CHAULIAT travaillant à Paris et Limoux avec la société GELF/FIORIO (Techniques industrielles de construction). GELF Groupement d'Entreprises Licenciées FIORIO. Et, liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974¹⁵¹

a. CASTELL A

- 1) Prototype d'école primaire¹⁵².

b. CHA ULIAT

- 2) Lycée à Angoulême (Charente). Entreprise : Robien¹⁵³.

c. DAVY, François

- 3) Groupe technique à Toyars (Deux-Sèvres). Avec l'architecte Jack LE COGUIEC, et l'entreprise ROBIN H. Panneaux de façade préfabriqués en béton revêtu de pâte de verre et des dalles de plancher préfabriquées avec le procédé FIORIO¹⁵⁴.

d. DOTTEL ONDE

- 4) CEG 400 à Guillestre, Cap (Hautes Alpes). Etablissement scolaire susceptible pour le programme industrialisé de 1968¹⁵⁵.

¹⁵¹ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

¹⁵² «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

¹⁵³ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

¹⁵⁴ « Enseignement spécialisé IX », *L'Architecture française*, n° 323-324, 1969, 32-33

¹⁵⁵ 78522/22913/41757.

e. EGGER

- 5) ITU à Saint-Etienne (Loire). Avec l'architecte ROYER et la Société Générale d'Entreprises et Entreprises Fiorio¹⁵⁶
- 6) Résidences universitaires d'étudiants avec Les Travaux du Midi (Sté) et l'Entreprise Robin¹⁵⁷, à
 - a. Aix-en-Provence,
 - b. Nice, Bordeaux,
 - c. Poitiers
- 7) Résidence universitaire de 1200 chambres à Toulouse « Stade Chapou ». Travaux du Midi du groupement FIORIO. Financement HLM. 1967 (programme complémentaire 67)¹⁵⁸

f. J.et E. NIERMANS

- 1) Lycée à Drancy (Seine-Saint-Denis). Eléments préfabriqués de façade : briques spéciales, des dimensions 1,75 x 3,25. Dans la partie de la revue d'industrialisation et préfabrication semi-lourde. Entreprises sous la conduite de la sté. Toisoul-Nadot/ [Techniques & ARCHITECTURE, 1960 #37] p. 45]; Préfabrication semi-lourde. Panneaux en bois préfabriqués¹⁵⁹

¹⁵⁶ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

¹⁵⁷ «Constructions scolaires, universitaires et socio-culturelles (Tome I) », *Construction* 23^{ème} année, n° 3, mars 1968.

¹⁵⁸ AN : 78522/22911/41752.

¹⁵⁹ « Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961, p. 100-101 [Construction revue spéciale Scolaire 1968, p. 93 (photo)

Procédé

CINB

Entreprise France-Gironde, et CINB [par relation avec l'entreprise ?] toutes les écoles mentionnées ci-dessous¹⁶⁰.

FRANCE-GIRONDE DESSE parmi la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974¹⁶¹.

a. A. LAURENTI

- 1) CES à Agen (Lot-et-Garonne). A. Laurenti (« architecte de coordination ») et Jean Floureuesse (arch d'opération) ; Entreprise France Gironde. Programmé industrialisé 1967¹⁶².
- 2) Groupe scolaire à Maisons-Alfort (Val-de-Marne). Ossature en acier, plancher de dalles en béton armé préfabriquée. Trame : 1,75, et 5,25 m¹⁶³.
- 3) CES 600 à Longon (Gironde) ; A. Laurenti (« architecte conseil ») et L. Cazelles (arch. D'opération) FRANCE-GIRONDE, constructeur. Bureaux d'étude des chantiers navals France-Gironde. Entreprise du groupe Schneider. Structure métallique hyperstatique liée à des planchers en béton armé, sur coffrage perdu en tôle galvanisée et poutres et solives en acier. Les allèges et les éléments pleins de façade sont réalisés à l'aide de panneaux respirant. Perfectionnement des panneaux de façade du type respirant pour les remplacer par des panneaux sandwichs plus évolués. Introduction progressive dans la construction des équipements intégrés: de l'électricité aux aménagements de cuisine. L'entreprise développe dans un premier temps en systèmes l'industrialisation fermée doivent s'ouvrir dans un 2ème temps sur l'industrialisation ouverte. Trame de la structure 3, 60 m. Trame de cloisons: 1,

¹⁶⁰ « FRANCE-GIRONDE–CINB » en {MADELIN, 1969 #47} p. 114-119. « FRANCE-GIRONDE DESSE » en Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974, en POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

¹⁶¹ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

¹⁶² 78522/22911/41750.

¹⁶³ CHATELET, BENSALAH, *op.cit.* fiche 77.1.

80. Charpente, toiture et menuiserie, tous industrialisés¹⁶⁴. Il peut être le même dont le projet de marché est daté du 23 juin 1967 et 6 juin 67¹⁶⁵.

b. Autres écoles

- 1) CES à Bordeaux (Gironde). Date 9 juin 67¹⁶⁶.
- 2) CES à Pessac, Bordeaux(Gironde). Date 23 juin 1967 et 6 juin 67¹⁶⁷.

¹⁶⁴ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 104-105].

¹⁶⁵ 78522/22911/41751.

¹⁶⁶ 78522/22911/41751

¹⁶⁷ 78522/22911/41751

Procédé et entreprise non explicités, pour tous les établissements signalés ci-dessous.

a. Marcel Lods

- 1) Prototype d'école usinée¹⁶⁸. Ossature préfabriqué en métal¹⁶⁹.
- 2) Groupe scolaire à Neufchâtel-en-Bray (Seine-Maritime). Avec l'architecte BANCE J. Procédé et entreprise non explicités. Portiques légers préfabriqués en béton armé constituant une ossature continue sur un module de 1, 50. La plus grande partie d'éléments porteurs, de distribution et de clôture sont préfabriqués¹⁷⁰.
- 3) Internat du lycée de Sotteville-Lès-Rouen (Seine-Maritime). Avec les architectes MALIZARD, M., ALEXANDRE, M., et RIVIERE, A. Procédé et entreprise non explicités. Façades tu type panneaux menuisées avec allèges Emalit et ossature en aluminium aluminite¹⁷¹.
- 4) Groupe scolaire à Saint-Étienne-du-Rouvray. Seine-Maritime). Avec les architectes MALIZARD, M., ALEXANDRE, M., et RIVIERE, A. Procédé et entreprise non explicités. Panneaux de façade avec ossature et baies en bois, revêtement extérieur recevant un bardage aluminium¹⁷².
- 5) Lycée à Ivry-Sur-Seine Val-de-Marne. Architecte SARRAZIN M. (Collaborateur)Ossature et planchers en béton préfabriqués. Murs rideaux en aluminium avec allèges en glace polie émaillée. Trame 5,25 m. Le bâtiment de classes spécialisées "Son ossature est constituée par des poteaux saillants sur les façades. Celles-ci comprenant 500 éléments préfabriquées représentent une surface totale de 2700 m² dont le tiers en allèges. Panneaux de façade monobloc, livrés sur chantier totalement terminés, équipés d'une occultation

¹⁶⁸ « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 86

¹⁶⁹ « Constructions scolaires », *L'architecture d'aujourd'hui*, 21^{ème} année, n° 34, fév.-mars 1951, p.28.

¹⁷⁰ « Constructions scolaires 1 », *Techniques et architecture*, 15^{ème} série, n° 3, nov. 1955, p. 64

¹⁷¹ Procédé et entreprise non explicités

¹⁷² « Constructions scolaires VI », *L'Architecture française*, 24^{ème} année, n° 249-250, mai-juin 1963, p.91.

solaire, d'une partie fixe en imposte, de lames mobiles coulissantes et de l'allège, dans un cadre entièrement en profilés extrudés d'aluminium¹⁷³.

- 6) ZUP - groupe scolaire élémentaire à Meaux -et- Beauval (Seine-et-Marne et Somme). Architectes DEPONDT Paul, BEAUCLAIR Henri, et ingénieurs de structure. GREGORY et SPILLMANN. Procédé et entreprise non explicités. Coffrages perdus. Façades en acier et aluminium anodisé. Structure métallique adoptée en raison de sa rapidité de montage". Le projet cherche à exprimer en façade la classe comme unité, plutôt que le sous-module de 1,75 m réglementaire. dessiné en 1965¹⁷⁴.
- 7) Faculté des sciences de Reims. DEPONDT Paul, BEAUCLAIR Henri, (archs.); OCCR (bureau d'études); GREGORY et SPILLMANN, ings de structure. Procédé et entreprise non explicités. Structure générale en BA, préfabriquée en ciment blanc et laissée brute de décoffrage; les moues étaient en béton¹⁷⁵.

¹⁷³ « Constructions scolaires VII », *L'Architecture française*, 25^{ème} année, n° 267-268, nov.-déc. 1964, p. 31-34.

¹⁷⁴ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 61

¹⁷⁵ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 110-112

Procédé

GEEP

a. Roger Anger

- 1) CEG 400 à Chatenois (Epinal). Entreprise GEEP-CIC. Procédé GEEP. Constructions industrialisées. Programme 1967¹⁷⁶

b. AUBERT A. ; DHUIT , R.; DON DEL, C.; GUILLET, G.; GRE GORIE, A.; REMONDET, A.

- Concours conception-construction 63. G.E.E.P., C.I.C. Aluminium Français et Saint-Gobain. Ossature en BA. Murs-rideaux. Planchers : solives et dalles préf.¹⁷⁷

c. B RUN

- 2) CES 900 à Clamecy, Nevers (Nievre). Entreprise GEEP-CIC Susceptible pour le programme de construction de 1968¹⁷⁸.

d. CLEMENT

- 3) CES 600 à [Lonne], Lille (Nord) ; Susceptible pour le programme de construction de 1968¹⁷⁹.

e. DELANOE G.

- 4) Faculté de Vincennes. Entreprise GEEP, procédé GEEP : Ossature en charpente métallique, murs rideaux, planchers métalliques, pignons et quelques éléments en maçonnerie traditionnelle. "exemples majeurs de

¹⁷⁶ AN : 78522/22911/41747

¹⁷⁷ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

¹⁷⁸ 78522/22913/41757

¹⁷⁹ 78522/22913/41757

l'industrialisation" ; Même élan pour les facultés de Clignancourt, Clichy et Antony et Asnières¹⁸⁰.

f. DHUIT

- 5) Lycée classique et moderne 1200 à Maisons-Alfort (Val-de-Marne, Ile de France) ; GEEP Industries ; procédé GEEP. Date: 15 nov. 67. Programme industrialisé de 1968¹⁸¹.

Par relation avec l'architecte il se peut qu'il soit l'architecte et que GEEP soit le procédé de construction de :

- 6) CES 1200 à Draveil (Essonne). Programme industrialisé 1967¹⁸² .

g. DONDEL J.-C. et DHUIT R.

- 7) CES 600 à Maisons-Alfort –Chatou (Yvelines, [ou Val-de-Marne¹⁸³] Ile de France). GEEP - Industries constructeur. Procédé GEEP. Ossature métallique fixe. Trame 1,80. Planchers formés de dalles préfabriqués en béton armé reposant sur le solivage métallique. Toiture: bacs autoportants en aluminium nervuré. Façades: mur-rideau. Cloisons sèches. Plafonds: longues bandes galvanisées d'aluminium¹⁸⁴.

Par relation avec les architectes il se peut qu'ils soient les architectes et que GEEP [mais aussi possible DUMEZ] soit le procédé de construction de :

- 8) Lycée mixte à Paris, boulevard Soult. Remplissage: panneaux préfabriqués en béton avec parement extérieur de pâte de verre. Ossature: potelets en BA coulés dans des moules métalliques.¹⁸⁵

¹⁸⁰ « Deux réalisations GEEP-Industries », *L'architecture d'aujourd'hui*, 40^{ème} année, n° 141, déc.-janv. 1968-69, p. XLI ; BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, *op.cit.*

¹⁸¹ AN : 78522/22913/41759

¹⁸² AN : 78522/22911/41749

¹⁸³ CHATELET, BENSALAH, *op.cit.* fiche: 78.1.

¹⁸⁴ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 82 ;

¹⁸⁵ « Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961, p. 108-109

9) Centre national de rééducation physique à Paris, Porte de Châtillon. Elévation: ossature métallique. Charpente métallique. Remplissage murs en briques préfabriqués, type Pressec, système Rouzaud¹⁸⁶.

h. DONDEL

10) CES 600 à Riom, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). Entreprise GEEP-CIC. Procédé GEEP. Construction industrialisée, programme 1967¹⁸⁷

i. DUFETEL

11) Collège audio-visuel à Marly-le-Roi (Yvelines). GEEP-Industries entreprise, procédé GEEP. « l'entreprise GEEP-Industries qui fut ultérieurement chargée des travaux, a utilisé sur ce chantier une partie de son expérience acquise dans la préfabrication fermé ». « L'architecte a conçu un projet ouvert, destiné à répondre avec précision aux objectifs fonctionnels, psychologiques, administratifs et financier de l'expérimentation, mais avec le souci second de favoriser une éventuelle industrialisation »¹⁸⁸.

j. EGGER R.

12) CES 600, « La Rose » à Marseille (Bouches-du-Rhône). GEEP-Industries, procédé GEEP. "Préfabrication spécial du cloisonnement intérieur lié aux éléments de plafond et de menuiserie industrialisés"¹⁸⁹.

k. EGGER R., BELMONT J., SILVY M.

- Ecoles primaires, TAMBURIN (arch. collaborateur), G.E.E.P. (B.E.T. et de coordination), Entreprise Aluminium Français et Saint-Gobain (L') Préfabrication semi-lourde. Ecole industrialisée. Ossature métallique préfabriqué en usine. Façades: murs-rideaux. Planchers: dalles préfabriquées en BA, trame

¹⁸⁶ « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 132

¹⁸⁷ AN : 78522/22911/41747

¹⁸⁸ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 88-90

¹⁸⁹ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 85-87

1,75¹⁹⁰. Seules les fondations sont en maçonnerie. Le reste préfabriqué. Portiques (poteaux poutres en trillis) sur lequel est fixée une ossature légère (solives et poteaux de façade). Murs-rideaux: cadre en profilé aluminium. Planchers en dalles préfabriqués en BA posés sur l'ossature. Cloisons en panneaux préfabriqués de plâtre. Escaliers préfabriqués en ossature en acier et marches et plaiers en béton,¹⁹¹ à :

- 13) Chaville et
- 14) Chambourcy.

I. FA VRAUD

- 15) CES 600 à Samur « Quartier du Chemin Vert », Angers (Maine et Loire). GEEP Industries. Procédé GEEP. Date: 15 nov. 67¹⁹².

m. FAVRE et BURC

- 16) CES 600 à Saint-Loup-sur-Semouse, Vesoul (Haute Saône). GEEP-CIC. Procédé GEEP susceptible pour le programme 68¹⁹³.

n. LE MARESQUIER

- 17) CET 432 à Paimbouef, Nantes (Loire-Atlantique). GEEP-Industries. susceptible pour le programme 68¹⁹⁴.

Aussi, il est l'architecte de :

- 18) La Nouvelle Faculté de droit et des sciences économiques, rue d'ASSAS à Paris. Avec les architectes. LENORMAND, A. ; CARPENTIER F. Ossature métallique apparente. Puis en [2]. "L'ossature des trois bâtiments fait un appel large, mais non exclusif à l'acier. Le bâtiment A (8 étages) possède une structure de poteaux (2 fils sur 4 en béton aux 3 niveaux bas, 4 en acier au-dessus). Aux bâtiments B et C (amphithéâtres), on a soit (B), des poteaux appuyés sur des

¹⁹⁰ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 141 ; CHATELET, BENSALAH, *op.cit.*, 10.1.

¹⁹¹ « Constructions scolaires V », *L'Architecture française*, 22^{ème} année, n° 231-232, nov.-déc. 1961, p. 97-99 ;

¹⁹² AN : 78522/22913/41759

¹⁹³ AN : 78522/22913/41757

¹⁹⁴ AN : 78522/22913/41757

poutres partiellement enrobées de béton, soit (C), un poutre vierendelle en caisson recevant les planchers. La tôle intervient pour les planchers sous forme de coffrages perdus, pour les escaliers, pour l'aménagement des amphithéâtres, pour les façades, en fin, en tôle inoxydable. Construction :1959-1963¹⁹⁵.

o. LEVORDASHKY, S., CHEMETOV et DEROCHE

19) Collège culture à Yerres (Essonne). GEEP-Industries. Procédé GEEP¹⁹⁶.

p. Autres écoles pour lesquels le nom de l'architecte n'apparaît pas :

Au nom du procédé sauf indication contraire.

20) CES à Varennes sur Allier, Moulins (Allier)¹⁹⁷ ;

21) CES 800 à Cagnes-sur-Mer (Alpes-Maritimes)¹⁹⁸

22) CES 1200 « Ste Marguerite » à Marseille ; Bouches-du-Rhône¹⁹⁹. [Egger dans la même ville] ;

23) Cité scolaire (2ème tranche) à Quimper (Finistère)²⁰⁰, Daté de 1967 ;

24) CEG à Ste Maure-de-Touraine, Tours (Indre et Loire). Daté de 1967²⁰¹ ;

25) CES à Clamart, Paris (ac), Hautes-et-Seine. GEEP Industries. Programme industrialisé de 1967²⁰² ;

26) Pâtisseries, St Etienne (Loire). **Entreprise CIMT ; procédé GEEP** . 1967 (Doc daté)²⁰³

27) CES à Ancenis, Nantes (Loire-Atlantique) ; GEEP-Industries ; programme 67²⁰⁴

28) Neuville-aux-Bois, Orléans (Loiret). GEEP-CIC. programme 1967. date 13 juin 1967.²⁰⁵

¹⁹⁵ « Constructions scolaires VIII (enseignement supérieur) », *L'Architecture française*, 26^{ème} année, n° 275-276, juill.-août 1965, p. 77 ; ACHE, *op.cit.*, p. [116]

¹⁹⁶ « Deux réalisations GEEP-Industries », *L'architecture d'aujourd'hui*, 40^{ème} année, n° 141, déc.-janv. 1968-69, p. XLI

¹⁹⁷ 78522/22911/41749

¹⁹⁸ 78522/22911/41749

¹⁹⁹ 78522/22911/41749

²⁰⁰ 78522/22911/41749

²⁰¹ 78522/22911/41749

²⁰² 78522/22911/41752

²⁰³ 78522/22911/41749

²⁰⁴ 78522/22911/41753

²⁰⁵ 78522/22911/41751

Dans le département du Nord [où l'architecte Clément construit un CES] 1967 (Doc. Daté)²⁰⁶.

- 29) CET à Lomme, Lille ;
- 30) CES à Dechy, Lille ;
- 31) CES à Aulnoye-Aymeries, Lille ;
- 32) CES à Le Cateau, Lille.

33) CES à Biach St Vaast, Arras (Pas de Calais). 1967 (Doc. Daté)²⁰⁷.

CES dans la Seine et Oise dans le programme industrialisé de 1967²⁰⁸.

- 34) CES à Draveil
- 35) CES à Ris-Orangis, Versailles
- 36) CES à Yarres.

37) CES à Saint Denis, Pairs (Ac) (Seine-Saine-Denis). Entreprise : GEEP-CIC. programme industrialisé de 1966 aux conditions de prix de campagne de 67²⁰⁹.

38) Castres, Albi (Tarn). date 6 juin 67²¹⁰.

39) CES à Château-Renault, Indre et Loire (Tours). 1967 (Doc. Daté)²¹¹.

40) Lycée mixte à Créteil (Val de Marne). 1967 (Doc. Daté)²¹²

41) CES à Chaville (Yvelines)²¹³ [voir Eger, Belmont et Silvi, ci-dessous]

²⁰⁶ 78522/22911/41749 et 78522/22911/41751

²⁰⁷ 78522/22911/41749

²⁰⁸ 78522/22911/41749 et 78522/22911/41751

²⁰⁹ 78522/22911/41751

²¹⁰ 78522/22911/41751

²¹¹ 78522/22911/41750

²¹² 78522/22911/41749

²¹³ VASSEUR, *op.cit.*, p. 83.

Procédé

SAE

Société Auxiliaire d'Entreprises

Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974²¹⁴.

Dans la brochure de modèles de 1974, la Société présente le procédé HEUTEC avec les architectes TOURNIER, MORANGIS, MALLARD, etc. basée à Paris²¹⁵.

a. BLANCHOT René (arch. Coordonateur)

- 1) Commandes groupées dans la Seine-et-Oise. Dans la partie préfabrication semi-lourde. Eléments préfabriqués de poteaux, panneaux de façade, planchers, etc. "Le poids de ces éléments de dépasse jamais une tonne. Le liaisonnement est assuré par chaînages coulés sur place. "La recherche est donc porté plus dans de l'évolution que dans celui de la révolution". P. 144. Entreprise pilote de gros œuvre: Sté Auxiliaire d'Entreprise Electrique et de Travaux Publics²¹⁶.

Des commandes groupées ont aussi été réalisées à Limoges (Haute-Vienne) par la SAETTP²¹⁷.

b. BOURDON A. (Arch en chef des Bâtiments Civils)

- 2) Cité Scolaire à Boulogne-Billancourt, réalisé par la SAE, procédé non explicité : en béton²¹⁸.

²¹⁴ POUVOURVILLE, G., L'innovation dans le secteur du bâtiment (Analyse d'une action publique en faveur de l'innovation: le cas des constructions scolaires vu au travers de l'histoire de l'entreprise GEEP-Industrie), Paris: Centre de recherche en gestion, Ecole Polytechnique, janv. 1979, annexe 3.

²¹⁵ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

²¹⁶ « Constructions scolaires 4 », *Techniques et architecture*, 20^{ème} série, n° 3, Mars 1960, p. 144.

²¹⁷ BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, *op.cit.*

²¹⁸ AN : 78522/22911/41752

c. DANGER et CULLE

- 3) CES à Rixheim, Colmar (Haut-Rhin). Réalisé par la SAE, procédé non explicité²¹⁹

d. FAVRE, BURE et PERILLAT

- 4) CES 600 Morteau à Besançon (Doubs). Réalisé par la SAE, procédé non explicité²²⁰

e. MAL OT RAYMOND

- 5) CES 600 à Maxeville, Nancy (Meurthe et Moselle). Réalisé par la SAE, procédé non explicité²²¹.

f. MASSE G., BIGOT P., ROY F.

- 6) 2 IUT à Bordeaux et Dijon (Gironde et Côte-D'Or). Réalisé par la SAE, procédé non explicité. Panneau modulé. Façades: éléments porteurs en béton moulé produits et terminés en usine avec revêtement extérieur, menuiseries et fermetures. Structure: coulé en place. Planchers : dalle en BA sur hourdis ciment et nervures préfabriqués en béton précontraint²²².

g. ROUX-DORLUT

- 7) CES 900 à Limours, Versailles (Seine-et-Oise, aujourd'hui Yvelines). Réalisé par la SAE, procédé non explicité²²³.

h. SCHAB Joseph

- 8) CES 600 Walck-Pfaffenhopfen à Strasbourg (Bas-Rhin). Réalisé par la SAE, procédé non explicité²²⁴.

²¹⁹ AN : 78522/22913/41757

²²⁰ 78522/22913/41757

²²¹ 78522/22913/41757

²²² ²²² « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 97

²²³ 78522/22913/41757

²²⁴ 78522/22913/41757

i. TOURNIER, MORANGIS, MALLARD, etc.

9) Dans la brochure de modèles (1974).

j. Autres écoles

Réalisé par la SAE, procédé non explicité. [Programme industrialisé de 1967]²²⁵ ?

10) CES à Baume les Dames, Besançon (Doubs) ;

11) CET à Planoise, Besançon (Doubs) ;

12) CES 1200 à Sannois, Versailles (Seine-et-Oise aujourd'hui Val d'Oise) ;
SOGORB (Maître d'œuvre).

13) Lycée mixte de 2ème degré à Massy, Versailles (Seine-et-Oise, ancien département)

²²⁵ AN : 78522/22913/41750 et 78522/22913/41757.

Procédé

SICRA

Sté industrielle de constructions rapides

a. Bovet G. et Royer J.-J.

Bovet est dans la liste des « Couples Architectes/Entrepreneurs des modèles de CES industrialisés », et dans la « Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974 » : procédé béton²²⁶

Bovet et Royer sont présentés dans la brochure de modèles pour la commune de [?] Chevilly-Laure. Procédé : SICRA - grande maille (Sté industrielle de constructions rapides)²²⁷

b. Jouven G. et Phelouzat P.

- 1) CES 600 à Petite-Synthe, Lile (Nord). Société SICRA (Sté industrielle de constructions rapides), procédé non explicité. Eléments préfabriqués: allèges, les cloisons de couloirs, les planchers. Susceptible pour le programme industrialisé de 1968²²⁸.

c. DUCHOUX (architecte de coordination)

- 2) Ecole Nationale d'enseignement Technique. Troughot (d'opération). Façades panneaux en bois et allèges en Emalit de couleur²²⁹.

d. Autres écoles

Pour le programme industrialisé de 1967.

- 3) CES à Brunoy, Versailles (Seine-et-Oise)²³⁰
- 4) Liverlun, Nancy (Meurthe et Moselle)²³¹.

²²⁶ POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3 ; Et BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, *op.cit.*

²²⁷ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

²²⁸ AN :78522/22913/41757.

²²⁹ « Constructions scolaires 5 », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° 2, fév. 1963, n.p.

²³⁰ AN : 78522/22911/41749

Procédé

SMBI

Sté de Menuiserie et de Bâtiments Industrialisés

Dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974²³²,

a. LE BRETON P.-A.

C'est l'architecte présenté dans la brochure de Modèles (1974). Atelier d'Architecture de Montrouge "Riboulet" -Thurnauer Veret". Vitrolles (Usines et Bureaux). Procédé non explicité²³³.

- 1) CES mixte à Aurillac (Cantal). Constructeur SMBI. Ossature métallique: profils européens du commerce, évitent au max les soudures sur chantier. Panneaux de façades allèges sandwich de polyester expansé sur ossature sapin du Nord. Dalles préfabriquées en usine. Planchers en ossature mixte de solives métalliques et dalles de béton armé collaborants. "Le principe fondamental de la structure de chaque bâtiment est son caractère de charpente mixte soudée avec assemblages précontraintes"....(1) Trame 1, 80, reconnue apte à normaliser les différents éléments constructifs. Procédé mis au point en 1965 par l'architecte en liaison avec l'entreprise SMBI.(1) Assemblages soudés, exécutés en usine et assemblages précontraintes, exécutés sur chantier²³⁴

b. Autres écoles

Dans le programme industrialisé de 1967 dans le sud de la France²³⁵ ; SMBI (Sté de Menuiserie et de Bâtiments Industrialisés):

- 3) CES à Agde (L'Hérault)

²³¹ AN : 78522/22911/41750

²³² POUVOURVILLE, *op.cit.*, annexe 3.

²³³ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

²³⁴ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67.

²³⁵ AN : 78522/22911/41750 et 78522/22911/41751.

- 4) CES à Montpellier (L'Hérault)
- 5) CES Antibes, Nice (Alpes-Maritimes)
- 6) CES à Hyerres, Toulon (Var)

Procédé

SNC

Société Nationale de Construction

a. CAMMAS

- C'est l'architecte présenté avec le procédé dans la brochure de modèles²³⁶.

b. JOUVEN G. et PHELOUZAT P.

- 1) CES 600 à Saintes (Charente-Maritime) Eléments préfabriqués: allèges, cloisons de couloirs, planchers. Principes de l'étude: expression architectonique, série d'éléments préfabriqués permettant de constituer des ensembles variés. En raison de la dispersion géographique et étant donné le tonnage important s'est mis en œuvre, un système de **préfabrication foraine**²³⁷.

c. SCHOEBEL

- Procédé béton, Couples Architectes/Entrepreneurs des modèles de CES industrialisés, Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974²³⁸

d. Autres écoles

- 2) CES à Nior "Pontreau". Programme industrialisé de 1967²³⁹.

²³⁶ MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), *op.cit.* p. N.

²³⁷ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 110-111

²³⁸ POUVOURVILLE, *op.cit.* ; BEZANÇON, DEVILLEBICHOT, NAGY, *op.cit.*

²³⁹ AN : 78522/22911/41749.

Procédé

JCS (Stribicks)

Entreprise J. C. Stribicks et fils. Dans la liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974²⁴⁰

a. DELANDE, M.

- 1) CES à Adrézieux-Bouthéon. Constructions scolaires industrialisés - J.C. STRIBICK et Fils. {MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (éd.), 1974 #15}

²⁴⁰ POUVOURVILLE, *op.cit.*

Procédé

Tracoba

a. Massé G.

Cet architecte, situé à Paris, 19 rue de Prony (17^{ème}), est le seul qui nous avons identifié avec le procédé Tracoba.

Le procédé participe au concours de 63 avec les architectes MONGE, J.; DOIGNON-TOURNIER, M.; BIGOT, P.; ROY, F. ; le bureau d'études OTH Omnium Technique ; l'entreprise SOCEPIC Groupement. A cette occasion le procédé consiste en panneaux lourds préfabriqués, charpente métallique et acieroïd et escaliers préfabriqués²⁴¹.

Ecoles conçues par cet architecte au nom du procédé Tracoba :

- 1) Les lycées de Coëtquidan (Morbihan) et Segré (Maine-&-Loire), avec les architectes BIGOT P., ROY F., MONGE J., TOURNIER M., (archs.), CHAUVE J. (arch. Assistant), le bureau d'études techniques Omminium Technique OTH (BET) ; et l'entreprise de gros œuvre: Brochard et Gaudichet, siégé à Angers. Il semble que les seuls éléments préfabriqués de ces établissements sont les façades, issues de la préfabrication lourde, du type sandwichs à isolation incorporée. La conception, signale, *Techniques et Architecture* (1969), découle du « concours conception-construction »²⁴².
- 2) Trois CES, projet agréés dans le cadre de constructions industrialisées, à Flèche (Sarthe), Salbris (Indre-et-Loire) et Ribécourt (Oise), avec les architectes BIGOT P., ROY F. (archs.); le bureau d'études ; le groupement des entreprises ECOCIBA et Brochard et Gaudichet. La préfabrication lourde en béton armé s'applique à l'ensemble des éléments de la structure et l'adaptation

²⁴¹ « Concours 'Conception - construction' du Ministère de l'Education nationale », *Techniques et architecture*, 23^{ème} série, n° spécial, janv. 1964.

²⁴² ²⁴² « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 70-71, 73 pour Segré. Construction revue spéciale Scolaire 1968, p. 90 (photo du collège)]

au sol restent en traditionnelle²⁴³. Deux CES 600 à Salbris (Loir-et-Cher) et à Valençay (Indre), susceptibles pour le programme industrialisé de 1968²⁴⁴.

b. Autres écoles

- 3) Un collège à Rombas (Moselle), qui illustre l'article du procédé Tracoba de la revue Construction dans son numéro spécial de sur la construction scolaire (1968).
- 4) Le CEG « Ressons sur Matz » à Beauvais (l'Oise), où n'est pas explicité le procédé mais qu'il est réalisé par l'entreprise Gaucher & Cie²⁴⁵.

Autres établissement scolaires au nom de cet architecte mais non au nome de ce procédé :

- CES 800 à Laon (Aisne) MASSE G., BIGOT P., FOY F. (archs.); COLLE A.-F. (arch. Assistant). Entreprise : SFP (Sté Française de préfabrication, Sté Générale d'Entreprises) en procédé préfabriqué métallique²⁴⁶.
- 2 IUT à Bordeaux et Dijon (Gironde et Côte-d'Or). Architectes : MASSE G., BIGOT P., ROY F. ; CHAUVE J. (arch. Assistant). Entreprise : SAE (Sté Auxiliaire d'Entreprises). Procédé béton²⁴⁷.

²⁴³ ²⁴³ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 84-85, 86 et 87.

²⁴⁴ 78522/22913/41757.

²⁴⁵ 78522/22911/41749

²⁴⁶ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p.78-81.

²⁴⁷ ²⁴⁷ « Constructions scolaires et universitaires (Industrialisation) », *Techniques et architecture*, 31^{ème} série, no 1, oct. 1969, p. 97

Procédé

Vissol

Liste des entreprises et groupements ayant travaillé pour le MEN de 1965-1974²⁴⁸

a. LAGEAU P.

- 1) CET 540 à Nérac (Lot-et-Garonne). Entreprise Etablissements Vissol et Fils, Villeneuve-sur-Lot. Procédé non spécifié. Construction industrialisée du type métallique. Ossature métallique, des murs-rideaux. Planchers en dalles pleins sur coffrages métalliques. Cloisons du type Sobalithe. Escaliers métalliques²⁴⁹.

b. Autres écoles

- 2) CES à Auxerre (Yonne). Société Vissol. Procédé non explicité, mais mixte. Programme industrialisé 1967²⁵⁰.
- 3) CEG Secondigny à Niort Deux-Sèvres. Procédé non explicité, mais mixte. Programme industrialisé 1967²⁵¹.

²⁴⁸ POUVOURVILLE, *op.cit.*

²⁴⁹ « C.E.G. - C.E.S. -C.E.T. (Essais d'industrialisation des constructions scolaires) », *Techniques et architecture*, 27^{ème} série, n° 4, déc.-janv. 1966-67, p. 81

²⁵⁰ 78522/22911/41750 non ph

²⁵¹ 78522/22911/41751 non ph

Remerciements

Cette thèse n'aurait pu voir le jour sans l'aide précieuse de nombreuses personnes que je tiens ici à remercier.

Mes deux excellents directeurs de thèse : Sabine Barles et André Guillaume.

Les membres de jury : Anne-Marie Châtelet, Valérie Nègre, Hélène Vacher, Jean-Luc Salagnac.

Toutes celles et ceux qui ont facilité mes recherches dans différents endroits, spécialement Michèle Bonnier du centre de documentation du CSTB.

Tous ceux qui ont partagé avec moi son expérience de préfabrication : Yvan Delemontey, Michel Bazin, Jean-Daniel Merlet, Pierre Chemillier, Jean-Claude Croizé, Valérie Nègre, Guy Lambert, Jean-Luc Salagnac.

Mes correctrices de français : Joëlle Petit, Florence Blanco, Pascale Serra, Aure Delpech, Michèle Murez, Suzanne Dignowity, énormément merci.

Mes collègues du CDHTE, particulièrement Samaher Wannous et Michel Letté pour le partage du bureau de cette dernière ligne droite. De même Joëlle Petit, Akio Sassa, Martine Mille, Emmanuelle Gallo, Elisabetha Procida, Christophe Bernard, Anne Houssay, Francine Perrine, Malika Rahmi, Sophia Foughali, Brigitte Destruel ...

Mes professeurs mexicains : Zeus Moreno, Salvador Urrieta, Ricardo Tena, Fernando Luna, Héctor Cervantes, Arturo España...

Mes amis montpelleriens : Israel Hernández, Julio Orantes, Damar Sánchez, Fernando Ramírez, Sandra Lagunez, Enrique Torres, Julien Averseng, Magali Grilhot, Paul Menut, Audrey Deschamps, Raúl Sánchez, Laura Vázquez, Georgina Jiménez ...

Mes amis parisiennes : Irina Valladares, Mariana Vargas, Eloy Ramírez, Edgar Belmont, Julieta Rojas, Martha Ayala, Adriana Cano, Penélope López, Saúl Sánchez, Fausto Gómez, Brenda Escutia, Esmeralda Mancilla, Oscar Holguín, Iliana Ortega, Judith Pérez, Alejandra González, Laura Nicolas, Mónica Sierra, Manuel Miroglio, Martha Tawil, Mónica Falcón, Mónica Vázquez, Eduardo Espinoza, David Hernández, Eloy Ramírez, Emilio Flores, Saul Lugo, Adonis Reyes, Tania Vázquez, Leticia Cuen, Alicia Benito, Patricia Meza, Betzabé López, Sabina Covarrubias, Rodrigo Rivera, Roberto Campos, Edna Hernández, David Carvajal, Antonio Candelas, Claudia Gochicoa, Mara Tamayo, Verónica Castillo, Violeta Solares, Hany-Kahwagi, Michèle Murez, François Assemat, Laurent Teyssiere... Du CSTB : Isabelle Gueguen, Frédéric Bougrain, Bakari Hassani, José Carvalho... De la Maison du Mexique : Jorge López, Ernesto Calderón, Isaura Corlay, Hassan et Abdala, Eunice Chao, Elizabeth Gómez, la directrice à l'époque Marivel Gomez. Les CLAP's : Martin Aranguren, Guillermo Vargas, Valeria Eberle. Mes collègues architectes: Nohemí León, Olivier Namias, Francisco Torres, Ixchel Garcés, Lila Oriard, Héctor Becerril, Maura Pérez...

Mes amis au Mexique : Isabel de Gante, Mary Cruz, Elisa Toledano, Leticia Paulino, Cuauhtemoc García, Brenda Callejas, Adriana Mancilla, Liz Gutiérrez, Elena Riloba, Teresita López, Rosy Ortega, Marisol Navarro, Luicita Lagunez, Cristina Noyola, Yadel Avalos, Socorro Mora, Genoveva Nava...

Mes amis de l'escalade : Pablo Blanco, Florence Blanco, Yves Auton, Fiona Gowen, Mélanie Coufignal, Pascale Serra, Aure Delpech, Nelly Grellier, Gaby Guzmán, Kathrin Weber, Stefan Walmrath, Stephen Dunk, Karina Chamorro, Patrice et Céline Bertaud, Severine Poirier et le petit Paul-Elias, Judith Ackerman, Hernán Picard...

Mes proches : Rabindranath Reséndiz et ses enfants Celeste et Rabin, Naivi Reséndiz, Citlali Romero, Patricia Yveth Reséndiz ; toutes les familles Vázquez-Blancas et Reséndiz ...

Un travail de si longue haleine n'a été possible qu'avec le soutien de tous mes amis et de ma famille, de ma grande mère Joaquina Blancas, de mes parents Adelina Vázquez et Celestino Reséndiz ; de mes petits parents parisiens Pablo et Florence Blanco, qui m'ont tellement soutenue quand bourses et logements ont arrivé à leur échéance : infiniment merci. C'est à vous que je dédie ce travail.

Résumé

L'industrialisation du bâtiment : le cas de la préfabrication dans la construction scolaire en France (1951-1973)

La thèse porte sur le rapport entre *industrialisation du bâtiment* et préfabrication dans la *construction scolaire en France*. Cette relation suggère de comprendre les interactions de la *pensée technique* et de la *politique publique avec l'organisation des processus de production*. La période d'étude s'étend de 1951, premier témoin d'une politique industrialiste des plans d'équipement scolaire, à 1973 année de remise en cause de ce type de construction. Durant cette période l'industrialisation du bâtiment est considérée comme la seule solution pour répondre à une construction massive, moins chère et plus rapide. Dès lors, la trajectoire technologique de la préfabrication se subdivise en deux périodes, dévoilant la séparation de la conception technique (centralisée par la DESUS) de la réalisation (représentée par les procédés constructifs). Dans la première période (1951-1962), les architectes sont les auteurs des projets, dans la deuxième (1964-1973) ce sont les procédés les manifestations visibles. Ce parcours met donc en exergue deux logiques opposées : série et volume d'une part, diversité et flexibilité, d'autre part. Le croisement de sources diverses (revues, archives, documentation technique...) révèlent le rapport des différents acteurs : architectes (de conception et d'opération), concepteurs-éducateurs, industriels-entrepreneurs, maîtres d'ouvrage ministériels et ordonnateurs secondaires (contrôle technique). Cette recherche contribue ainsi à l'histoire de la *préfabrication* et de ses développements. Le bâtiment scolaire représente un excellent échantillon de cette période de maturité de l'industrialisation du bâtiment, postérieure à la Seconde Guerre mondiale lorsque la préfabrication faisait ses preuves.

Mots clés : industrialisation du bâtiment, préfabrication, construction scolaire, France (1951-1973), béton, acier.

Abstract

The industrialization of buildings: the case of prefabrication in the construction of schools in France (1951-1973)

This thesis examines the relationship between the industrialization of building methods and the prefabrication of school buildings in France. This relationship relies on the interaction between technical reason and public policies with the organization of production processes. The boundary of this study begins in 1951, witnessed by a political drive to industrialize educational establishments, until 1973 when this type of construction was put into question. During this period the industrialization of building methods was considered as the unique solution to the needs for mass production, cheaper and quicker. Subsequently, the technology of prefabrication occurred in two distinct periods, giving rise to the separation between conceptual design (centralized by the DESUS) and realization (represented by construction methods). In the first period (1951-1962), the architects are the authors of the projects and in the second period (1964-1973) the construction methods are clearly visible. These events accentuate two logical opponents: mass production and series on one side, diversity and flexibility on the other. The encounter of such diverse sources (reviews, archives, technical documents) reveals the relationship between each domain: architects (design and operations), educational planners, industrial entrepreneurs, ministerial offices for construction and survey teams (technical controls). This research contributes to history of prefabrication and its developments. The school building represents an excellent example of the evolution of construction methods when prefabrication was making its mark in the wake of the Second World War.

Keywords: Building industrialization, prefabrication, school construction, France 1951-1973, concrete, steel.