



ACTEURS DE LA CONSTRUCTION ET CHOIX DES PARTIS TECHNIQUES

Un questionnement voile porteur / poteau porteur (béton, acier)



Dominique Theile

Plan Urbanisme Construction Architecture

Arche de la Défense

92055 PARIS LA DÉFENSE Cédex 04

Chantier 2000

Avril 2000

Directeur de publication : Olivier Piron
Directeurs de rédaction : Hervé Trancart et Guy Garcin
Communication : Daniel Watine

Plan Urbanisme Construction Architecture

Chantier 2000

Ministère du Logement
Arche de la Défense
92055 Paris La Défense CEDEX 04
Téléphone 01 40 81 24 33
Télécopie 01 40 81 23 82

SOMMAIRE

▶ INTRODUCTION	6
▶ MÉTHODE, SÉMANTIQUE ET CONCEPTUALISATION	7
Introduction	7
Préambule sémantique.....	7
Méthodologie des entretiens	9
Liste des personnes interrogées	11
Révision du système d'acteurs impliqués dans les choix constructifs	13
Prototype / série, souplesse / rigidité : une trame de lecture au présent et au passé ?	20
Conclusion	25
▶ APPROFONDISSEMENT DE LA PERSPECTIVE HISTORIQUE	27
Introduction	27
La lente émergence du voile banché de béton armé.....	27
La promotion du béton : d'objet technique à objet architectural.....	34
La diffusion du béton : de quelques facteurs contextuels	39
Conclusion	47
▶ PRINCIPAUX RÉSULTATS D'ENQUÊTES	49
Introduction	49
Le maître d'ouvrage, premier acteur majeur des choix de gros œuvre	51
La maîtrise d'œuvre : des acteurs effacés.....	81
L'exécution, place de l'autre acteur majeur des choix de gros œuvre	109
Industrie et chantier : rôle des fournisseurs, logiques des acteurs	132
Conclusion	144
▶ CONCLUSION:	145
Partenaires de l'acte de construire et diffusion des innovations.....	145
Quelles suites donner à ce travail ?.....	146
▶ BIBLIOGRAPHIE	149

▶ AVANT-PROPOS

Les opinions exprimées ici n'engagent que son seul auteur et ne sauraient être représentatives des opinions du Plan Urbanisme Construction et Architecture, commanditaire de l'étude. L'auteur remercie à double titre tous ceux qui ont participé à l'élaboration du présent document : d'une part, pour avoir accepté d'accorder des entretiens ; d'autre part, pour avoir accepté d'examiner et commenter la façon dont leurs citations sont utilisées.

La difficulté du travail d'enquêteur est de ne pas influencer l'enquêté. Cette préoccupation paraît incompatible avec le souci d'honnêteté qui conduit à soumettre le rapport final aux enquêtés, pour s'assurer que leurs propos ont été correctement transcrits.

Pour cette raison, nous avons souvent choisi de maintenir les citations telles quelles, en dépit des remarques adressées. Choix qui nous paraît d'autant plus justifié lorsque ces remarques sont motivées par l'écart entre les dates d'enquêtes et la date de finalisation du rapport, certains enquêtés ayant entre-temps évolué dans leurs opinions. En effet, les évolutions personnelles ne nous paraissent modifier en rien le contexte général français de maintien de l'hégémonie du voile banché dans le résidentiel collectif. Surtout, que ce contexte est retracé principalement à partir de l'analyse de comportement, à travers leur discours, d'acteurs de la construction de logements ayant participé à des opérations tendant à réduire cette hégémonie.

Les remarques, suggestions, critiques ou encouragements sont les bienvenus. On pourra pour ce faire utiliser l'adresse électronique de l'auteur : theiledomi@aol.com. L'auteur pourra éventuellement envisager de monter un forum de discussion sur son site Internet, notamment pour donner un droit de parole aux personnes pouvant s'estimer lésées par les opinions qu'il exprime ici. Ce qui dépendra de l'intérêt suscité par le présent rapport.

► INTRODUCTION

Centrée sur la diffusion de l'innovation¹, la présente recherche vise à comprendre comment s'est diffusé l'usage du béton frais sur le chantier, et plus particulièrement du voile porteur. Ce, afin d'établir comment se maintiennent ou évoluent les pratiques résultantes de cette diffusion, et comment elles peuvent conditionner voire même bloquer l'emploi des poteaux porteurs et les innovations qui s'y greffent ou sont susceptibles de le faire. En d'autres termes, nous nous interrogeons sur la façon dont l'organisation des acteurs du chantier (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entrepreneurs) s'articule à celle des fournisseurs (industriels, négociants) et conditionne les choix constructifs.

Nous avons structuré notre rapport en trois modalités de lecture. D'une part, nous cherchons à préciser les différents paramètres ayant joué et jouant dans la domination actuelle du voile banché dans le logement collectif en France. D'autre part, nous nous attachons à identifier les principaux acteurs dans le choix des partis techniques de gros œuvre et à préciser leur rôle. Enfin, nous tentons de préciser dans quelle mesure les choix techniques sont à rapprocher de comportements d'acteurs à analyser à la fois en termes de logique de prototype et / ou de logique de série dans l'organisation de la production, et en termes de souplesse / rigidité dans l'offre et la demande de matériaux et composants de construction.

Le premier chapitre spécifie le cadre d'analyse, et présente le système d'acteurs des choix techniques. Le second chapitre s'attache à préciser le système de paramètres permettant d'expliquer la domination actuelle du voile banché. Le troisième chapitre s'intéresse aux pratiques des principaux acteurs impliqués dans le choix de gros œuvre, et en particulier à dresser une hiérarchie de ces acteurs en fonction de leur degré d'implication.

¹ Les quelques définitions de l'innovation auxquelles nous ayons eu accès vont d'une définition très large (J. Schumpeter) à une définition très restreinte (INPI). Pour notre part, nous considérons l'innovation sous des aspects aussi bien technologiques qu'organisationnels, et il nous semble important d'établir une différence entre l'invention (dans un acception plus large que celle de l'INPI) et l'innovation. Nous souscrivons donc au point de vue suivant, qui est notamment celui de l'OCDE, et distingue entre : 1) l'invention ; 2) l'innovation (l'invention après mise au point, mise en production et commercialisation) ; 3) la diffusion de l'innovation (réussite commerciale).

INTRODUCTION

Comprendre comment et pourquoi le voile de béton s'est imposé dans la construction d'immeubles de logements en France. Mettre en évidence, aujourd'hui, la place et le rôle des principaux acteurs de la construction dans les choix de partis techniques de gros œuvre. Il s'agit là de deux volets d'une même question, respectivement traités par les seconde et troisième parties de notre rapport. La fonction de cette première partie est donc replacer les deux volets évoqués au sein d'une démarche cohérente et homogène.

Pour ce faire, encore faut-il préciser de quel « voile » parle-t-on. De même, il est important de cerner les difficultés d'une enquête sur les choix techniques face à la diversité des acteurs concernés. Un rappel, sur l'univers d'acteurs liés à ces choix, n'est alors pas inutile.

Dans cet univers d'acteurs, l'ingénierie, sous l'angle des bureaux d'études techniques mais aussi des bureaux de contrôle, prend un accent particulier, même si elle ne relève pas directement des acteurs majeurs des choix techniques. De même, au travers du contrôle se profile la question des assurances et celle de Qualitel, qui nous ont amené à reconsidérer la façon dont les maîtres d'ouvrage s'impliquent dans le choix des partis techniques.

Enfin, nous préciserons comment le jeu d'acteurs dans les choix de partis techniques de gros œuvre, nous paraît se structurer autour d'une logique de série et d'une logique de prototype. Nous replacerons alors l'analyse du jeu d'acteur dans l'évolution des pratiques constructives.

PRÉAMBULE SÉMANTIQUE

Notre recherche avait initialement comme titre : "Acteurs de la construction et choix des partis techniques : une comparaison voile porteur (béton) / poteau porteur (béton, acier-béton, acier)" [Theile 1994]. Titre que nous avons tronqué dans notre première livraison intermédiaire [Theile 1995]. Ce qui découle notamment de difficultés au niveau sémantique pour préciser : le sens donné à "comparaison" ; les matériaux que l'on compare ; les types de structures, et par là les termes "voile porteur" et "points porteurs".

Nous avons finalement retenu comme titre définitif : "Acteurs de la construction et choix des partis techniques : un questionnement voile porteur / poteau porteur (béton, acier)". En supprimant le terme "comparaison", car il ne s'agissait pas de démontrer qu'un type de structure était meilleur qu'un autre, ou moins cher qu'un autre. Quant au matériau, la question ne se posait que pour le poteau porteur. Et le cas "acier-béton" (poteau à âme d'acier ou à âme de béton) a été écarté, car non rencontré dans le logement (voir photo).



Pour ce qui est du terme voile, il est souvent composé : voile de refend, voile porteur, voile banché, voile vertical... Le terme voile renvoie à la pièce de tissu employée pour cacher quelque chose. Dans l'usage architectural, il désigne un élément monolithique, à surface plus ou moins large, par opposition à un ensemble d'apparence composite pouvant inclure poutres et/ou poteaux. Il peut ainsi désigner aussi bien un mur (voile vertical), qu'un plancher (voile horizontal). Dans la terminologie du Bâtiment, il renvoie plus souvent au mur qu'au plancher. Le mot voile renverra ici uniquement à voile vertical : la distinction qui nous intéresse porte essentiellement sur les murs et non sur les dalles, même si certaines technologies de plancher sont plutôt spécifiques aux poteaux porteurs (plancher champignon, dalle sans retombée de poutre, plancher caisson, voire bac collaborant...).

On peut aussi opposer voile mince, plutôt non porteur et en mortier de ciment armé, à voile "épais", plutôt porteur et en béton armé. Pour l'objectif qui nous intéresse, le mot voile ne renverra ici qu'au voile "épais" en béton armé, le voile mince étant employé pour des édifices particuliers (tour de refroidissement de centrale nucléaire, toit du CNIT, réalisations de P.L. Nervi...). Ce qui nous dispenserait de l'emploi du terme "voile porteur". Cependant, des voiles non porteuses peuvent être aussi épaisses que des voiles porteuses, notamment parce que le béton permet de résoudre les problèmes d'acoustique par sa seule épaisseur (masse en fait).

L'unicité du voile dans son matériau, ici le béton (armé), nous conduit à exclure le mur fait de parpaings, ou de panneaux. Ceci signifie qu'un voile peut être soit coulé en place, soit coulé hors place (sur chantier ou en usine). Dans le langage du Bâtiment le mot "voile" renvoie le plus souvent au voile coulé en place ; le voile coulé hors place étant dénommé "panneau"².

Toutefois, il arrive que les voiles de pignon, dans le cas où ils jouxtent un immeuble préexistant, soient préfabriqués sur chantier avec des banches. Ils sont dénommés "voile" et non pas "panneau" : il n'y a pas coulage en place uniquement en raison du problème de la pression du béton avant prise, à savoir du béton frais, sur le mur mitoyen. Dès lors, le terme "voile banché" sera ici synonyme de voile coulé en place. Même si, d'un point de vue sémantique, une réserve peut être faite. Car quand une entreprise de construction décide de couler sur le chantier (en place ou hors place), il s'agit surtout d'une question d'organisation interne, qui ne remet pas en cause les choix techniques arrêtés au niveau de la conception.

La définition de refend, elle, est la suivante : mur de soutien formant séparation intérieure dans un bâtiment (dictionnaire hachette multimédia). Or la technologie du voile étant souvent employée en façade, on ne saurait retenir "voile de refend" comme un terme générique. Nous emploierons donc ici le terme "voile coulé en place", spécifique, ainsi que le terme "voile banché", un peu plus général. On y associera le terme "béton", car on peut employer d'autres liants que le ciment (chaux, plâtre...), comme par le passé (maçonnerie banchée). On emploiera aussi, comme synonyme, le terme "voile en béton armé", sachant qu'un voile de béton peut ne pas contenir d'acier, comme par le passé (béton aggloméré).

Dans le langage du Bâtiment, le terme "point porteur" s'emploie par opposition à "voile porteur" et renvoie aux structures ponctuelles. Mais, à un certain degré d'abstraction un voile peut être apparenté à un point. Bien sûr, en termes de descentes de charges, les structures linéaires peuvent être opposées aux structures ponctuelles ; ces dernières sont aussi censées permettre des immeubles plus épais que les structures linéaires. Toutefois, les structures mixtes échappent à ces assertions. En outre, le lien entre le caractère de la structure (ponctuel / linéaire) et l'épaisseur ne nous paraît pas être un invariant. Malgré tout, nous avons choisi d'opposer le "point" au "voile", et donc les structures et technologies afférentes.

Le terme "ossature" est censé s'appliquer à une structure sans aucun mur porteur, ce qui expliquerait pourquoi on l'emploie plutôt pour les bâtiments à structure métal et/ou bois, où le contreventement peut se faire sans mur de béton. Pourtant, l'ossature se situe plutôt entre les structures à poteaux et celles à voiles. Elle paraît même très proche du voile si l'on s'intéresse aux acceptions qu'ont eu, par le passé, les termes « pan de bois » et « pan de métal ».

Ceci dit, le lien entre le jeu des acteurs dans les choix techniques, d'une part, et l'évolution des pratiques constructives de gros œuvre, d'autre part, passe par le choix entre le « voile » et le « non-voile », autrement dit entre le « conventionnel » et le « non-

² Une rétrospective montrerait peut-être que les sens attribués au terme « voile » dans la construction varient non seulement dans le temps, mais aussi en fonction des acteurs voire même des lieux. Par ailleurs, un article est consacré à un procédé constructif à base de tôles d'acier sous le titre « Une construction par voile porteur en acier » [Le Moniteur 09/10/1998 p. 83]. Mais la référence directe est apparemment là le « voile mince », même si le titre, provocateur, fait aussi allusion au « voile épais » en béton armé couramment utilisé dans le Bâtiment en France.

conventionnel », pour ce qui est du logement. C'est ainsi que nous prenons le parti d'assimiler les bâtiments à ossature métallique aux structures à poteaux, par opposition aux structures à voiles.

Bien que l'ossature idéalisée par Le Corbusier, le "poteau-dalle", remonte à 1915 (la maison Domino), c'est surtout le "poteau-poutre" qui est employé en France, dans les structures à poteaux ; contrairement, semble-t-il, à des pays comme l'Italie, l'Espagne ou le Portugal. Néanmoins, on peut trouver des poutres dans des structures à voiles banchés, et, dans certaines réalisations à poteaux, les poutres s'apparentent à des voiles. Par conséquent, si nous ne bannirons pas l'emploi du terme "poteau-poutre", nous parlerons plus volontiers de "poteau porteur", puisque que c'est là que passe la différenciation utile à notre propos.

Soulignons, enfin, qu'assimiler les ossatures métalliques aux structures à poteaux ne met pas en valeur le débat construction « à sec » / « humide ». De même, ce rapprochement ne facilite pas la mise en valeur de la question du plan libre. Toutefois, ces débats semblent pour l'heure très confidentiels, au vu des préoccupations quotidiennes des acteurs que nous avons interrogés. En outre, on verra que le plan libre n'est pas spécifique aux structures à poteaux.

En revanche, ossatures métalliques et structures à poteaux ont en commun une question : le remplissage, et surtout le problème des parois légères. Parois qui relèvent de préoccupations plus courantes dans nos entretiens, notamment d'enjeux d'importance au niveau de l'exécution : partage gros œuvre / second œuvre, rôle des entreprises générales... Nous avons précédemment proposé une lecture de la question des choix techniques de gros œuvre en termes d'opposition béton « sec » / béton « frais » [Theile 1994]. Au stade actuel de notre réflexion nous pencherions plutôt pour une analyse opposant plâtre « sec » à béton « frais ». Liants qui ne sont pas forcément opposés, surtout pour certains fournisseurs...

MÉTHODOLOGIE DES ENTRETIENS

Nous avons mené deux séries d'entretiens. La première, en juin et juillet 1996 avec 11 entretiens, était destinée à formuler et à calibrer nos questionnaires. La seconde s'est étalée d'octobre 1996 à mai 1997, avec quelques compléments ultérieurs, soit 69 entretiens.

La première série d'entretiens nous a conduit à quelques considérations méthodologiques [Theile 1996]. Nous constatons alors que si personne n'avait répondu à toutes nos questions, toutes nos questions avaient reçu une réponse. Ce qui posait deux problèmes majeurs : trouver les questions suffisamment précises permettant à nos interlocuteurs de mieux satisfaire nos attentes ; adapter le guide d'entretien à la multiplicité d'interlocuteurs à interviewer, sachant que nos interlocuteurs se répartissent entre cinq catégories d'acteurs, pas forcément homogènes, et une sixième catégorie, véritable fourre-tout (voir liste des personnes interrogées). Au terme de la seconde série d'entretiens, ces deux problèmes n'étaient toujours pas résolus ; mais nous ne les considérons plus comme majeurs.

À notre sens, placer tous nos interlocuteurs face aux mêmes questions passait par une formulation à l'identique de celles-ci. Ce qui paraît perfectionniste quand il s'agit ni d'enquête quantitative ni d'analyse de discours. Pourtant le problème de l'écart entre la formulation de la question et sa compréhension était réel : nos questions n'étant pas comprises de la même façon par tous, et tous n'étant pas dans le même état de réceptivité, certaines pratiques, pourtant courantes et non dissimulées, ont difficilement été mises en lumière. Ce qui ne tenait pas forcément à la diversité des métiers des acteurs interrogés.

Par exemple, nous avons vu, chacun de leur côté, trois interlocuteurs pour une même entreprise de construction à qui nous avons posé les mêmes questions³. Ce n'est qu'au troisième interlocuteur qu'a émergé un thème qui n'avait été jusque-là cité par aucune des autres entreprises : revenir sur une variante qui avait été acceptée. Ce qui a été reconnu comme relativement fréquent, dès lors que le questionnaire a intégré cette dimension.

Un autre exemple est une question explicite aux maîtres d'ouvrage sur l'incidence des assurances sur leur implication dans les choix de gros œuvre. Nous obtenions généralement une réponse négative. Alors que ce problème avait spontanément émergé lors de la première phase d'entretiens. Toutefois, à force de poser la question, nous sommes parvenu, vers la fin de la seconde phase d'enquêtes, à lever un coin de voile sur les principales dimensions du problème. Et à devoir reconnaître qu'il aurait fallu formuler autrement la question.

Sans doute qu'après une troisième phase d'entretiens, puis une quatrième ou cinquième phase, on pourrait formuler les bonnes questions. Cependant nous pensons être loin d'avoir fait le tour de la question du rôle joué par les différents acteurs de la construction dans le choix des partis de gros œuvre. En outre, cette question nous paraît comporter tellement de dimensions, qu'il est très délicat, sinon impossible, de tout aborder en un seul questionnaire. La longueur des questionnaires était un autre de nos problèmes, d'autant plus complexe que : nous sollicitons souvent la mémoire de nos interlocuteurs ; les dimensions de cette question sont perçues et traitées de façon très variable d'un interlocuteur à l'autre⁴.

Enfin, nous avons dû nous résoudre à octroyer moins de place que prévu aux études de cas. En effet, ce sont des individus, plutôt que des institutions, qui montent des opérations. Mais dès que l'individu a quitté l'institution, la mémoire de l'opération se perd. Ainsi certaines études de cas n'ont pu être poursuivies, faute d'avoir pu contacter au moins un des principaux acteurs, ou après avoir essuyé une fin de non recevoir. Et nous n'avons pu pour toutes les études de cas écouter à la fois l'architecte, l'exécutant structure, et le maître d'ouvrage. Alors même qu'il était fréquent que les points de vue soient très différents.

³Avec les réserves suivantes : il s'agit de questions ouvertes, dont nous ne reprenions pas nécessairement oralement leur formulation écrite intégrale, pour des questions de durée d'entretien, notamment. De plus, elles n'étaient pas toujours posées dans le même ordre, pour faciliter le déroulement de l'entretien. Enfin, les trois interlocuteurs n'ont pas répondu à toutes les questions : par manque de temps, pour le premier ; parce qu'elles ne relevaient pas de ses compétences, pour le second ; parce que nous avons choisi d'alléger le questionnaire, pour le troisième.

⁴Certains étaient surpris de notre intérêt, considérant l'opération concernée comme non significative ou à ne pas recommencer. De façon générale, peu d'interlocuteurs illustraient d'emblée leurs propos par des exemples concrets. En particulier, pour les architectes, nous sommes sûr que si nous n'avions pas préalablement eu connaissance de certaines réalisations, celles-ci n'auraient pas été évoquées en cours d'entretien. Non pas que l'architecte ne voulait pas en parler, mais parce qu'il ne l'avait pas en tête pour traiter du problème pour lequel il était sollicité.

LISTE DES PERSONNES INTERROGÉES

maîtres d'ouvrage

- ▶ Efidis : M. Max Calmels, chargé de projet
- ▶ Georges V : M. Gaël Watine, directeur commercial
- ▶ Immobilière 3F : M. Michel Boulart, chef département
- études-contrôle-qualité
 - ▶ Opac Reims : M. P. Marchandet, directeur technique
 - ▶ Opac Eure : M. Vanhumbecq, directeur technique
 - ▶ OpdHm Hauts-de-Seine : M. Roland Gottfrois,
- responsable service travaux
 - ▶ Ophlm Bagnolet : M. Séné, responsable service technique
 - ▶ Ophlm Bonneuil : Mme Iaptef, présidente
 - ▶ Ophlm Colombes : M. Yves Virchien,
 - ▶ directeur du service technique
 - ▶ Ophlm Ivry : M. Rémi Dalle, directeur technique
 - ▶ Ophlm Nantes Habitat : M. Bareyt, responsable d'unité de
- gestion et ingénierie technique
 - ▶ SA d'Hlm L'Effort Rémois : M. Marcelot, dir. technique
 - ▶ SA d'Hlm Orly-parc : M. Tonnerre, responsable de projet
 - ▶ Scic-Amo Nantes ; Générale de Projet :
 - ▶ M. Philippe Besnard, responsable de projet
 - ▶ Scic-Amo Paris : M. Girald, chef de groupe
 - ▶ Scic-FA : M. Daniel Montharry, directeur technique

architectes

- ▶ Mme Ywonna Buczkowska, Architecte
- ▶ M. Humbert Di Legge, Architecte
- ▶ M. Laurent Debrix, Architecte
- ▶ M. Éric Dubosc, Architecte
- ▶ M. Guy Duval, Architecte
- ▶ Mme Renée Gailhoustet, Architecte
- ▶ Mme Jacquot, M. Cenci, Architectes
- ▶ M. S. Renaudie, Architecte
- ▶ M. J.C. Serré, Nantes, Architecte-ingénieur
- ▶ PDG BET Cetrac
- ▶ Mme Nina Schuch, Architecte
- ▶ M. Pierre Sirvin, Architecte
- ▶ M. B. Trilles, Architecte

bureaux d'études, ingénieurs conseil

- ▶ Berim : M. Pierre-Jean Boyer, direction
- ▶ Betrec : M. Patrick Martin, directeur
- ▶ Bect : M. Roger Jakobowicz, directeur
- ▶ Setec-Foulquier : M. L. Foulquier, ancien propriétaire
- ▶ M. Louis Fruitet : ingénieur-conseil
- ▶ Méthodes et Construction : M. Francis Pierre, directeur
- ▶ Sechaud&Bossuyt : M. G. Gossner, directeur technique
- ▶ M. Tilly, service techniques nouvelles
- ▶ Scobat : M. Frédéric Wagner, directeur

bureaux de contrôle

- ▶ Socotec : M. V. Phetmanh, contrôleur technique

entreprises

- ▶ Bouygues HGP1 : M. Bardou, responsable R&D
- ▶ M. De Launay, chargé d'affaires

- ▶ Bouyer : M. D. Chatellier, directeur commercial
- ▶ CBC : R. Colas, responsable R&D
- ▶ Chambon : M. T. Guillermin, chef de service commercial
- ▶ Dumez Construction : M. Ch. Gobin, responsable R & D
- ▶ Eiffel : M. B. Bouchand, directeur commercial
- ▶ Entreprise Lainé : M. J. P. Zannier, directeur commercial
- ▶ Entreprise Thouraud, Reims : M. Lenfant, chargé d'affaires
- ▶ GTM Construction, M. R. Morette, chef de groupe études
- ▶ Le Bâtiment Associé : M. Possémé, PDG, président UNM
- ▶ Léon Grosse : M. A. Rattin, directeur d'agence
- ▶ MSI : M. Deslias, responsable Acier Béton Construction
- ▶ Sateg, Nantes : M. Wolff, directeur d'agence
- ▶ SCGPM : M. N. Masson, directeur développement
- ▶ M. P. Labussière, direction travaux
- ▶ M. D. Lheureux, direction commerciale
- ▶ Spie - Citra : M. R. Aiello, directeur développement

fournisseurs

- ▶ Béton Lafarge : M. F. Redron, directeur marketing
- ▶ Béton Chantiers de l'Estuaire, Nantes :
- ▶ M. Dominique Juton, chef des ventes
- ▶ Béton de Paris : M. Block, chef des ventes
- ▶ BDI Nord : M. J.Ch.Bazire, directeur commercial
- ▶ Ciments Lafarge : M. Éric de Sèze, directeur commercial.
- ▶ M. G. Blaise, chef de produits
- ▶ EPI : M. J.C. Toniutti, responsable commercial
- ▶ Outinord : M. Daniel Loiseau, direction développement
- ▶ Poliet : M. Paessant, chef de produits gros œuvre
- ▶ Sateco, M. Madjour, directeur commercial

historiens - architectes

- ▶ M. Frédéric Seitz, chercheur, CRH, EHESS - CNRS
- ▶ M. Cyrille Simonnet, Institut d'Architecture - Genève

associations professionnelles, experts

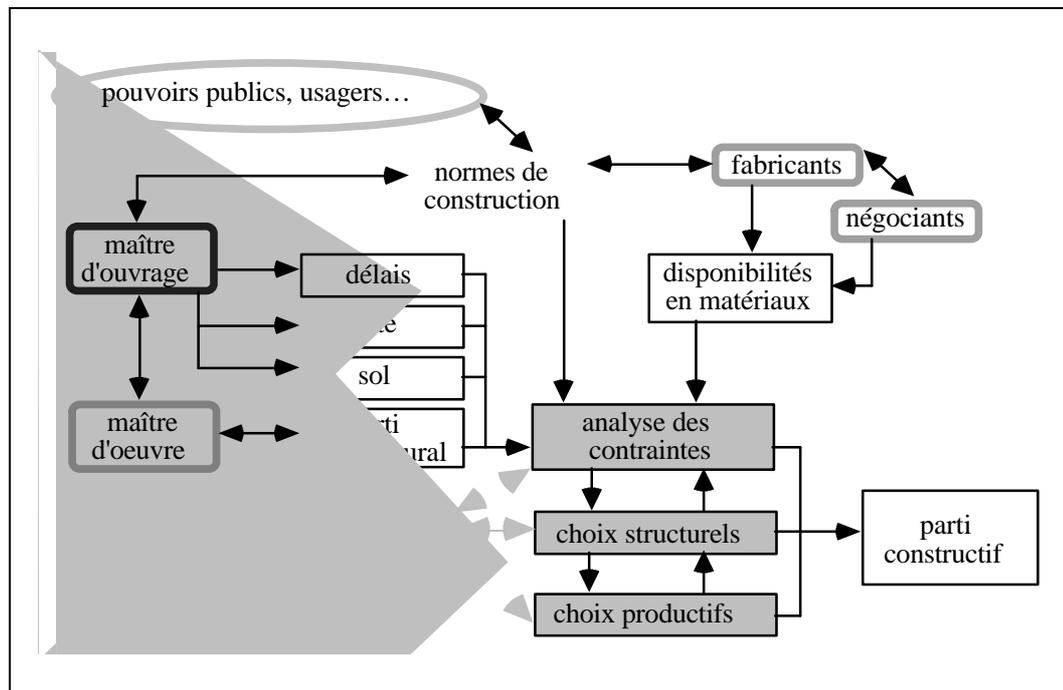
- ▶ AFNOR : Mme Catherine Vicensini
- ▶ Apsad : M. Pierre Triboulet
- ▶ Bétocib : Mme Féliot, secrétaire générale
- ▶ CEBTP : M. Coquillat
- ▶ Cimbéton : M. Schumacher, chargé de mission
- ▶ M. Téménidès, secrétaire général
- ▶ Direction de l'Habitat et la Construction : M. N. Grange
- ▶ PUCA : M. Chatry, conseiller technique
- ▶ Qualité Construction : M. Dominique Tarrin
- ▶ Qualitel : M. Guy Delvoye, directeur service R&D
- ▶ SNBPE : M. Antoine Arrault, secrétaire général

RÉVISION DU SYSTÈME D'ACTEURS IMPLIQUÉS DANS LES CHOIX CONSTRUCTIFS

DAVANTAGE D'ACTEURS QUE CE QUI ÉTAIT INITIALEMENT ENVISAGÉ :

Dans [Theile 1994, 1995] nous avons été amenés à réfléchir sur le nombre d'acteurs, partie prenante à l'acte de construire, impliqués dans les choix de gros œuvre. Cette réflexion, qui s'appuyait notamment sur [CBC pp. 9-11], nous avait conduit à une tentative de visualisation de l'influence des principaux acteurs sur le choix du parti constructif [Theile 1994].

Schéma 1 : place de l'entreprise "générale" dans le processus de choix du parti constructif



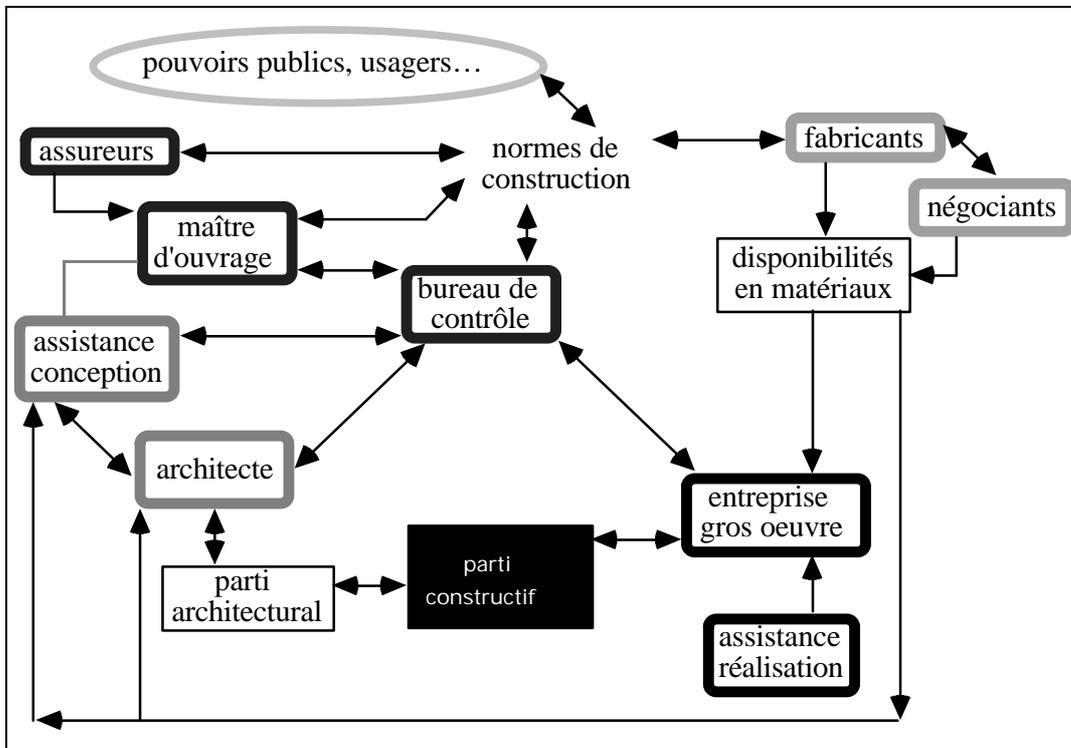
Les rubriques sur fond grisé et sur fond noir sont relatives à l'entreprise responsable du gros œuvre

Cette représentation n'est pas fautive, loin de là. Mais elle présente l'inconvénient de ne pas visualiser l'ensemble des principales interactions sur les choix du parti constructif, et en particulier d'exclure certains acteurs. En outre, elle donne à croire que l'entreprise responsable du gros œuvre est l'acteur fort des choix techniques, ce qui n'est vrai que dans certaines situations. En revanche, ce schéma fait ressortir, face à l'entreprise de gros œuvre, le maître d'ouvrage comme autre acteur majeur des choix techniques. Or, nous aurons l'occasion de voir qu'il s'agit bien là des deux acteurs majeurs des choix techniques, du moins dans le résidentiel collectif à maîtrise d'ouvrage soumise au code des marchés publics.

Nous avons ensuite essayé d'améliorer cette représentation [Theile 1995]. En intégrant que l'architecte, le maître d'ouvrage, et l'entreprise mandataire ont souvent à leurs côtés des partenaires qui peuvent jouer un rôle dans les choix techniques : les prestataires d'assistance à la conception, aux côtés de l'architecte ; le bureau de contrôle, aux côtés du maître d'ouvrage ; les prestataires d'assistance à la réalisation, aux côtés de l'entreprise gros œuvre. En outre, lors de nos premiers entretiens avec des représentants de maîtres d'ouvrage, nous avons constaté qu'il fallait aussi intégrer la question de l'as-

surance, qui joue sensiblement sur la façon dont les maîtres d'ouvrage s'impliquent dans le choix des partis techniques.

Schéma 2 : acteurs impliqués à divers titres dans le choix du parti constructif



Là encore, si le schéma 2 est plus étoffé que le schéma 1, il n'en est pas pour autant totalement satisfaisant. En effet, le schéma 2 donne à croire que le maître d'ouvrage est un acteur mineur dans le choix du parti constructif, étant donné qu'il n'a plus qu'une influence indirecte. Là aussi, le schéma 2 visualise un cas de figure qui existe mais qui n'est peut être pas le plus courant. En fait, ce schéma se base sur notre première série d'entretiens, où nous avons été confrontés à des maîtres d'ouvrage minimisant fortement le rôle de la maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques : BILMO & Co-MAO et ACHAILEM-MAO.

Nous aurons l'occasion de vérifier que la maîtrise d'ouvrage peut s'impliquer beaucoup plus que l'exemple qui est donné par le schéma 2. En particulier on pourra constater que le processus de conception s'appuie souvent sur un va et vient entre le maître d'ouvrage et l'architecte, à savoir que le maître d'ouvrage participe activement au processus de conception. Pour l'instant, nous allons effectuer quelques précisions sur le système d'acteurs impliqués dans les choix techniques, pour les points que nous n'avons initialement pas pris en compte.

ASSISTANCE À LA CONCEPTION OU À LA RÉALISATION, UNE DIFFÉRENCIATION UTILE

Le sigle BET, à savoir bureau d'études techniques, nous a paru d'emploi malaisé. D'une part, parce que : les études réalisées peuvent être non pas techniques mais économiques ; elles ne s'exercent pas forcément au sein de bureaux d'études (cas des professionnels libéraux) ; il peut s'agir de prestations non pas d'études à proprement parler mais de conseil. D'autre part, parce qu'il ne rend pas du tout compte de la cassure

conception / réalisation que nous avons pu constater, du moins pour les études techniques de gros œuvre.

Ainsi, on a des études techniques de conception mais aussi des études techniques de réalisation. Les premières sont du ressort de la maîtrise d'œuvre, et peuvent être exercées par des ingénieurs co-traitants des architectes (pour ce qui est du logement), desquels ils sont toujours distincts : si l'architecte peut avoir leurs compétences, ils n'ont pas de compétences d'architecte du point de vue légal. Les secondes, relèvent des entreprises de construction qui peuvent soit les réaliser en interne, soit les confier à des prestataires de service.

Plus exactement, nos enquêtes tendent à confirmer le schéma décrit dans [Theile 1996] : la frontière conception / réalisation ne se traduit pas seulement par la frontière maîtrise d'œuvre / mise en œuvre, mais se traduit aussi par une séparation nette au sein des ingénieurs. On aurait ainsi : d'une part l'ingénierie de conception, exercée exclusivement par des bureaux d'études et des professionnels libéraux ; d'autre part, l'ingénierie de réalisation, tant exercée par des bureaux d'études et des professionnels libéraux, qu'intégrée au sein d'entreprises de gros œuvre. Et l'ingénierie de conception n'effectue jamais d'études de réalisation, pas plus que l'ingénierie de réalisation n'effectue d'études de conception.

Cette dichotomie est à pondérer : elle ne se vérifierait que pour la construction maçonnerie / béton armé, et serait de plus un phénomène récent. Cela serait à lier à ce que, aujourd'hui, il n'existerait pratiquement plus de BET de conception intégrés à des entreprises de construction dans le Bâtiment, pour le béton armé. D'après nos entretiens, il arrive que des entreprises aient quelques compétences de conception, mais pas sous la forme bureau d'étude technique. Les BET intégrés de nos jours seraient essentiellement des BET d'exécution (calculs d'exécution béton, plans de coffrage, de ferrailage...). Et même les structures internes d'études d'exécution tendent à disparaître de la maçonnerie béton armé, les études étant de plus en plus sous-traitées à des petites structures juridiquement indépendantes.

En revanche, les entreprises de construction métallique auraient adopté une tendance plutôt inverse ; en se dotant tout au moins de structures internes d'études d'exécution. En outre pour le béton armé, la séparation exécution/conception, en termes d'études techniques, pourrait n'être spécifique qu'au Bâtiment : à la lecture de [Chauvin] on relève des éléments donnant à croire qu'elle ne s'applique pas aux Travaux Publics⁵. Par contre, la séparation exécution/conception paraît aussi se vérifier au delà du champ des études techniques, avec les économistes, plutôt du côté de la conception, et les ingénieurs méthodes du côté exécution.

Nous emploierons donc la distinction "assistance à la conception" et "assistance à la réalisation", afin de bien mettre en évidence le rôle des BET dans les choix techniques. Le terme "assistance" peut paraître contestable, puisqu'en maîtrise d'œuvre il s'agit souvent de co-traitance. Il n'empêche que le BET est toujours dans une position secondaire, du moins pour les bâtiments résidentiel, soit à l'égard de l'architecte soit à l'égard de l'entreprise.

DÉMARCHE QUALITÉ ET PERCEPTION DU SYSTÈME D'ACTEURS DES CHOIX TECHNIQUES

Évoquer le rôle du bureau de contrôle conduit à devoir évoquer deux outils liés au contrôle de la qualité : l'assurance construction et Qualitel. Et ce à deux titres : l'émergence du contrôle technique est liée au développement d'une démarche qualité, d'abord au travers d'un outil de prévention des sinistres (assurance construction) puis d'un outil d'amélioration de la qualité (Qualitel) ; le bureau de contrôle, l'assurance construction ainsi que Qualitel ont une influence sur les choix des partis techniques. Nous n'examinerons ici que leur incidence sur la perception de l'organisation du système

⁵ Mais chez POLONCEAU-BET on nous a fait remarquer que, pour les opérations clefs en main proposées à l'export par des entreprises françaises de BTP, les prestations d'études étaient en fait souvent achetées (sous-traitées).

d'acteurs impliqués dans les choix techniques. L'influence sur les choix techniques ne sera examinée que dans la troisième partie, parce qu'il doit être mis en rapport avec le rôle des maîtres d'ouvrage dans les choix techniques.

Le bureau de contrôle technique peut être considéré comme un organisme d'assistance à la maîtrise d'ouvrage. Il l'assiste dans la prévention des sinistres, dans le contexte de l'assurance construction, depuis 1978. Son rôle est de contrôler, pour le compte du maître d'ouvrage, l'avant-projet détaillé, le dossier de consultation, les plans d'exécution et le déroulement du chantier. Il est donc impliqué dans le choix des partis techniques, et le maître d'ouvrage n'hésite pas à s'appuyer dessus pour motiver ses propres choix techniques. Il assiste en outre le maître d'ouvrage, depuis 1986, dans l'obtention d'un label Qualitel.

Le contrôle technique, sous sa forme actuelle, naît avec la loi n° 78-12 du 04 janvier 1978 sur l'assurance dans la construction, connue comme loi Spinetta. De cette loi découle deux types d'assurance obligatoire : l'assurance de responsabilité ; l'assurance de dommages.

L'assurance de responsabilité est obligatoire pour tout acteur directement lié par contrat au maître d'ouvrage dans l'acte de construire : l'architecte ; ses co-traitants et ses conseils; les assistants du maître d'ouvrage, tel le bureau de contrôle ; les entreprises d'exécution... La loi Spinetta instaure un système de garanties et de responsabilités que doit couvrir l'assurance responsabilité. Seules les entreprises de construction sont soumises à la garantie de bon achèvement (1 ans). Sinon, tous sont soumis au régime de la garantie de bon fonctionnement (2 ans) et de la responsabilité décennale (10 ans). Avec des différences de responsabilités pour les entreprises de construction en cas de sous-traitance.

Si le maître d'ouvrage n'a pas à souscrire d'assurance de responsabilité, il est par contre le seul à devoir souscrire une assurance de dommages. Elle sert à garantir que les travaux de réparation découlant d'un sinistre ne seront pas pénalisés par la recherche des responsabilités, et seront donc toujours engagés, dans un délai plus ou moins court. En cas de sinistre, le maître d'ouvrage actionne l'assurance dommage-ouvrage, laquelle engage, s'il y a lieu, le paiement des travaux puis se retourne contre un des assureurs responsabilité.

EPERS : Éléments Pouvant Entraîner la Responsabilité Solidaire⁶

La loi Spinetta, en modifiant l'article 1792 du code civil, a institué la notion de responsabilité solidaire entre le fabricant d'un élément et l'entreprise qui met en œuvre cet élément. Elle s'applique à des composants, en particulier aux éléments préfabriqués constitutifs d'un procédé industrialisé. Mais comme il n'existe pas de définition légale des composants il n'y a pas de définition légale des EPERS. La circulaire n° 81-04 du 21 janvier 1981, du ministère de l'Environnement, tente de lever le flou juridique en fixant quatre critères d'identification. Sur cette base, les assureurs ont établi une liste de produits EPERS. Mais le flou est resté suffisant pour que le Bureau Central de Tarification-Construction, d'une part, et divers tribunaux, d'autre part, continuent à trancher des cas litigieux. Néanmoins ces instances se contredisent souvent dans leurs décisions respectives, sans pour autant avoir jamais contredit la liste établie par les assureurs. Pourtant, certains assureurs refusent d'assurer des fabricants concernés, et des fabricants concernés ne s'assurent pas.

On relèvera qu'il y a eu une tentative pour faire considérer le béton prêt à l'emploi comme un EPERS. En revanche les pré-dalles ne sont apparemment pas considérées comme des EPERS, contrairement aux dalles alvéolaires pré-contraintes.

La ligne de partage EPERS / non EPERS passerait par la ligne de partage montage / mise en œuvre. L'entreprise et le fabricant sont solidaires dans la responsabilité pour les composants n'ayant qu'à être montés, alors que le fabricant échappe à la responsabilité décennale pour les matériaux requérant un façonnage sur chantier⁷. La question des EPERS renvoie au débat entre architectes et entreprises de construction d'une part, fournisseurs de l'autre : les premiers ne veulent être responsables que sur ce qu'ils dessinent ou construisent, cherchant la responsabilité des seconds sur ce qu'ils fournissent ; ce que refusent les seconds faute de pouvoir maîtriser la mise en œuvre de ce qu'ils fournissent.

L'assurance qui intéresse tout particulièrement le processus de choix des partis techniques est celle de responsabilité obligatoire : elle doit être souscrite par tous ceux qui, intervenant dans la conception et l'exécution d'un bâtiment, peuvent en compromettre sa solidité ou sa destination. Notion qui inclut fabricants, importateurs, et revendeurs (sous leur propre marque) de composants dénommés EPERS (voir encadré). Mais qui par contre exclut les autres fournisseurs de matériaux et composants ainsi que le maître d'ouvrage.

En dehors du cas des EPERS, les fournisseurs de matériaux et composants sont les seuls à ne pas être soumis à l'obligation d'assurance construction. Par contre, leur responsabilité peut être retenue au regard de la responsabilité contractuelle de droit commun, dans le cas où le fournisseur n'exécuterait pas ou exécuterait avec retard une obligation à l'égard de son client. En fait, la responsabilité contractuelle de droit commun s'applique à tous ceux qui sont directement et indirectement liés par contrat au maître

⁶ Cet encadré s'appuie notamment sur les informations que nous a fait parvenir M. P. Triboulet, de l'Apsad.

⁷ La loi n° 98-389 du 19 mai 1988, sur la responsabilité du fait de produits défectueux, ne contribue pas à éclaircir la question des EPERS, excluant leurs fabricants de son champ d'application. En revanche, cette loi reconnaît aux fabricants « non-EPERS » l'exonération pour risque de développement, ce qui, dans l'ensemble, tend à diminuer leur responsabilité. Les entreprises de construction, par contre, ne peuvent bénéficier du risque de développement.

d'ouvrage dans l'acte de construire⁸. Mais l'assurance au titre de la responsabilité contractuelle de droit commun est facultative.

L'assurance construction concerne, au travers des assurances obligatoires et de l'assurance facultative, la plupart des acteurs de la construction directement et indirectement impliqués dans les choix de gros œuvre. Sous cet angle, sont appréhendés : ceux qui choisissent directement les procédés constructifs et/ou les matériaux mis en œuvre ; ceux qui mettent en œuvre les procédés et matériaux choisis ; ceux qui fabriquent les matériaux choisis.

Le système de prévention des sinistres instauré par la Loi Spinetta fige les principaux acteurs de la construction dans une échelle de responsabilité, qui ne coïncide pas avec leur implication dans les choix constructifs. Plus exactement, cette échelle ne coïncide pas avec la représentation du système d'acteurs que nous avons adoptée pour analyser le rôle des acteurs de la construction dans le choix des partis techniques.

En effet, certains fournisseurs, que nous considérons comme jouant un rôle indirect dans ce choix, sont placés sur le même plan que l'architecte (responsabilité décennale). En revanche, le maître d'ouvrage, qui nous paraît jouer un rôle plus direct, n'est pas placé sur le même plan que l'architecte. Par ailleurs, la responsabilité des revendeurs n'est pas totalement acquise⁹. Enfin, les fabricants de matériels de construction, de coffrages par exemple, ne sont pas englobés par l'assurance construction. Or les revendeurs et les fabricants de matériel nous paraissent jouer un rôle dans les choix techniques, même s'il peut paraître minime au regard de l'implication dans ces choix des maîtres d'ouvrages et entreprises de construction.

Le système de démarche qualité instauré par la Loi Spinetta s'appuie sur deux acteurs : le bureau de contrôle qui effectue le travail de prévention ; le maître d'ouvrage qui garantit, en quelque sorte, qu'une recherche de responsabilité sera effectuée en cas de sinistre. Qualitel va plus loin dans la recherche de qualité, par une démarche plus positive. Qualitel s'appuie sur les mêmes acteurs : le maître d'ouvrage qui s'engage sur les choix constructifs, et garantit que les documents fournis pour la procédure de certification Qualitel seront appliqués tels quels ; le contrôleur technique qui vérifie que les critères requis pour la cotation Qualitel demandée ont bien été respectés lors de la mise en œuvre. Là aussi, ce système de démarche qualité aboutit à une autre représentation, de l'implication des acteurs de la construction dans les choix techniques, que celle que nous avons retenue pour notre analyse.

En effet, la procédure Qualitel conduit, dans la plupart des cas, à figer les choix constructifs avant que la consultation d'entreprises n'ait été lancée. Ce qui induit une représentation du processus de choix des partis techniques excluant tous les acteurs liés à l'exécution. Dans les faits, utiliser de la pré-dalle préfabriquée sur chantier au lieu de pré-dalle manufacturée est un choix laissé à l'entreprise responsable du gros œuvre, car il n'a pas d'incidence au point de vue Qualitel, à partir du moment où les épaisseurs sont les mêmes que celles qui figurent dans le dossier remis. En revanche, substituer les voiles en façade par du parpaing ou remplacer quelques voiles par des parois Placostil sera totalement exclu.

Aussi bien l'assurance construction que Qualitel s'appuient sur des représentations du système d'acteurs de la construction qui ne correspondent pas à celle que nous privilégions pour l'analyse des pratiques de choix techniques. Nonobstant, ces représentations autorisent une mise en valeur de conflits de responsabilité que l'on peut directement raccorder à notre problématique sur les choix techniques. Plus encore, l'assurance responsabilité obligatoire, base de l'assurance construction, distingue des acteurs liés par une même logique, que l'on peut qualifier « de chantier », d'acteurs qui

⁸Est inclus le fabricant "dont la responsabilité est susceptible d'être mise en oeuvre par le maître de l'ouvrage même s'il n'est contractuellement lié qu'à l'entrepreneur", ce qui n'est acquis par jurisprudence que depuis 1986 [Le Moniteur 25/10/96 p. 312]. Ceci pourrait s'appliquer aussi aux revendeurs de matériaux, ce qui n'est pas précisé.

⁹Voir la note 8. Selon le président de la Mutuelle des Architectes Français, les architectes exigent une extension des responsabilités des fabricants d'EPERS à tout fournisseur de matériaux, revendeurs compris [Le Moniteur 29/11/96].

ne sont pas soumis à cette logique de chantier : maître d'ouvrage et fournisseurs non-EPERS (qui échappent à l'obligation d'assurance responsabilité¹⁰). Ceci est une distinction d'importance, pour l'analyse des comportements en matière de choix techniques, sur laquelle nous reviendrons.

ACTEURS, QUALITÉ, CONFLITS DE RESPONSABILITÉ, ET IMPLICATIONS DANS LES CHOIX TECHNIQUES

Le processus constructif est le plus souvent discontinu, pour le logement, car il est éclaté entre conception puis réalisation de l'ouvrage, et fourniture des matériaux et composants. Le maître d'ouvrage, ne peut contrôler qu'une partie de ce processus, à savoir la conception et l'exécution, et s'efforce de réduire au mieux l'écart entre ce qui est conçu (l'œuvre) et ce qui est réalisé (l'ouvrage). L'assurance construction et la labelisation Qualitel encouragent cet effort à réduire l'écart conception / construction, mais de façon plus coercitive que conciliatrice ce qui ne coïncide pas forcément avec les pratiques de maîtrise d'ouvrage.

Soulignons alors que les entreprises de construction ne sont pas représentées à l'association Qualitel¹¹. Pourtant, la Fédération Nationale du Bâtiment (FNB) s'est associée à la fondation de l'association Qualitel en 1974. Cependant la FNB a décidé de quitter cette association avec la création du label Qualitel en 1985-1986. En effet, à en croire QUIDQUAL, la FNB voulait que le label Qualitel englobe aussi la qualité de réalisation. Mais la décision de pouvoir attribuer le label avant la réalisation, voire avant même que les entreprises n'aient été choisies, en fait essentiellement un label de qualité de conception. On peut même dire que le rôle des bureaux de contrôle consiste à faire appliquer par les entreprises cette qualité de conception.

Ainsi la démarche qualité dans la production du logement est, aujourd'hui, au minimum scindée en deux : entre le label Qualitel qui est attribué sur la conception d'une opération donnée, et Qualibat qui est un label attribué sur les capacités d'exécution d'une entreprise de construction. Ce sont essentiellement les maîtres d'ouvrages, aidés des contrôleurs technique, qui se chargent de tenter de concilier les deux démarches¹². Ce conflit entre la FNB et les promoteurs du label Qualitel, un conflit basé sur la ligne de partage conception / exécution, rejoint, à notre avis, un autre conflit, basé sur la ligne de partage conception-exécution (bâtiments)/fabrication-fourniture (matériaux de construction).

Nous avons déjà évoqué ce dernier conflit, avec les EPERS et les pressions d'une extension de la responsabilité décennale à l'ensemble des fournisseurs de matériaux et composants. Ces derniers refusent de s'engager au motif que la maîtrise de la date et des conditions de mise en œuvre de ce qu'ils fournissent leur échappe. Ceci peut être relié, en quelque sorte, au conflit entre bureaux de contrôle et fabricants sur les modalités de contrôle du béton prêt à l'emploi (à l'usine / sur le chantier), ou au conflit opposant entreprises utilisatrices et fournisseurs sur le problème des ajouts d'eau dans le béton prêt à l'emploi, que l'on verra plus loin.

On retrouve aussi ce conflit conception-exécution / fabrication-fourniture dans une autre démarche qualité, celle de la normalisation / certification des matériaux et composants. Il est tout particulièrement perceptible dans la normalisation du béton. En effet, seul le béton produit en usine fait, pour l'heure, l'objet d'une norme (P 18-305), norme nationale. Or une norme européenne est en cours d'installation, dont le champ d'application couvre théoriquement l'ensemble du béton, qu'il soit produit en usine ou sur chantier. D'après un expert, NORMABÉTON, cette vision globalisatrice a suscité une levée de bouclier chez les entreprises de construction utilisant des centrales de chantier, au motif qu'une entre-

¹⁰ Les maîtres d'ouvrages, s'ils vendent l'immeuble qu'ils ont fait construire, et les promoteurs, au sens du code civil (art. 1831), sont soumis à la responsabilité décennale. Ces cas, très particuliers, n'affectent pas la présente analyse.

¹¹ Exception faite des promoteurs-constructeurs (FNPC) et des constructeurs de maisons (UNCMI), à savoir des entrepreneurs qui commercialisent ce qu'ils construisent, voire contrôlent la conception (maisons individuelles).

¹² Soulignons que l'émergence du label Qualibat est surtout liée aux exigences de la maîtrise d'ouvrage publique.

prise de construction ne peut engager sa responsabilité que sur l'ouvrage et non sur les matériaux.

En somme, la démarche qualité pour la construction de logements est aujourd'hui scindée en trois : label Qualitel pour la conception, label Qualibat et certification ISO pour l'exécution, normalisation et certification pour les fournitures (ISO, AFNOR...) ¹³. Elle ne fait que refléter la discontinuité de ce processus de production. C'est généralement le maître d'ouvrage qui tente de fédérer le mieux possible les trois démarches, tout au moins dans le logement social, avec des exigences au niveau de la conception (dont Qualitel), des exigences au niveau de l'exécution (dont Qualibat), et des exigences relatives aux matériaux et composants de construction (spécification de marques). Maître d'ouvrage qui est ainsi susceptible de jouer un rôle central en matière de choix technique.

On verra pourtant que le maître d'ouvrage n'assume pas ses choix techniques, et en ce sens refuse toute responsabilité sur l'ouvrage ; sans être seul à paraître contradictoire. Les constructeurs acceptent de s'engager sur l'ouvrage mais pas sur les produits dont il est fait. Les fabricants acceptent de s'engager sur les produits constitutifs de l'ouvrage mais pas sur l'ouvrage. Seul l'architecte s'engage à la fois sur la conception de l'ouvrage et l'ouvrage en lui-même. Avant 1978 il était d'ailleurs seul responsable de l'ouvrage. Son rôle en matière de choix technique apparaîtra alors plutôt effacé au regard de sa responsabilité sur l'ouvrage.

Nous avons, avec l'obligation d'assurance responsabilité, réunit entreprises et architectes, soumis à une logique de chantier, par opposition au maître d'ouvrage et aux fournisseurs. En effet, l'engagement de responsabilité se fait sur ce qui est censé varier le plus d'un ouvrage à l'autre : conception et exécution. Par « logique de chantier » nous posons qu'il est délicat de mettre en valeur une constance en termes d'équipes de conception ou d'exécution d'un chantier à l'autre. En revanche, on peut mettre en valeur deux constantes d'un chantier à l'autre : le maître d'ouvrage et les matériaux. Cette opposition d'acteurs et de logiques constitue le fondement de notre analyse des pratiques de choix techniques.

PROTOTYPE / SÉRIE, SOUPLESSE / RIGIDITÉ : UNE TRAME DE LECTURE AU PRÉSENT ET AU PASSÉ ?

RÉDUIRE L'INCERTITUDE : SOUMETTRE UNE INDUSTRIE DE PROTOTYPE À UNE LOGIQUE DE SÉRIE

Dans [Theile 1994] nous avons bâti deux hypothèses pour guider l'analyse : la première sur les logiques d'acteurs ; la seconde sur le rapport entre les caractéristiques des produits et les logiques d'acteurs. Chacune des hypothèses repose sur la définition de pôles opposés : logique de prototype / logique de série pour la première ; souplesse / rigidité pour la seconde. L'analyse devait reposer sur la façon dont ces oppositions devaient être relativisées.

¹³Cette analyse doit être modulée pour le second œuvre. Ainsi, pour le label Promotelec qui porte sur la conception d'installations électriques, il n'y a pas scission conception / exécution, la conception de l'installation électrique étant souvent effectuée par l'installateur. Nous n'avons pas saisi toutes les subtilités de l'assurance qualité dans le Bâtiment. De façon générale on a la norme (y compris la réglementation construction) d'un côté, et la certification de l'autre, cette dernière consistant à garantir que la norme est appliquée voire dépassée. La certification tend à s'appuyer sur un organisme certificateur, qui entretient un vivier de conseils et institutions chargés d'auditer les candidats à la certification. Il y a donc un intéressement financier des certificateurs, d'où, nous semble-t-il, une relative concurrence entre systèmes de certification. L'expansion de l'AFNOR (marque NF) paraît ainsi procéder plus de l'expansion commerciale que d'une démarche fédératrice. Par ailleurs, les origines et les objectifs des systèmes de certification ne sont pas les mêmes. Par exemple, Qualitel a été créé par le ministère du Logement, alors qu'à l'origine de Promotelec on trouve EDF-GDF et sa politique de promotion de l'électricité. La certification du béton a pour origine la FIB, aujourd'hui seule association corporatiste habilitée à certifier. Ce qui est à lier au fait que cimentiers et fabricants de composants en béton se sont très tôt et continuellement engagés dans la promotion de leurs produits.

Nous avons bâti notre première hypothèse sur le postulat suivant : 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 que cristallise le chantier, et les logiques des fournisseurs en matériaux. Dans la logique de chantier on tendrait à exiger, chaque bâtiment étant perçu comme unique, des matériaux peut-être pas uniques, mais en tous cas spécifiques. C'est ce que nous entendons par logique de prototype. La logique industrielle renvoie surtout à la logique des producteurs de matériaux et matériels : volonté de banalisation maximale des produits. C'est ce que nous entendons par logique de série. Nous cherchons alors à cerner dans quelle mesure il y a formulation, ou pas, d'une demande d'adaptation des matériaux, composants et matériels de la part des acteurs du chantier, et dans quelle mesure il y a une offre qui y répond, formulée soit par les fabricants et acteurs de la distribution, soit par les acteurs du chantier eux-mêmes.

La seconde hypothèse porte sur le fait que cette demande d'adaptation va être conditionnée par certaines caractéristiques des matériaux et matériels, c'est-à-dire leurs propriétés physiques à s'adapter facilement (souplesse) ou non (rigidité) aux caractéristiques propres à chaque chantier. Ces caractéristiques vont aussi conditionner la réponse à la demande d'adaptation, un industriel pouvant compenser la rigidité d'usage de ses produits par la souplesse de son offre. Cette hypothèse a notamment présidé à la détermination des matériaux objet des logiques d'acteurs que nous avons étudiées : béton frais, béton dur, acier.

Nos deux hypothèses ne sont que le support d'une trame d'observation et d'interprétation des comportements d'acteurs. C'est de leur pondération que nous paraît résulter l'avancée dans l'analyse : dans quelle mesure n'aurait-on pas du côté des acteurs du chantier une logique "transversale" au chantier, et une logique plus proche du produit singulier que du produit banalisé du côté des industriels ? De la façon dont se fait cette rencontre entre industrie et chantier, nous paraît dépendre de quels côtés on trouve des rigidités et des souplesses : dans l'usage des matériaux, dans la formulation d'exigences, dans la réponse aux exigences...

Pour ce qui est de la pondération de la première hypothèse, il ne faut pas opposer systématiquement une logique de prototype, assimilable au chantier et à ses acteurs directs, à une logique de série, assimilable aux fournisseurs de matériaux, composants et matériels. En effet, la réalisation successive de prototypes induit un processus d'expérimentation / capitalisation / réaction amenant la logique de prototype à rencontrer la logique de série [Theile 1994]. Toutefois le maître d'ouvrage nous paraît plus proche de la logique de série que l'architecte ou l'entreprise en charge du gros œuvre.

La pondération de la deuxième hypothèse, revient à ne pas opposer systématiquement le béton frais, a priori assimilable à la souplesse, au béton dur et à l'acier, a priori assimilables à la rigidité. Par exemple, si le béton permet une plus grande liberté d'expression architectonique que la maçonnerie classique, ceci n'est vrai qu'avec des coffrages en bois : le coffrage-outil nécessite une coordination modulaire plus importante que la maçonnerie classique. De même, les éléments de façades coulés en place présentent une rigidité plus importante que les éléments préfabriqués en usine, au sens où en cas d'imperfection ces derniers peuvent être refusés par le maître d'œuvre, ce qui est beaucoup plus délicat pour les premiers. La rigidité n'est pas forcément du côté de l'usine et la souplesse du côté du chantier, tant pour les caractéristiques des produits que pour les comportements d'acteurs.

Malgré les pondérations à introduire, nous posons, au titre de la première hypothèse, que le Bâtiment est une industrie de prototype ; tout au moins pour ce qui est du logement collectif. La preuve en est la pratique du logement témoin dans la construction d'immeubles de logements, pourtant techniquement peu complexes. Systématique, à en croire le contrôleur technique CONTRALSTEC, elle ne résulte pourtant pas d'une obligation légale. Elle découlerait plutôt des moeurs des maîtres d'ouvrage, bien que passée dans les moeurs des architectes, et représente un test grandeur nature, qui notamment permet à l'architecte d'arrêter ses choix sur les finitions, aux entreprises d'anticiper d'éventuels problèmes d'exécution, au bureau de contrôle de mieux vérifier la conformité thermique et acoustique.

Le logement témoin peut s'interpréter comme volonté de la maîtrise d'ouvrage de réduire l'incertitude liée à la logique de prototype¹⁴. Ne considérer que la cellule de logement permet de s'abstraire de la plupart des caractéristiques qui font d'un bâtiment un produit unique (site, sol, architecture...). Avec le logement témoin le maître d'ouvrage tente d'échapper à la singularité de chaque chantier, passe de l'expérimentation à un processus de capitalisation / réaction, en établissant une logique transversale à chaque chantier, avec un même objet de comparaison. On entrevoit la série car la capitalisation induit une relative banalisation (exigence pour un même matériau/composant donnant satisfaction d'une opération à l'autre).

De même, Qualitel et Qualibat, et plus généralement la certification, induisent une réduction de l'incertitude liée à la logique de prototype. Plus exactement, l'exigence de certification par la maîtrise d'ouvrage relevant du code des marchés publics peut s'interpréter comme une volonté de réduire cette incertitude. Toutefois il n'existe pas de certification du produit final, à savoir le bâtiment fini : le label Qualitel est délivré sur une opération à venir ; le label Qualibat est délivré sur des compétences et une façon d'organiser le travail, en quelque sorte sur des opérations passées. Qualitel, et surtout Qualibat, s'appuient certes sur une capitalisation d'expériences de chantier. Mais ce n'est pas une capitalisation systématique, avec accumulation et réutilisation des informations d'un chantier à l'autre. En d'autres termes, la certification n'induit pas par elle-même une vision transversale aux chantiers, vision qui ne paraît exister qu'au niveau de la pratique du maître d'ouvrage.

Nous avons identifié deux constantes de chantier : le maître d'ouvrage et les matériaux. Les matériaux constituant un bâtiment relèvent soit du gros œuvre, soit du second œuvre. Cette distinction devient de nos jours délicate, certains éléments du gros œuvre passant en second œuvre (cloisons, façades...). Toutefois il y a des matériaux qui varient peu ou pas d'un chantier à l'autre, principalement des matériaux de gros œuvre, surtout dans le contexte du voile banché. En revanche, la variation de matériaux de second œuvre est beaucoup plus importante d'un chantier à l'autre, en particulier pour ceux qui ont une fonction décorative. On peut poser que la tendance des maîtres d'ouvrages est de limiter cette variation des matériaux d'un chantier à l'autre et que leur implication dans les choix techniques est fonction de la variabilité des matériaux d'un chantier à l'autre. En effet, les maîtres d'ouvrages sont relativement peu impliqués dans les choix techniques de gros œuvre contrairement aux choix techniques de second œuvre. Et même en gros œuvre, la faible implication des maîtres d'ouvrage tend à induire une banalisation qui tend à favoriser le tout banché (réticences au parpaing, à la pré-dalle...).

Pourquoi établir une lecture transversale aux chantiers en termes de maîtrise d'ouvrage et de matériaux et non pas en termes de maîtrise d'œuvre ou d'entreprises d'exécution ? Il nous paraît peu aisé d'établir une constance pour la maîtrise d'œuvre : les équipes changent d'un chantier à l'autre, et l'architecte ne réalise généralement pas deux fois le même projet. Quant aux entreprises, les équipes changent d'un chantier à l'autre, voire en cours de chantier. Et surtout, un bâtiment n'est que rarement la transcription intégrale du projet. Les entreprises d'exécution, surtout en gros œuvre, effectuent un travail d'adaptation, fonction notamment de contraintes de moyens, de site et de sol. Ce travail est certes réalisé lors de la consultation d'entreprise. Mais il est approximatif, et est même souvent partiellement remis en cause : ce travail d'adaptation ne s'effectue véritablement qu'en cours de chantier.

Bien sûr, les entreprises peuvent capitaliser d'un chantier à l'autre, notamment en termes d'organisation du travail. Mais la mise en place de routines de travail se fait sous contrainte de la logique de prototype déjà décrite. Logique de prototype non seulement du

¹⁴Il pourrait s'agir là d'une spécificité française. En effet, nous avons par exemple noté qu'au Brésil la pratique du logement témoin n'est liée qu'à l'accession à la propriété, utilisé pour vendre des logements alors que les travaux sont en cours, voire n'ont pas démarré. Au Brésil la construction d'immeubles à usage locatif est peu développée au regard de la France. Si la pratique du logement témoin est, en France, en vigueur jusque dans le locatif, ne serait-ce pas aussi pour compenser le fait que l'on y effectue peu d'études préalables aux travaux, face au "modèle anglo-saxon" ?

fait que l'ouvrage résulte d'un travail d'adaptation du projet, mais aussi parce que, à contraintes d'architecture, de délais, de site et de sol identiques, l'entreprise ne retient pas nécessairement les mêmes choix constructifs ; ceux-ci dépendent aussi de ses disponibilités en hommes et en matériel, c'est-à-dire du nombre total de chantiers en cours et de leur état d'avancement.

Par ailleurs, notons que le rapport à la créativité varie en fonction de l'acteur au sein de la maîtrise d'œuvre. En caricaturant, si l'on admet que l'architecte est un artiste, le rôle des ingénieurs, des économistes, et plus généralement de l'assistance à la conception, serait de le ramener à la réalité technique et économique. D'une certaine façon, le travail de l'assistance à la conception est de rapprocher le plus possible le projet de ce que sera le bâtiment définitif. Parfois, l'assistance à la conception peut même se charger des plans d'exécution (missions M1). Missions M1, auxquelles sont hostiles les entreprises d'exécution, acteurs d'exécution et acteurs de conception n'ayant pas les mêmes logiques de travail. En tous cas, au sein de la maîtrise d'œuvre, l'assistance à la conception paraît relever d'une logique de série.

On a donc un classement des acteurs des choix techniques, selon une logique de série ou une logique de prototype. À la première nous rattachons fournisseurs et maîtres d'ouvrage. À la seconde nous rattachons architectes et entreprises d'exécution. Mais la place des acteurs "assistants" (BET et contrôleurs) pose problème. En effet, notre classement s'appuie sur l'idée de banalisation maximale qui sous-tend la logique de série : bureaux d'études et de contrôle se retrouvent aux côtés des fournisseurs et maîtres d'ouvrages, car paraissant pousser bien plus à la banalisation qu'architectes et entreprises de construction.

On peut alors tenter un éclaircissement à l'aide de la notion de "logique transversale" qui sous-tend aussi la logique de série. Bien que pour des raisons différentes, fournisseurs et maîtres d'ouvrage raisonnent de façon transversale : par catégories de chantier pour les premiers ; par catégories de bâtiments au sein d'un patrimoine, pour les seconds. Tous deux relient volonté de banalisation et logique transversale : chez les maîtres d'ouvrage la logique transversale induit banalisation, alors que c'est l'inverse chez les fournisseurs¹⁵. Relation que l'on ne retrouve pas chez les architectes et les entreprises d'exécution. Et qui paraît difficile à mettre en évidence pour les acteurs "assistants" (ingénierie d'études et de contrôle).

Ceci dit, dans une équipe la logique dominante est plutôt celle de l'acteur principal. Ainsi l'ingénierie de contrôle est liée à la maîtrise d'ouvrage, et donc relève d'une logique de série. L'ingénierie de conception, liée à l'architecte, relève de la logique de prototype ; tout comme l'ingénierie de réalisation, liée à l'entreprise de gros œuvre. Toutefois les compétences d'ingénierie s'appuient sur des principes, calculs, règles, normes, lois, et capitalisations d'expériences, susceptibles d'induire une relation transversalité/banalisation. Il faudra donc vérifier dans quelle mesure les logiques propres aux acteurs "assistants" conduisent, ou pas, à infléchir les logiques des acteurs principaux.

Il n'est pas superflu de rappeler qu'une identification précise des pratiques d'acteurs, quant aux choix des partis techniques, passe par une pondération de nos hypothèses. Nous l'avons montré pour l'opposition prototype / série. Mais c'est vrai aussi pour l'opposition rigidité / souplesse. Ainsi, on peut poser que les banches, pourtant associées au béton frais, souple par définition, induisent une rigidité. Cette rigidité induit une logique de série sur le chantier qu'assimilent les architectes. En revanche, on verra que la préfabrication en usine peut exiger une grande souplesse de production. Bien plus, il arrive que les éléments de série, y compris en acier, affichent des écarts de tolérances effectifs plus importants que les écarts théoriques. Le produit singulier ne se trouve donc

¹⁵L'évidence de la relation banalisation/transversalité doit être quelque peu modulée quant aux fournisseurs. Par exemple, dans les expérimentations logistiques les fournisseurs sont amenés, plutôt à la demande des entreprises, à relativement intégrer la spécificité de chaque chantier par une organisation des livraisons prenant en compte l'organisation du chantier. À l'inverse, on peut sans doute mettre en évidence une relation transversalité / banalisation chez les entreprises d'exécution second œuvre. En effet, dans le second œuvre on a plus tendance que dans le gros œuvre, au niveau de l'encadrement et même des ouvriers, à travailler sur plusieurs chantiers à la fois.

pas toujours du côté du chantier, et la faculté d'adaptation sur ce dernier ne permet pas toujours de remédier à ces problèmes de tolérances.

Ceci étant, notre assertion de fond est que le jeu des acteurs impliqués dans les choix des partis techniques de gros œuvre se structure autour de la relation entre : d'une part, la logique de série, et la relative rigidité qui la sous-tend ; d'autre part, la logique de prototype, et la relative souplesse qui la sous-tend. La question qui se pose alors est : quelle est la logique qui domine ? Est-on en présence d'une logique de série contrariée ou d'une logique de prototype contrariée ? Nous avons présenté la maîtrise d'ouvrage et l'entreprise de gros œuvre comme les deux acteurs majeurs dans les choix techniques. Toutefois, nous posons, *a priori*, que le Bâtiment est une industrie à logique de prototype contrariée. Ainsi, le maître d'ouvrage tendrait davantage à tempérer la logique de prototype au niveau de la conception et de l'exécution, que ne tendraient les entreprises de gros œuvre à tempérer la logique délogée au niveau de la conception (où domine la maîtrise d'ouvrage).

DIFFICULTÉS D'UNE RELECTURE DU PASSÉ À PARTIR DU PRÉSENT

Notre préambule sémantique souligne l'utilité des références aux contextes sociotechniques antérieurs à celui que nous analysons. Bien plus, dérouler le fil de l'histoire de la diffusion du béton armé, sur la base des travaux déjà menés sur la question, nous paraît nécessaire pour éclairer la situation socio-technique actuelle. En effet, tenter de comprendre le parcours de l'innovation devenue l'actuelle technique dominante, par un repérage des acteurs ayant autorisé et supporté ce cheminement, autorise une prise de recul sur cette domination, sur les jeux et configurations actuels d'acteurs, sur les blocages et évolutions techniques possibles.

Nonobstant, les outils prototype/série, souplesse/rigidité n'émergent pas de la réflexion sur la trajectoire de diffusion du voile banché. Ce qui ne facilite pas la lecture, la partie historique semblant déconnectée de l'analyse du jeu d'acteur. En fait ces outils sont pertinents pour analyser différents contextes socio-techniques passés, présents ou à venir. Mais notre propos n'est pas d'analyser dans le détail des contextes socio-techniques successifs ainsi que leurs configurations d'acteurs. Il est plutôt de montrer le développement d'une innovation jusqu'à un moment socio-technique donné, sur lequel nous nous arrêtons pour mettre en valeur les relations d'acteurs au regard de l'implication dans les choix techniques de gros œuvre.

Il est ainsi possible de pratiquer une analyse historique socio-technique en termes de prototype / série. En effet, de nombreuses innovations dans les techniques constructives conduisent à déplacer une partie du processus productif entre le chantier et l'atelier (hors chantier), et font passer d'une logique de singularité à une logique de transversalité. Ces déplacements ne se produisent pas nécessairement du chantier vers l'atelier.

Dans le cas du béton de ciment, on verra que l'apparition du béton aggloméré prend appui sur la technologie du pisé. Or le passage du pisé banché au béton aggloméré (banché), revient, du point de vue gros œuvre, à passer d'un processus où le chantier est le lieu exclusif de production à un processus où la production se partage entre le chantier (lieu principal) et l'atelier (pour ce qui est du liant). Par la suite, avec le béton armé le chantier reste longtemps le lieu principal de production, les éléments de béton étant généralement coulés en place dans des coffrages. Avec la préfabrication lourde le béton est à nouveau le moyen d'un transfert du chantier vers l'atelier, l'atelier devenant dans certains cas lieu principal de production. C'est finalement le voile banché qui s'impose, et le chantier comme lieu principal de production, avec cette différence qu'une transversalité s'impose au travers du coffrage-outil, et que la production du béton se déplace vers l'atelier avec l'essor du béton prêt à l'emploi.

En revanche, une analyse en termes de souplesse / rigidité n'est pas pertinente pour toutes les étapes de la diffusion du béton de ciment. Tout au moins si l'on en reste à l'opposition béton frais/béton sec. En effet, cette opposition apparaît comme peu effective pour analyser la diffusion du béton et du béton armé dans le résidentiel collectif pratiquement jusqu'à la seconde guerre mondiale. En revanche, elle devient fort utile avec l'épisode de la préfabrication lourde où un débat béton frais / béton sec émerge ;

débat qui penche en faveur des technologies du béton frais qui prennent le pas sur les technologies du béton sec.

Mais le contexte actuel ne peut plus vraiment s'analyser en termes d'opposition sec/frais si l'on en reste au béton. Par contre il peut s'analyser en termes de liant sec/liant frais, termes qui ne peuvent toutefois qu'être partiellement mis en opposition : en effet, le plâtre (sec) ne s'oppose au béton (frais) que pour ce qui est de la construction "à sec". Pour le reste l'emploi de cloisons sèches (à haute teneur en plâtre) et de voiles banchés de béton armé est complémentaire, dans des proportions variables selon les opérations.

Dès lors analyser la période antérieure à la seconde guerre mondiale en termes de souplesse / rigidité devient possible. Période où, en résidentiel collectif, le béton armé se diffuse dans les murs sous la forme de poteaux. Il n'y a pas opposition sec/frais, car le frais (béton) s'adapte au sec (pierre, brique). Sec relatif puisque une grosse quantité de mortier doit être employée, du moins pour la brique pleine. En revanche la maçonnerie paraît souple par son adaptabilité à chaque chantier, mais rigide par sa masse. Massivité des murs que le poteau permet de réduire (souplesse). En revanche, dans la période qui suit, lorsque apparaît le coffrage-outil, la rigidité de l'outil confère de la rigidité à la maçonnerie (contraintes de conception) en dépit de la souplesse du voile. Ce n'est que par l'apologie de la préfabrication lourde (coulage en usine), en fait maximisation de la rigidité qui sous-tend le banchage, qu'apparaît la souplesse de la maçonnerie à base de voile de béton armé coulé en place, dorénavant privilégiée.

Relations prototype/série, transferts chantier/atelier et souplesse/rigidité peuvent accompagner l'apparition de nouveaux métiers et le déclin d'autres métiers, et modifier les relations entre enseignement et technique. Mais les questions de disponibilité de la main d'œuvre et de sa formation nous paraissent occuper une place plutôt secondaire, au regard de notre objectif : comprendre comment le voile banché a pu s'imposer dans la construction du résidentiel collectif en France. Néanmoins il s'agit moins de mettre en valeur et classer par importance tous les paramètres explicatifs du succès du voile de béton banché, que de souligner que l'hégémonie de ce voile n'est qu'un moment dans l'histoire du béton banché en France. Moment qui porte en soi les germes du prochain contexte socio-technique, si tant est que l'on puisse toujours distinguer des contextes très différenciés. Prochain contexte où le voile banché de béton armé ne dominera pas de la même façon, voire ne dominera plus.

Deux catégories d'acteurs ont joué un rôle essentiel dans la diffusion du béton armé : les ingénieurs et les architectes. La transition à notre Troisième Partie paraît alors peu aisée, étant donné que nous présentons les architectes et les bureaux d'ingénierie comme des acteurs plutôt effacés en ce qui concerne les choix techniques de gros œuvre aujourd'hui en France dans les logements collectifs. À vrai dire, il y a loin de "l'ingénieur-entrepreneur" inventant un procédé et le licenciant, ou achetant une licence pour l'exploiter en créant une entreprise de maçonnerie béton armé, aux bureaux d'ingénierie actuels. De même, il y a loin des "architectes-entrepreneurs" qui ont pu voir naître le béton armé, qui cumulaient les fonctions (maîtrise d'ouvrage, conception et exécution), aux architectes d'aujourd'hui.

Là encore, nous cherchons non pas à montrer comment on passe d'un système d'acteurs à un autre en matière d'implications dans les choix techniques, mais à laisser bien clair que le système d'acteurs que nous décrivons est relativement récent. La mise en place de ce système d'acteurs remonte aux années 1970, avec deux dates clefs : 1973 et la réforme de la conception pour le compte de la maîtrise d'ouvrage publique ; 1978 et la Loi Spinetta. Années 1970 qui vont voir la technologie du voile de béton armé coulé dans des coffrages-outils prendre le pas sur les autres techniques de gros œuvre dans le résidentiel collectif.

CONCLUSION

De façon didactique notre recherche s'apparente à une arrivée dans un théâtre en cours de représentation, et dont on ne connaît rien de la pièce qui se joue. Avant de parvenir à comprendre le scénario, on tente d'identifier les acteurs et leur rôle, puis on s'intéresse

au décor. Notre première partie traite des acteurs, la seconde du décor, la troisième du scénario.

La présente partie a permis d'identifier et hiérarchiser les acteurs des pratiques actuelles de choix techniques. En menant une identification d'ensemble en deux temps. D'abord, en cernant la place de l'ingénierie non intégrée, à fonction d'assistance (de conception, de réalisation, de contrôle). Ensuite, en examinant les implications, en termes de jeu d'acteurs, du système de démarche qualité que représentent l'assurance construction et la labélisation / certification, que nous avons confrontées à notre propre représentation de la scène des choix techniques. Le maître d'ouvrage émerge alors comme un réducteur d'écarts et de variations.

Nous avons alors procédé à une hiérarchisation des acteurs de la scène des choix techniques, à l'aide des outils prototype/série et souplesse/rigidité ; distinguant ainsi acteurs principaux (maîtres d'ouvrage, architectes, entreprises d'exécution) et acteurs secondaires (ingénierie). Le maître d'ouvrage obtient le premier rôle et l'entreprise de gros œuvre le second rôle. S'engage alors une dialectique où le maître d'ouvrage tempère la logique de prototype (et la souplesse qui la sous-tend) de l'entreprise, où l'entreprise tempère la logique de série (et la rigidité qui la sous-tend) du maître d'ouvrage, mais où finit par s'imposer ce dernier.

Les acteurs et leur jeu étant cernés, il faut identifier le décor. Décor entr'aperçu dans le préambule sémantique par l'opposition entre structures ponctuelles et structures linéaires. Ces dernières s'imposent en matière de choix techniques : le décor est l'hégémonie du voile dans le résidentiel collectif. Mais il est essentiel de comprendre que cette domination est récente. Autrement dit, ce décor et ce jeu d'acteurs ne constituent qu'un des actes d'une pièce qui en compte beaucoup. Nous ne suivrons donc qu'un des fils de l'intrigue menant à l'acte où nous avons pris la pièce en cours : la trajectoire de diffusion du voile banché dans le logement.

INTRODUCTION

L'analyse des pratiques actuelles de choix techniques en matière de gros œuvre s'effectue dans un contexte technique particulier : la fréquence élevée du recours au voile banché de béton armé pour le résidentiel collectif. Or ce contexte technique actuel résulte, du point de vue histoire des techniques, d'enchaînements successifs et progressifs de contextes avec l'émergence du voile banché de béton armé pour trame de fond, et l'apparition du béton aggloméré comme ligne de départ.

À notre sens, il faut maîtriser trois dimensions pour comprendre la diffusion d'une innovation : le parcours technique ; la promotion commerciale ; les facteurs contextuels. Nous avons structuré l'examen de l'émergence du voile banché de béton armé dans cet ordre. Ainsi, dans un premier temps on examinera le lent cheminement qui mène du béton aggloméré à l'hégémonie du voile banché dans le résidentiel collectif. Ensuite, on s'intéressera au rôle de promotion du béton armé tenu par les ingénieurs, plus tard relayés par les architectes. Enfin, on examinera quelques facteurs contextuels ayant favorisé l'essor du béton armé : le rapport entre les évolutions respectives de l'emploi de l'acier et de celui du béton dans les bâtiments ; l'éventuelle incidence des Travaux Publics sur les méthodes, la main d'œuvre et l'outillage du Bâtiment dans le rapport avec l'essor du béton armé.

LA LENTE ÉMERGENCE DU VOILE BANCHÉ DE BÉTON ARMÉ

DU BÉTON AGGLOMÉRÉ AU POTEAU DE BÉTON ARMÉ

Il nous paraît vain de vouloir trouver la date, l'heure et le lieu précis où fut coulé le premier voile en béton coulé en place tel que nous le connaissons aujourd'hui. L'histoire officielle a privilégié la figure de l'inventeur accouchant d'une invention, Lambot pour le béton armé. Cette vision est désormais contestée, ce que soulignait l'exposition « l'art de l'ingénieur »¹⁶. Ce n'est donc pas un moment et un inventeur qu'il faut rechercher, mais des moments et des inventeurs, des pistes parallèles explorées en même temps, sans objectifs clairs voire par hasard ; bref, un climat sans lequel on ne pourrait comprendre l'émergence du béton armé.



← Période 1945-1955 : résidentiel de standing à structure poteau-poutre (Paris)



→ Portugal : structure poteau-poutre en résidentiel individuel

¹⁶ « L'art de l'ingénieur, constructeur, entrepreneur, inventeur », exposition au Centre Georges Pompidou à Paris qui s'est tenue du 25 juin au 29 septembre 1997, et était répartie sur quatre espaces dont un consacré au béton.

Du béton au béton de ciment armé

- 1170** : « *de fort betun et ciment* » première mention littéraire du terme béton par Bernard de Sainte Maure
- 1756** : début des expériences sur le ciment artificiel de l'ingénieur anglais Joseph Smeaton, qui aboutissent à la reconstruction du phare d'Eddystone en 1774 avec un noyau en béton de ciment enchassé dans la pierre.
- 1796** : démarrage de la production industrielle de ciment naturel par Parker en Angleterre
- 1813-1827** : en France, les recherches de Louis Vicat permettent de maîtriser la fabrication du ciment artificiel
- 1821** : démarrage de l'exploitation industrielle des recherches de Vicat par Maurice de Saint-Léger à Paris
- 1824** : Aspdin fait breveter en Angleterre un procédé de ciment artificiel sous le nom « Ciment de Portland »
- 1829** : méthode du Dr Fox pour des planchers en béton entre des poutres de fonte
- 1830** : démarrage de la production industrielle de ciment artificiel à Le Teil par Pavin de Lafarge
- 1832** : Lebrun construit une maison en béton de ciment aggloméré à Marsac, près d'Albi
- 1833** : construction d'un pont en maçonnerie armée (briques, fers, mortier) par l'ingénieur anglais Brunel
- 1837** : constructions en béton de l'ingénieur mécanicien américain William E. Ward
- 1845** : Fairbank réalise presque l'alliance fer-ciment en construisant une raffinerie à Manchester
- 1845** : à Miraval (Var) Lambot découvre le mortier de ciment armé en réalisant des étagères
- 1848** : Lambot réalise une barque en mortier de ciment armé
- 1847** : François Coignet construit à Lyon une maison en béton de chaux et cendres aggloméré
- 1849** : à Versailles Monnier découvre le mortier de ciment armé en réalisant des bacs à fleur
- 1852** : François Coignet construit à Saint-Denis une usine en béton de chaux et cendres aggloméré
- 1855-1864** : François Coignet préconise le renforcement des éléments en béton par des armatures en fer
- 1865** : William Boutland Wilkinson construit en Grande Bretagne la première maison en béton armé
- 1876** : William E. Ward achève dans l'État de New York la première maison en béton armé aux États-Unis
- 1877** : l'Américain Thaddeus Hyatt définit les principes du béton armé
- 1886** : l'Allemand Koenen démontre les principes du béton armé, écrivant ainsi la première théorie du béton armé
- 1890** : F. Hennebique construit à Bourg-la-Reine une maison en béton armé
- 1898** : F. Hennebique construit à Paris le premier immeuble en béton armé, pour y installer son siège social
- 1901-1904** : le béton devient objet architectural : projet de cité industrielle de Tony Garnier
- 1903** : le béton devient objet architectural : immeuble des frères Perret, rue Franklin à Paris
- 1904** : le béton devient objet architectural : Théâtre de Tulle en mortier de ciment armé par Anatole de Baudot
- 1905** : le béton devient objet architectural : garage de la rue de Ponthieu, à Paris, par les frères Perret
- 1906 -1909** : Thomas Edison met au point puis abandonne un procédé béton de ciment armé banché (coffrages en métal)
- 1910** : tentative d'introduction en Europe du procédé Edison par deux de ses collaborateurs, G. Small et H. Harms
- 1912-1913** : réalisation à Saint-Denis d'une « maison moulée » selon le procédé Edison

Adaptation de [Ragon pp. 250-251], complété et corrigé, et d'éléments repris de [Ache 1970] et [Guillaume].

Sans remonter jusqu'à l'Antiquité, et aux premiers emplois de fer dans les ciments, des entrepreneurs tentent dès 1820 des expérimentations métal-mortier [Guillaume p. 197]. Dans un registre moins conscient, l'emploi de tirants métalliques se développe au même moment, le métal se trouvant par ce biais associé au mortier. Et c'est en 1833 qu'est

répertorié le premier exemple de maçonnerie armée (briques, fers, mortier) avec le pont du britannique Brunel. [Ache 1970] considère qu'en 1845 Fairbank a presque réalisé l'alliance fer-ciment. Celle-ci est réalisée la même année par Lambot avec des étagères, la barque datant de 1848 ; il s'agit en fait du mortier de ciment armé. Mortier de ciment armé découvert deux fois, puisque Monier, qui construit dans ce matériau un bac à fleur en 1849, n'aurait pas eu connaissance de Lambot. Lambot ne prend un brevet qu'en 1856 et Monier en 1867.

Avec le mortier de ciment armé, plus connu comme « ciment armé » le fer est employé pour modifier le comportement mécanique du mortier, et en cela Lambot et Monier créent un nouveau matériau, qui annonce le béton armé. Toutefois le passage du mortier de ciment armé au béton de ciment armé n'est pas clair, et ce pour plusieurs raisons.

D'abord parce que, à part les dimensions des armatures, la différence entre mortier de ciment armé et béton de ciment armé se situe au niveau des granulats : sable seulement pour le mortier, sable et gravillon pour le béton. Ce qui induit souvent confusion entre les deux matériaux. Ainsi, [Ache 1970] parle de différentes réalisations de Monier entre 1865 et 1878 comme de « béton armé », mais il ne s'agissait peut-être que de mortier de ciment armé.

Ensuite, parce que les expériences sont empiriques et concomitantes : l'alliage fer-ciment ne se fait pas toujours dans l'objectif de modifier la mécanique du béton ou du mortier ; les initiatives sont nombreuses et parallèles et s'ignorent souvent. [Ache 1970] a donc raison de ne pas considérer l'usine Coignet de 1852, en béton aggloméré et poutrelles métalliques pour les planchers, comme le premier bâtiment en béton armé, contrairement à [Guillerme]. Même si F. Coignet préconise l'emploi d'armatures métalliques dans son béton aggloméré, notamment dans son livre de 1861. En effet, bien que F. Coignet dépose une cascade de brevets entre 1855 et 1861, traitant même du dosage en eau et du pilonnage du mortier, il s'en abstient pour l'emploi d'armatures métalliques avec le béton aggloméré : le centre d'intérêt de F. Coignet est le béton aggloméré et non l'association béton-métal [Simonnet].

Enfin, parce que les mélanges liants-granulats employés pour les bétons et mortiers sont très divers. Nous ne connaissons pas la composition des premiers mortiers de ciment armé de Lambot et Monier. Par contre, Lebrun emploie de la chaux : avec des cendres, de la terre et du gravier en 1829 [Marrey et al.] ; du sable, du gravier et des débris de briques en 1832 [Guillerme]. Pour son béton aggloméré F. Coignet emploie de la chaux, des cendres, des scories, du gravier, de la terre cuite, et du mâchefer en 1847 à Lyon ; mâchefer qu'il remplace par du sable en 1852 à Saint-Denis [Ache 1970 ; Sablocrete]. Mais sur la base des documents consultés nous ne sommes pas sûrs de la nature de la chaux employée. Ces documents ne permettent pas non plus de déterminer si la chaux initialement produite par Pavin de Lafarge est bien de la chaux hydraulique artificielle, que l'on appellera plus tard ciment artificiel. [Guillerme] souligne la confusion dans l'emploi des termes relatifs au ciment à l'époque.

Toujours est-il que selon l'exposition « l'art de l'ingénieur », montrant un fragment d'une construction réalisée par William Aspin's (Portland Hall à Gravesend), vers 1850 le béton de ciment armé est déjà utilisé. La chronologie de [Ragon] fait remonter la première maison en béton armé à 1865, en Grande-Bretagne. Et en 1886 Koenen explicite le comportement mécanique du béton armé, en démontrant la résistance du fer à la traction et celle du béton de ciment à la compression. Le premier immeuble en béton armé officiellement répertorié date de 1898 : le siège social de l'entreprise Hennebique. Bref, du point de vue compréhension du comportement mécanique, l'invention du béton de ciment armé se fait sur 70 ans. C'est dans ce contexte qu'apparaît le voile de béton de ciment armé coulé en place.

Le premier emploi important connu de béton de ciment, en résidentiel, date de 1832 avec la maison que l'architecte Lebrun construit à Marsac. C'est aussi le premier emploi connu du voile de béton. Cet emploi du béton est dérivé de la technique du pisé banché : le béton, jeté plutôt que coulé dans des banches en bois, est pilonné. Le pisé banché est d'ailleurs une technique courante dans le Lyonnais et le Dauphiné où l'industriel F. Coignet réalise son premier bâtiment en béton banché (Lyon 1847). Il fonde une filiale

dans la banlieue de Paris (Saint-Denis), pour laquelle il fait construire en 1852 un bâtiment dans le même matériau. Il réalise alors en 1853 sa maison à Saint-Denis et une maison à Suresnes ; puis à nouveau une maison à Saint-Denis en 1855, et un pavillon dans le bois de Vincennes vers 1858.

L'importance de F. Coignet c'est qu'il s'attribue la paternité du béton banché pilonné en le faisant breveter et se lance dans son exploitation commerciale, sous l'appellation "béton aggloméré". Toutefois, F. Coignet construisit peu de bâtiments résidentiels en béton banché, puisque, après ses réalisations des années 1850, il ne s'illustrera plus que par un immeuble de six étages réalisé en 1867 rue de Miromesnil, à Paris. Certes, Joseph Tall, améliorera le procédé Coignet, notamment par des coffrages démontables et réutilisables, employés en 1867 pour la construction d'une cité ouvrière à Paris : l'opération de l'avenue Daumesnil est peut-être le plus ancien exemple d'emploi du voile banché dans le logement social. Mais si le procédé Tall fait succès en Grande-Bretagne, ce n'est pas le cas en France [Ache 1970].

L'américain Thomas Edison reprend en 1906 l'idée de mouler le béton dans des coffrages démontables et réutilisables pour construire du résidentiel, en l'occurrence des maisons pour ouvriers. Cette fois il s'agit bien de couler du béton, et Edison pousse l'idée jusqu'à réaliser armoires, tuyaux et baignoires en béton. Un prototype est réalisé, puis plusieurs maisons en 1909 à Phillipsburg, avec des coffrages métalliques. Cependant Edison décida d'abandonner ce procédé. Deux de ses collaborateurs, G. Small et H. Harms, en poursuivirent l'exploitation, tentant en 1910 une introduction en Europe : Hollande, Belgique et France.

En 1912, démarrait à Saint-Denis le coulage de ce qui serait le premier bâtiment résidentiel en voile banché de béton armé en France. Mais les efforts de Small et Harms s'avèrent vains, ce qui suscitait le suivant commentaire à l'exposition « l'art de l'ingénieur » : « *au lendemain de la guerre, la Société Française des Constructions et Maisons Moulées passera ainsi à côté de la Reconstruction tandis que, bien loin des projets edisoniens, l'architecte Henri Deneux, avec la probable collaboration de l'ingénieur Bernard Lafaille, accomode les principes de la préfabrication à la restauration de la charpente bombardée de la cathédrale de Reims* ». Procédé Edison qui était pourtant né d'une réflexion sur la préfabrication [Ache 1970].

CAQUOT-BET affirme qu'une technique proche du "béton aggloméré" aurait été utilisée pour la banlieue parisienne de 1880 jusqu'à 1939, mais sans pouvoir préciser la nature du liant employé. Au sortir de la première guerre mondiale Le Corbusier connaissait apparemment le voile banché, puisqu'il projette en 1920 des "maisons en béton liquide" : *"elles sont coulées par le haut comme on remplirait une bouteille avec du ciment liquide"* [Le Corbusier p. 190]. Le "béton aggloméré" aurait été d'usage courant dans la région lyonnaise [Vitale]. Mais, à cette exception près, il ne semble pas que le voile banché soit très répandu dans l'entre-deux-guerres. C'est plutôt le poteau-poutre qui est la figure la plus courante du béton structurel.

En effet, [SA.39] s'intéresse à l'évolution des coffrages et signale vers 1920 des « *éléments de coffrage métallique "tous usages" répondant aux besoins du Bâtiment et du génie civil* », à savoir des petites plaques assemblables entre elles. Ambivalence dans l'usage due à ce que « *on ne construisait plus avec des murs dont la fonction porteuse était le plus souvent écartée au profit d'ossatures en béton armé* ». Or dans les années 1920-1930 l'emploi de l'ossature en béton armé se généralise en résidentiel, du moins à Paris, à en croire [Garcias & Treutel 1991]. Lesquels exploitent l'image du poteau se dilatant en voile, qu'emploie [Vayssière] pour établir un lien entre la maison "Domino" (Le Corbusier) et la Reconstruction.

Pour CAQUOT-BET et DOLOIRE-BÂT, le nombre d'immeubles à poteau porteur construit dans l'entre-deux-guerres aurait été faible. Mais on a plutôt peu construit dans l'entre-deux-guerres : c'est le nombre relatif, et non absolu, d'immeubles à poteau porteur de cette époque qui importe. Or, en avril 1919 une loi, dite Charte des Sinistrés, attribue le quart de l'enceinte des fortifications à la construction des HBM [Vayssière et al.]. Ce qui correspond à la « ceinture rouge » parisienne : des cités ouvrières en brique. Nous avons vu une demi-douzaine de bâtiments de la « ceinture rouge » : on note des poteaux en

béton armé dans les murs en brique. Bien plus, l'inventeur d'un procédé de coffrage-tunnel, COFFREUR-BET, qui a démarré sa vie professionnelle à la fin des années 1940, nous a confirmé que le poteau porteur était alors devenu le procédé "traditionnel" dans la construction d'immeubles.

Bien que l'introduction du béton dans le résidentiel date de 1830 et se fait par le biais du voile, la figure du béton qui s'impose en France dans le résidentiel collectif avant 1945 est celle du poteau poutre : pour des raisons de sécurité, le béton substituant ce qui était en bois à l'origine (poteaux, poutres, planchers, escaliers...), mais aussi esthétiques et économiques (réduire l'épaisseur des murs). Le béton, comme l'avait fait l'acier, reprend les figures du bois dans la maçonnerie. Il permet même, à l'instar de l'acier, d'alléger la maçonnerie. En revanche, le voile de béton ne permet pas, dans ses premières applications, cet allègement : issu de la technologie du pisé, le béton, dans la technologie du voile, propose une substitution totale de la maçonnerie traditionnelle. Substitution trop soudaine, qui effraie sans doute. D'où sans doute le peu de succès, dans le résidentiel, de la technologie du voile de béton armé.

En effet, il ne faut pas oublier que la mise en œuvre du béton dans la seconde moitié du XIX^e et même au début du XX^e reste très délicate, en particulier pour les planchers. Car les principes du comportement mécanique du béton armé ne se découvrent que petit à petit, et les effondrements ne manquent pas de frapper les esprits. Le béton armé n'est donc accepté que là où sa présence est discrète. Ce qui expliquerait les déboires du procédé Edison. Le voile de béton aggloméré, trop massif, est dépassé parce que la maçonnerie de pierre et de brique tend à s'affiner¹⁷. Le voile de béton armé paraît, lui, trop innovant.

DES MURS À POTEAUX DE BÉTON ARMÉ AUX MURS EN BÉTON ARMÉ



« Ceinture rouge parisienne » (période 1920-1930) : noter les poteaux en angles de fenêtres

Au sortir de 1914-1918 le peu de succès des "constructions pâtissées" paraît patent : hors de la région lyonnaise, les formes que prend la diffusion du béton armé dans le résidentiel ne permettent pas d'annoncer l'hégémonie du voile de béton armé. La France suit une évolution similaire à celle de ses voisins : l'émergence progressive du poteau porteur en béton armé.

Néanmoins le voile de béton armé n'est pas absent en France : le prix du mètre cube de voile de béton se publie dès 1920 [Seitz p. 169]. Mais à en croire [Forestier p. 243], manuel "béton armé" datant de 1934¹⁸, le voile de béton n'est employé dans le Bâtiment « que dans les cas particuliers où il convient de réduire le plus possible le poids de l'édi-

¹⁷ On lui voit pourtant un avenir en 1943, aux côtés des composants en béton armé et du béton précontraint [Vitale].

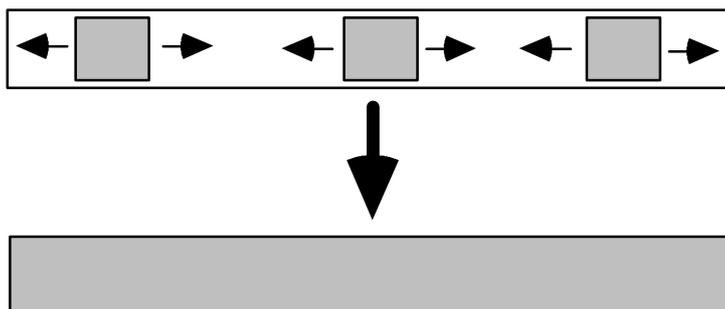
¹⁸ Signalé à notre attention, et aimablement prêté, par Philippe Laurier.

ficte et dans les bâtiments tels que sous-sols de banques, poudrières, dépôts inflammables, etc., destinés à des usages spéciaux exigeant une grande résistance ». Et si l'auteur traite des coffrages pour poutres, poteaux et planchers, il ne fait pas du tout référence aux coffrages pour voiles.

Dans [Arnaud], cours d'architecture et construction datant de 1923, le voile n'est pas évoqué alors que les poteaux, poutres et planchers de béton armé sont longuement examinés. À la lecture de [Forestier] au début des années 1930 le béton armé dans le Bâtiment s'emploie surtout sous forme de fondations, poteaux, poutres, planchers, toitures et escaliers. Dans le logement l'usage du béton se cantonne visiblement aux planchers, où il est très fréquent, aux fondations, aux escaliers (caché sous la pierre ou le marbre), voire aux toitures. Le problème est alors de savoir à quel degré un manuel reflète la pratique de son temps¹⁹.

Toujours est-il que la piste du poteau de béton armé qui se dilate en voile ne tient pas, contrairement à ce que nous affirmions dans [Theile 1995]. Il est certain que l'émergence du voile ne peut se comprendre sans l'émergence du poteau : les maisons Edison arrivent trop tôt, à un moment où le béton inspire encore beaucoup de méfiance. L'emploi progressif du béton armé dans les planchers et les murs en maçonnerie (poteaux) tend à dissiper les craintes, parallèlement à l'évolution des savoirs en béton armé. Emploi progressif qui familiarise les maçons à ce matériau, tout comme le fait sans doute l'apparition du carpaing.

Schéma 4 : le voile vient-il de la dilatation du poteau ?



Si le poteau porteur peut favoriser une transition vers le tout béton, expliquer cette transition par la dilatation du poteau est insatisfaisant. Car, dans le contexte d'une émergence plus ou moins généralisée du poteau porteur dans le Bâtiment en Europe, on ne voit pas pourquoi la dilatation du poteau en voile se serait réalisée seulement en France. Alors que le voile de béton armé est connu dans le résidentiel. En fait, la spécificité française résiderait non pas dans le Bâtiment mais dans les Travaux Publics. Plus exactement, "l'exception française" viendrait de la rencontre entre l'usage massif de béton armé dans le génie civil et militaire dans les années 1930-1940, d'une part, et la mise en place d'une politique de construction de masse dans les années 1950-1960.

Ainsi, en réaction à la crise de 1929, la France connaît, comme d'autres pays, une politique de grands travaux (plan Marquet). Dans les années 1920-1930 sont aussi réalisés des barrages requérant de grosses quantités de béton armé. On construit aussi la ligne Maginot. Mais ce sont les ouvrages de défense et de transports (ponts, routes, aéroports...) de la seconde guerre mondiale qui constitueront la plus importante confrontation

¹⁹ [Forestier] préconise l'emploi des murs de pierre ou de brique en logements et bureaux, le poteau-poutre étant typique des constructions industrielles. Mais se borne-t-il ainsi à refléter la pratique la plus répandue, ou prend-il partie dans la querelle entre "anciens" et "modernes" ? Comment intègre-t-il les pratiques en essor et avec quel retard ?

à l'emploi massif de béton armé. Le mur de l'Atlantique en particulier mobilisa de considérables volumes de béton armé : la base sous-marine de Saint-Nazaire constitue un bloc de béton de près de 500 000 m³ !

À l'évidence, l'Allemagne connaît l'emploi massif du béton armé dans les années 1930-1940. Mais l'industrie cimentière aurait été beaucoup plus touchée en Allemagne qu'en France. Et surtout, la Reconstruction démarre beaucoup plus vite en Allemagne. En 1952, année de la première usine de préfabrication lourde française, la production annuelle atteint moins de 84 000 logements en France contre 450 000 logements en Allemagne [Vayssière et al.]. Ces 450 000 logements par an ne seront atteints par la France qu'en 1970. En d'autres termes, l'Allemagne a dû reconstruire avec tous les matériaux disponibles : dans les années 1940-1950 elle ne disposait pas d'assez de béton armé, en raison notamment d'une pénurie d'acier.

L'Allemagne n'accorde pas non plus un soutien à la préfabrication lourde aussi important que celui qui caractérise la France, ce qui est probablement à lier à la disponibilité en béton armé. En revanche, l'Italie aurait connu des efforts importants de soutien à la préfabrication lourde. Mais elle n'a pas connu autant de travaux de mise en œuvre du béton armé à grande échelle que l'Allemagne et la France dans les années 1930-1940. En somme, on pourrait suggérer que : l'Allemagne a l'expérience de l'emploi massif du béton armé²⁰ mais pas le béton armé, l'Italie a le béton armé mais pas l'expérience, la France possède les deux.

Le retard de la France dans la Reconstruction joue sans doute beaucoup dans la diffusion du voile de béton armé. D'une part, parce que dans les années 1950 on peut disposer de béton armé en abondance, et on a peut-être même du ciment en excédent. D'autre part, parce que lorsque résonnent les appels de l'Abbé Pierre en 1954, le soutien de l'État à l'industrialisation du Bâtiment est encore expérimental. C'est bien l'urgence qui pousse l'Administration à entériner l'option de la production de masse de logements dès 1954 ; et l'industrialisation lourde ne démarre vraiment qu'en 1958. Ainsi, face à l'urgence on adapte des méthodes des Travaux Publics ; tout comme l'urgence avait amené, en d'autres temps, à utiliser des méthodes de constructeurs de ponts pour les immeubles de bureaux de Chicago [Ragon].

Dans les années 1940 le voile de béton armé est absent du logement, tout au moins en superstructure. Au contraire, c'est le mur à poteaux de béton armé qui paraît en passe de s'imposer. En revanche, les années 1950 enregistrent un net intérêt pour le mur monolithique de béton armé. Mais ce dernier est davantage dérivé de l'expérience du monolithisme massif des Travaux Publics, que de la pratique du voile dans le résidentiel initiée dans la première moitié du XIX^e avec les maisons de Lebrun et Coignet. Bien plus, c'est l'immeuble et la grue qui consacreront le voile de béton armé, lequel est quasi absent de la maison individuelle²¹, en dépit des tentatives d'Edison privilégiant la maison et le coffrage manuable.

L'essor du mur de béton armé passe d'abord par le panneau dans les années 1950, l'État encourageant le procédé Camus dès 1951. Les années 1950 voient aussi l'apparition du coffrage-tunnel, qui tendra à supplanter le panneau de béton armé dans les années 1960. Mais la technique du voile coulé en place n'est pas pour autant absente : elle est présente dans au moins un des projets proposés au Concours de Strasbourg (lancé en décembre 1950). Plus généralement, à partir des années 1950 on assiste à une généralisation progressive du tout béton. Pourtant, deux options rivalisent : couler en place ou hors place. Si le coulé hors place est valorisé dans les années 1950, c'est le coulé en place qui s'impose dans les années 1960.

²⁰ L'Allemagne accusait un certain retard sur la France, à certains égards, dans la pratique du béton armé [Vayssière].

²¹ Le panneau, et non le voile, connut un relatif succès dans l'individuel. Selon SOLIN-BÂT beaucoup de constructeurs de maisons individuelles recourraient à la préfabrication, et tous ceux qui le faisaient venaient du logement collectif, à l'exception de Phénix. En quelque sorte, les méthodes Travaux Public ont donc même atteint l'individuel.

On souligne souvent que les majors français du BTP sont tous issus des Travaux Publics, excepté Bouygues. Or dans l'équipe première au concours PPL (Programmes Pluriannuels de Logement), lancé en 1966 par le Ministère de la Construction, figure Bouygues avec un procédé employant des coffrages-outils [Campagnac p. 30]. Et si Bouygues crée une filiale préfabrication en 1959, il rompt avec la recherche systématique de la préfabrication dès 1965 et fait l'éloge du coffrage-outil, de la grue, des armatures pré-assemblées et du béton prêt à l'emploi [ibid. p. 36]. Bouygues n'était sans doute pas le premier à recourir au coffrage-outil, même dans le contexte des procédés agréés par l'Administration. Mais l'exploitation médiatique qu'il fera du résultat du concours PPL peut être retenue au titre des événements ayant contribué à l'hégémonie actuelle du voile coulé en place dans le logement collectif.

LA PROMOTION DU BÉTON : D'OBJET TECHNIQUE À OBJET ARCHITECTURAL

En dépit des maisons de Lebrun et Coignet, c'est d'abord dans les Travaux Publics que s'effectue la diffusion du béton. Et si Lebrun est architecte, et que Coignet confie à un architecte la conception de sa maison de 1853, la promotion du béton sera d'abord assurée par des ingénieurs. Promotion essentiellement technique, car si les ingénieurs promeuvent l'acier, en matière d'architecture, il sont absents du béton. Cette promotion architecturale va être effectuée dans une seconde phase, par des architectes. La promotion du béton passe même par un relais successif d'ingénieurs à architectes, puisque les méthodes des ingénieurs liés au béton armé dans les Travaux Publics favoriseront l'emploi du béton dans le logement collectif dans les années 1950. Mais lorsque les architectes réoccupent le devant de la scène, avec la critique des grands ensembles, la question du choix de matériau de gros œuvre ne se pose plus : les architectes semblent considérer le voile de béton armé comme allant de soi.

UNE PROMOTION COMMERCIALE PRÉCOCE ENTREPRISE PAR LES INGÉNIEURS

Dans le Bâtiment au XIX^e, l'ingénieur tend à se réserver la conception d'édifices s'inscrivant dans le prolongement de ses compétences : l'industrie, avec les édifices à usage industriel ; le chemin de fer, avec les gares... Il y assure la promotion du fer puis de l'acier comme composant de construction. Peut-être parce que dans les usines, le chemin de fer, voire les équipements urbains, les ingénieurs sont en contact avec le métal (fonte, fer, acier).

En fait, à la lecture de [Ache 1966, 1970] on constate que pour certains édifices en métal un architecte est associé à un ingénieur : gares, expositions universelles, et même la Tour Eiffel. Pour les gares il y aurait eu division du travail : les voies et leur couverture aux ingénieurs, les bâtiments extérieurs aux architectes [Ache 1970 p. 312]. Cela en fait revenait à : l'acier à l'ingénieur, la pierre à l'architecte. Tout au moins jusqu'à l'épisode de l'Art Nouveau, où l'acier fut associé à un courant architectural quoique éphémère.

Il se pourrait que l'ingénieur ait été absent du résidentiel jusqu'à la fin du XIX^e. L'ingénieur est bien présent dans le béton, mais surtout au travers du corps des Ponts et Chaussées²², qui semble se cantonner aux Travaux Publics. L'ingénieur civil aurait-il même été, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, exclusivement Travaux Publics ? En tous cas CAQUOT-BET pose que « ... fin du XIX^e siècle, l'ingénieur n'est apparu que dans la construction métallique. C'est lui qui a amené la construction métallique. Mais, l'architecte quand il faisait des choses qui relevaient de sa compétence, c'est-à-dire des techniques traditionnelles, il faisait un travail d'ingénieur (...) il n'y avait pas d'ingénieurs dans le circuit. Les ingénieurs sont venus par l'industrie ».

À vrai dire les ingénieurs arrivent aussi au Bâtiment par le béton, mais pas de la même façon que pour l'acier : seulement au niveau de l'exécution et des études d'exécution, participant certes à la conception mais en étant subordonnées à l'architecte, préfigurant les rapports actuels ingénieur/architecte dans la maîtrise d'œuvre de bâtiments résiden-

²²Selon F. Seitz le corps des Ponts et Chaussées n'a pas, ou peu, de grand nom associé au métal.

tiels. On peut sans doute poser que c'est avec le béton armé, et F. Hennebique, que naît le bureau d'études, et plus largement l'ingénieur-conseil dans le Bâtiment. Dans les années 1900 de nombreux ingénieurs auraient créé des entreprises spécialisées en béton armé [Delhumeau p. 44].

À l'aube du XX^e le béton est mis en œuvre par des entreprises spécialisées sous la forme de systèmes constructifs brevetés. En vérité, ces entreprises ont peu d'occasions de réaliser des bâtiments jusqu'à la première guerre mondiale²³. En revanche, à l'image de Hennebique, elles mènent une intense promotion du béton auprès des architectes. Le béton est ainsi mis à disposition d'une façon qui permet à l'architecte de conserver le contrôle de la conception, même si ce mode de relation ne le satisfait pas forcément puisqu'il a ni la maîtrise technique du matériau et encore moins celle du procédé constructif, à la différence de la maçonnerie classique. Cependant le béton est un matériau aisément appropriable, contrairement à l'acier. De plus, le moment où la diffusion du béton commence à prendre de l'ampleur coïncide plus ou moins avec le moment où les principaux brevets tombent dans le domaine public.

Ainsi, en 1906 le ministère des Travaux Publics décide de réserver les études d'exécution des ouvrages en béton armé à maîtrise d'ouvrage publique à des experts de l'Administration : la mise en œuvre du béton armé n'est plus affaire de spécialistes [Delhumeau]. Il faut surtout voir là la volonté de l'État de ne pas perdre le contrôle, au profit d'intérêts privés²⁴, d'un matériau stratégique : l'usage du béton sous forme de système breveté est remis en question.

Encore faudrait-il vérifier l'impact d'une décision au champ d'application limité à la maîtrise d'ouvrage publique. Pourtant la circulaire ministérielle de 1906 paraît doublement importante. D'abord, car la commande publique réduit ainsi l'ingénieur, non lié à la maîtrise d'ouvrage, à un rôle d'exécutant : elle met fin au risque d'empiétement sur le pouvoir de conception de l'architecte que représentent les systèmes constructifs brevetés, à un moment où des architectes commencent à se distinguer en employant le béton armé. Ensuite, et surtout, parce que cette circulaire prépare le terrain à une généralisation de l'emploi du béton armé.

En effet, à cette époque les brevets ne durent que 15 ans. Plus exactement, trois cent brevets sur le béton armé ont été déposés en France de 1855 à 1906. Certes, à peine plus de 10% sont effectivement exploités, mais à l'étranger aussi de nombreux brevets ont été déposés, en particulier aux USA et en Allemagne. Cette phase de protection intense stimule ainsi l'intérêt pour le béton armé. Avec la circulaire de 1906 l'intérêt de protéger ou continuer à protéger la mise en œuvre du béton armé devient moindre voire inutile. À une phase de protection intense succède une phase "domaine public", ce qui accélère la diffusion du béton armé.

Les efforts de promotion des cimentiers favorisent aussi cette diffusion. En France, la production continue de ciment démarre dans les années 1820, en conséquence des recherches de Vicat. Elle se partage entre la production de ciment artificiel, lancée en 1821 par Maurice de Saint Léger, et la production de ciment naturel, démarrée en 1827 par Lacordaire. Les producteurs de ciment naturel font cuire du calcaire contenant naturellement de l'argile, alors que les producteurs de ciment artificiel réalisent un mélange de calcaire et d'argile qu'ils font cuire. Le produit obtenu n'est pas forcément broyé à l'usine, et il est fréquent que le broyage se fasse sur chantier. Si le ciment artificiel

²³Au XIX^e siècle le béton s'emploie surtout en Travaux Publics : jetées, piles de ponts, égouts et adduction d'eau... Et si l'essor du béton ne se produit que dans les dernières années du XIX^e, il concerne peu la superstructure des bâtiments.

²⁴Époque où Considère fonde, avec Caquot, un bureau d'études béton armé et envisage de quitter la fonction publique. Car son statut lui impose de concéder à l'État la jouissance gratuite de tout brevet déposé à son nom. C'est le cas des poteaux frettés, dont bénéficiaient aussi les cinq plus importantes compagnies de chemin de fer [Delhumeau p. 46].

s'impose, sa production ne tend à s'apparenter à celle que nous connaissons aujourd'hui que dans la seconde moitié du XIX^e siècle²⁵.

Nous avons pris le parti (voir encadré) de considérer que la production industrielle du ciment démarre en 1830. En effet, selon C. Simonnet, ce qui est important dans le démarrage de la production de ciment à Le Teil par Pavin de Lafarge en 1830 c'est que cet entrepreneur "... va produire, non pas en fonction de la demande locale, mais il va produire et puis développer tout un système de valorisation commerciale. Il dit : on produit et puis on cherche à diffuser...". Ce qui rompait avec les habitudes des producteurs de chaux (il reprend et transforme l'affaire paternelle), et de ses prédécesseurs français dans la production de ciment, à savoir produire sous pression de la demande locale. Grâce au Rhône Pavin de Lafarge peut aller chercher la demande à Marseille, Toulon, Sète... En 1846, à Boulogne-sur-mer, avec Dupont & Demarle, et vers 1850 du côté de Grenoble, où le fils Vicat reprend les calcaires de la Porte de France, des cimenteries sont créées dans le même esprit.

La production industrielle du ciment naît avec un souci de promotion commerciale dont il faudrait cerner l'influence sur la sensibilité ultérieure des architectes au béton. Selon C. Simonnet, dans la seconde moitié du XIX^e, les grands travaux sont le principal débouché du ciment : construction de ports, jetées, darses, canaux... Lafarge connaîtra une très sensible croissance grâce aux travaux du canal de Suez. Ce souci de promotion commerciale n'est assurément pas spécifique à l'industrie cimentière française, mais s'étant manifesté très tôt il est sans doute parmi les facteurs contribuant à la spécificité française du voile banché. De plus, cette promotion va dans le même sens que les efforts de promotion que commencent à entreprendre les constructeurs de béton armé dans la seconde moitié du XIX^e siècle.

En outre, certains cimentiers ne se contentent pas de produire seulement du ciment. Leurs efforts portent aussi sur la promotion de la construction en béton armé. C'est ainsi que parmi les procédés constructifs les plus connus au début du XX^e siècle on relève le procédé Pavin de Lafarge²⁶. Ce qui est un fait d'importance. D'une part, car seule une trentaine de brevets concernant la mise en œuvre du béton armé étaient effectivement exploités. D'autre part, parce que cette mise en œuvre était très délicate, surtout pour les structures horizontales. La concurrence était certes rude entre procédés constructifs. Mais ce faisant, Pavin de Lafarge ne se contentait pas seulement d'aller chercher la demande et de l'entretenir, il contribuait à fiabiliser la mise en œuvre du béton armé et ainsi à lever les réticences à son égard.

Cette initiative de Pavin de Lafarge doit être mise en parallèle avec celle des cimentiers de publier la revue « Le ciment, son emploi, et ses applications nouvelles » à partir de 1912. F. Hennebique avait déjà eu cette initiative avec sa revue « le béton armé ». Cependant sa revue avait pour sous-titre : « organe des agents et concessionnaires du système Hennebique ». L'initiative des cimentiers paraît un peu moins partisane, et fait donc écho à la circulaire de 1906 pour mettre l'usage du béton armé au service de l'intérêt public.

UN RELAIS D'IMPORTANCE ASSURÉ PAR L'ARCHITECTURE MODERNE

Le début du XX^e siècle constitue une période caractérisée par trois faits marquants, pour notre propos, et apparemment liés : l'apparition d'une typologie architecturale propre au béton, le déclin de l'architecture métallique, et l'affirmation de l'Architecture Moderne. Jusque là le béton dans le Bâtiment avait surtout été employé pour des parties d'édifices : le gros œuvre n'était que rarement réalisé intégralement en béton armé. Nous avons certes énuméré divers bâtiments en béton construits au cours du XIX^e siècle ; mais ces

²⁵ Le four de Hoffmann est de 1870, le four rotatif de 1877, le broyeur de 1892 [Économie Géographique ; Desdevises].

²⁶ On note aussi le procédé de la Société des Ciments de Crèche, mais nous ne savons pas s'il s'agit d'un cimentier.

édifices font exception et surtout, tel le siège social de F. Hennebique réalisé en 1898, imitent les formes des bâtiments classiques en pierre ou en brique [Ache ; Ragon].

Ce n'est plus le cas en revanche avec les frères Perret à Paris, avec l'immeuble de la rue Franklin (1903), mais surtout, en 1905, avec le garage de la rue Ponthieu, comme le montre [Ache 1970 pp. 387-388]. Il s'agit des premiers exemples de bâtiments où le béton commence à être associé à une architecture spécifique²⁷. De simple objet technique le béton armé devient également objet architectural : les architectes ne font pas seulement écho aux sollicitations et à la propagande des entrepreneurs de béton armé, ils s'approprient le béton.

Cette appropriation du béton par des architectes coïncide avec les derniers soubresauts de l'Art Nouveau et les premières expressions de l'Architecture Moderne. Certes les tenants de l'Architecture Moderne ne se prononcent pas en faveur du béton mais plutôt en faveur des matériaux nouveaux, qui incluent le béton. Toutefois, une partie de ces architectes prend l'Art Nouveau comme repoussoir. Art Nouveau qui, dans sa dimension architecturale, avait fait de l'acier son matériau favori. Acier dont l'architecture était spécifique du point de vue matériau mais pas du point de vue concepteurs : les ouvrages d'ingénieurs étaient plus nombreux que les ouvrages d'architectes. Acier dont l'architecture était trop associée au XIX^e siècle ?

En tous cas, pour F. Seitz l'Architecture Moderne se développe « *essentiellement autour de l'idée de la liberté des plans, de la liberté de l'architecture, et de la liberté de l'organisation de l'espace. Le béton présentait, et présente, des possibilités de malléabilité plastique qui sont probablement plus grandes que celles qu'offre le matériau métallique. À partir de là s'est développée entre les deux guerres une architecture de béton, parce que c'est un matériau facile à mettre en œuvre...* ». Le béton armé n'est pas simplement associé à une architecture spécifique, il est associé à un courant architectural qui marquera fortement son siècle²⁸.

L'importance de l'Architecture Moderne dans l'entre-deux-guerres réside toutefois plus dans l'influence des idées que dans la quantité de réalisations. Un peu à l'image de Tony Garnier, dont le projet de cité industrielle (1901-1904) est, selon [Ache 1970 p. 389], un véritable catalogue d'utilisation architecturale du béton dont l'influence a été très grande.

Architectes qui techniquement ont même du mal à passer du projet à la réalisation, tels M. Lods et E. Beaudouin pour la Cité La Muette à Drancy (1933) [Portefait]. Lods et Beaudouin ne sont d'ailleurs pas spécifiquement béton : ils réalisent en 1930 une cité à ossature métallique, à Drancy les poteaux sont en acier, et ils s'associent dès 1935 à J. Prouvé.

Le Corbusier est résolument béton, du moins à ses débuts²⁹ : il célèbre le béton sous toutes ses formes, que ce soit le canon à béton ou le montage à sec [Le Corbusier ; Portefait]. Et il idéalise, sans l'inventer, dès 1915 l'ossature "poteau-dalle" (maisons Domino). Or il s'agit bien là d'une structure typique du béton armé, plus exactement du béton coulé en place, nouvelle au regard de l'ossature bois ou acier où l'on ne connaît que le "poteau-poutre".

Bref, les architectes participent à la promotion du béton armé, en lui conférant une originalité architectonique et architecturale. Ils contribuent ainsi, aux côtés des entrepreneurs, bureaux d'étude et cimentiers, à la lente diffusion d'une innovation. Au point de

²⁷ L'oeuvre de L.C. Boileau n'est pas rattachée à cette nouvelle typologie architecturale. Sans doute parce que Boileau est trop associé à Hennebique, et qu'il affirme (en 1895) que l'avenir du béton armé passe par l'infrastructure des bâtiments, les emplois en superstructure étant à réserver aux édifices à usage industriel ou tertiaire [Delhumeau].

²⁸ « *Une mystique du béton armé fit considérer, en France particulièrement, que les formes nouvelles de l'architecture (à partir de 1920) étaient en quelque sorte la conséquence de l'emploi du matériau nouveau* » [Ache 1970 p. 407].

²⁹ Dans [Le Corbusier] tout au moins, qui date de 1923. Car FREYCINET-BET souligne qu'il a été ingénieur-conseil de Le Corbusier pour un bâtiment à ossature métal à Zurich, et que le pavillon suisse de la CIUP est à ossature métallique.

relayer l'appel, en 1943, du président du syndicat des constructeurs en béton armé : « *la Reconstruction de la France se fera en béton armé et en béton non armé, ou ne se fera pas* » [Vitale].

L'appropriation du béton par les architectes coïncide avec une modification de leurs compétences. L'architecte étend son pouvoir face à l'ingénieur en matière de conception, mais abandonne à l'ingénieur des compétences techniques et organisationnelles. Ainsi, CAQUOT-BET affirme « ... *je n'ai pas fait d'étude historique là-dessus, je ne connais pas tous les détails. Ce que je sais c'est que le rôle de l'architecte était beaucoup plus important au début du siècle, avec une compétence technique beaucoup plus approfondie, qu'il ne l'est maintenant. Mais avec des techniques qui étaient très figées, très traditionnelles...* ».

À l'inverse, le béton armé permet à l'entreprise de gros œuvre de récupérer des compétences de l'architecte, surtout en matière de choix et conduite technique³⁰. Selon CAQUOT-BET : « ... *les entreprises d'exécution étaient des sous-traitants relativement peu qualifiés dans la construction de logements. Et ce n'est qu'après que les entreprises, avec le béton armé, ont commencé à prendre de l'importance, et surtout en génie civil plus qu'en logement* ».

Toutefois, lorsqu'arrive l'épisode de la préfabrication lourde et des associations architectes-entreprises, avec ou sans BET indépendant, certains architectes paraissent abandonner leurs compétences de conception et se contenter de signer des plans. La place des architectes dans la conception du logements dans les années 1950-1960 est en tous cas matière à débat.

En effet, selon [Garcias & Treuttel 1993] : "*l'idée de la rationalisation du chantier sert de feuille de vigne à la répétition des plans-masses et des cellules. Quel architecte irait se vanter d'avoir construit 1 000 logements avec quelques plans seulement ? Il lui faut la légitimation du standard, de la fabrication en usine et du planning de type militaire*". Idée dont [Vayssière] diverge : "*un examen attentif prouve au contraire la diversité de la production, la multiplicité des réseaux de sous-traitance, l'importance de chefs d'agence parfois jeunes et brillants*".

Les deux points de vue sont conciliables. Car il est sûr que si l'on considère l'ensemble de la production du logement collectif des années 1950-1960, la variété des plans l'emporte sur la répétition. En revanche, dans le contexte des équipes "architecte / BET / entreprise" encouragées par l'Administration, le "stakhanovisme répétitif" l'aurait plutôt emporté.

D'abord, car la seconde guerre mondiale représente pour la pratique des architectes une mise en sommeil de cinq ans : entre les architectes et les ingénieurs se creuse un écart technique d'autant plus important que les architectes sont, dans l'ensemble, complètement coupés des Travaux Publics. Ceci ne prédisposait-il pas certains architectes d'accepter de soumettre l'architecture à la technique ? Ensuite, parce que de 1945 à 1950 les architectes passent d'une faible activité, au niveau conception, à une intense sollicitation. Passer en moins de cinq ans d'une quasi-inactivité à des opérations de 800 logements³¹ ne prédisposait-il pas certains architectes à une répétitivité des plans de cellules de logement ? Ne doit-on pas aussi mettre en parallèle la critique aux grands ensembles et une population plus importante d'architectes ?

À vrai dire, parmi les procédés encouragés par l'Administration, certains étaient plus contraignants au niveau conception que d'autres, et l'organisation de la conception n'était pas la même pour tous. Dans le cas rapporté par SOLIN-BÂT le procédé a été mis

³⁰L'architecte n'a cessé de renforcer ses compétences de conception. Il y parviendra beaucoup plus face à l'artisan que face à l'ingénieur. Cette victoire sur l'artisan est passée par une remise en cause de la maçonnerie classique.

³¹Les premiers concours après la Libération ne dépassent pas 200 logements. Avec le concours de Strasbourg, en 1950, on est à 800 logements : si cette échelle a déjà été pratiquée par le lauréat (E. Beaudouin), ce n'est sans doute pas le cas pour les architectes plus jeunes. Et en dix ans à peine l'échelle du millier de logements est dépassée.

au point par l'entreprise qui le met en œuvre, par son BET intégré. Alors qu'avec COFFREUR-BET le procédé est mis au point par un ingénieur d'une entreprise de gros œuvre, qui quitte celle-ci pour créer un BET, lequel délivre des licences du procédé à des entreprises de gros œuvre.

L'expérience de SOLIN-BÂT fait ressortir que l'architecte, lorsqu'il y en avait, devait se plier aux contraintes du système préfabriqué utilisé : « *avant [les années 70] on travaillait pratiquement sans archi, ou les archi s'adaptaient à notre technique de construction et à notre cellule. Ils n'avaient qu'un droit de regard... sur la modénature des panneaux de façade. Il y avait très peu de choses qu'ils pouvaient jouer : mettre quelques balcons, ou des choses comme ça ; c'était très faible et c'est venu même bien après...* ». Et même au début des années 1970, en travaillant avec un architecte, c'était le répétitif qui primait : « *je me rappelle le modèle... qu'on avait mis au point avec un architecte (...) on pouvait faire du R+2 jusqu'à des tours de 20 niveaux, mais toujours le même concept, la même cellule...* ».

Par contre, COFFREUR-BET insiste sur le souci qu'il avait de travailler, dans les années 1950-1960 avec l'architecte, sachant qu'il s'agissait généralement de marchés négociés dans le cadre du "Secteur Industrialisé", et donc d'architectes relativement prédisposés à concevoir à partir d'un procédé. Le procédé COFFREUR-BET était plus souple que le procédé SOLIN-BÂT puisqu'il s'agissait de coffrage-tunnel, autorisant une relative liberté en façades.

Dès la fin de années 1960, avec la réaction architecturale aux grands ensembles, la répétitivité est vivement critiquée et avec elle la préfabrication et le coffrage-tunnel. Réaction qui permet aux architectes de réoccuper le devant de la scène en matière de conception. Moment où se met en place la configuration actuelle d'acteurs des choix des partis techniques. Moment aussi où le voile de béton armé d'objet technique devient objet architectural ? Toujours est-il que les critiques des architectes, en ce qui concerne les entraves à la liberté de conception, se portent sur la réglementation du logement social et non sur les contraintes induites par les banches.

LA DIFFUSION DU BÉTON : DE QUELQUES FACTEURS CONTEXTUELS

La diffusion du voile de béton peut être perçue comme une juxtaposition de plusieurs processus socio-techniques et socio-économiques distincts qui interagissent entre eux. Nous avons détaillé le cheminement technique qui part du voile de béton aggloméré et arrive au voile de béton armé tel que connu aujourd'hui, en passant par les poteaux de béton armé puis le monolithisme de la préfabrication lourde. Nous avons aussi abordé le cheminement commercial, assuré d'abord par les ingénieurs, souvent sous la casquette d'entrepreneurs, épaulés ensuite par les architectes. Nous examinerons ici le rapport acier/béton, maintes fois évoqué, tant en termes de substitution technique qu'en ce qui concerne le rapport entre architectes et ingénieurs dans la conception. Nous nous arrêterons enfin sur la façon dont certaines mutations qu'ont connues le Bâtiment au niveau de la main d'œuvre, des méthodes et de l'outillage, ont contribué à l'actuelle hégémonie du voile dans le résidentiel collectif.

LA CONCURRENCE ENTRE L'ACIER ET LE BÉTON :

Nous avons plutôt associé l'architecture métallique du XIX^e siècle à l'acier, pourtant moins présent que le fer et la fonte. Car si l'acier est artisanalement produit en Europe depuis le moyen-âge³², sa production industrielle ne démarre que dans la seconde moitié

³² Le produit issu de la fusion du minerai de fer puis du travail résultant, est appelé fer, fonte ou acier en fonction de la quantité de carbone combinée avec le fer. En Europe, de -2000 à +1400 on passe directement, via le bas-fourneau, du minerai au travail du fer. Vers +1400 le haut-fourneau et la fonte sont introduits en Europe et avec eux une nouvelle façon, indirecte, de produire le fer : par affinage au fourneau de la fonte. Dans certaines régions on parvenait ainsi à obtenir de l'acier. On peut donc supposer que l'acier a été connu avant le moyen âge, la fonte étant connue en Chine depuis -300. Nous remercions Mme N. Chezeau, du CRESAT, pour les éclaircissements apportés à cet égard.

du XIX^e. Nous avons donc choisit d'employer le terme acier de façon générique. Car la diffusion de l'acier commence en même temps que celle du béton armé. Et le terme métal est trop large (d'autres métaux sont ou ont été courants en Bâtiment : plomb, cuivre, aluminium...).

L'acier et le béton ont d'abord fait l'objet d'emplois distincts, avec le béton aggloméré. Pendant la plus grande partie du XIX^e siècle l'acier règne là où l'on a besoin de légèreté, de transparence, de franchir d'importantes portées, et plutôt en superstructure. Le béton règne là où l'on a besoin de massivité, où l'on peut utiliser ses qualités de pierre artificielle, notamment sa résistance à la compression, et plutôt en infrastructure. Et si dès le XIX^e siècle on peut noter quelques ponts en béton à l'actif de F. Coignet ou de F. Hennebique, ils sont sans doute plus proche des ponts en pierre que des ponts d'acier.

Ce n'est qu'au XX^e siècle que l'acier et le béton vont se concurrencer. Dans les ponts, à mesure que le béton armé franchit d'importantes portées. Dans le Bâtiment la concurrence s'exerce en particulier dans le domaine de la sécurité : pour la protection au feu, le béton va remplacer l'acier comme l'acier avait remplacé le bois. Plus exactement, le béton armé suit deux chemins de diffusion au niveau des structures de bâtiments : une diffusion au détriment de l'acier ; une diffusion au détriment de la maçonnerie. La première se fait par substitution aux éléments de « charpente », autres que ceux directement employés dans la toiture : poteaux, poutres et planchers, originellement en bois. La seconde se fait par substitution partielle aux éléments de murs : les poteaux, poutres, poutrelles et linteaux en béton autorisent une maçonnerie en pierre et/ou brique moins massive, avec plus d'ouvertures.

À vrai dire, même dans la maçonnerie le béton armé le dispute quelque peu à l'acier (tirants). En quelque sorte, le pouvoir liant du béton amplifie sa capacité de substitution. Dans les planchers, simple garni au départ, le béton, en étant armé, commence à acquérir une fonction structurelle (dalle de compression ou hourdis), puis, grâce à son pouvoir liant, s'entame un processus de substitution (des poutrelles d'acier notamment), qui se transforme en partie en processus d'expulsion de tout ce qui n'est pas béton armé³³. Là où l'emploi d'un profilé d'acier n'est pas fondamental, il est réduit, si l'on peut dire, à un fer à béton et englouti par le béton, à partir du moment où il devient plus intéressant d'employer du béton.

L'acier subit ainsi directement la concurrence du béton armé, même là où la construction métallique s'est imposée : on peut noter l'apparition de halles en béton armé (Gare de Bercy, 1910) ; de même, en se basant sur [Forestier], les constructions industrielles à ossature de béton armé étaient déjà fréquentes au début des années 1930. Une pénurie d'acier durant et après la première guerre mondiale³⁴ tend à accélérer cette substitution de l'acier par le béton.

³³Vers 1930, d'après [Forestier pp. 226-238], ce sont les planchers dits nervurés, c'est-à-dire à poutres et poutrelles, qui sont les plus utilisés. Dans la construction industrielle, le plancher est constitué d'un jeu de poutres et poutrelles apparentes reliées entre elles par un hourdis en béton armé. Il s'agit moins d'une chape de béton armé prenant appui sur un système de poutres et poutrelles que d'une dérivation directe du plancher de bois, à la différence que le hourdis (remplissage entre les solives) n'est plus de plâtre mais de béton. Dans la construction résidentielle et de bureaux, les poutres et poutrelles sont non apparentes. Le plancher le plus courant est constitué de corps creux (terre cuite ou béton) entre et sur lesquels on coule du béton armé. Ainsi, le béton armé se substitue aux poutres et poutrelles en acier, mais en conservant la référence au plancher en bois. Mais dans la construction résidentielle on est plus proche de la dalle intégralement coulée en place, en termes de comportement mécanique, que du plancher en bois.

³⁴On avait d'une part une pénurie d'acier due à l'occupation par l'Allemagne des centres sidérurgiques français [Crola & Guillaume p. 263]. D'autre part, F. Seitz souligne que durant la guerre la sidérurgie était complètement tournée vers la production d'armement. En revanche, il note qu'au début des années 1920 les constructeurs se plaignent d'une pénurie de profilés d'acier, alors que les maîtres de forge se plaignent d'une surcapacité de production résultant de "l'annexion" de la Sarre. En principe, seule l'exploitation des mines de charbon de la Sarre revenait directement à la France. S'agissait-il d'une intoxication par les sidérurgistes pour rester en marché demandeur ?

Pour F. Seitz la première guerre mondiale est non seulement la fin véritable du XIX^e siècle, mais elle marque aussi "*le coup d'arrêt de la construction métallique en France*". En tous cas il nous semble que L'Architecture Moderne se veut résolument XX^e siècle. Elle a ainsi peut-être eu tendance à rejeter l'acier apparent, en France du moins³⁵, trop lié à une architecture typique du XIX^e siècle, trop connoté révolution industrielle.

Pour expliquer la désaffection pour l'acier dans l'entre-deux-guerres F. Seitz avance aussi que le métal est surtout assimilé à des constructions éphémères (expositions universelles) et à des constructions industrielles. Par conséquent, le métal « ... *a du mal à intégrer les constructions courantes, les habitations, les immeubles de bureaux... et est réservé à un type d'architecture très particulier... qui n'est pas l'architecture du quotidien* »³⁶.

Mais les différences de culture commerciale entre les entrepreneurs du béton et les entrepreneurs de l'acier jouent assurément pour beaucoup dans le déclin de l'acier et le succès du béton au début du XX^e siècle. En effet, nous avons vu que les tenants de l'Architecture Moderne ne sont pas hostiles à l'acier. De plus la substitution de l'acier par le béton pour des raisons de tenue au feu n'est pas universelle : elle s'observe en France mais pas aux États-Unis où l'on cherche plutôt à développer des procédés améliorant la tenue de l'acier au feu.

Les entrepreneurs de l'acier ne pratiquent pas dans le Bâtiment le démarchage systématique qui caractérise les entrepreneurs du béton dès la fin du XIX^e siècle, à l'instar de Hennebique. Bien plus, l'introduction de la poutre métallique dans le Bâtiment n'est pas loin de relever du hasard : c'est en raison de la grève des charpentiers de 1854 que l'on se met à employer des rails de chemin de fer en guise de poutres dans les constructions [Ache 1966 p. 21]. Ils ne développent pas non plus l'argumentaire sécurité que ne manqueront pas d'exploiter les entrepreneurs du béton. En quelque sorte la substitution de l'acier par le béton armé ne paraît pas inquiéter l'industrie de l'acier : il est vrai que le béton armé contient de l'acier.

Par ailleurs, de 1915 à 1920 la sidérurgie gère une situation de pénurie. En revanche, l'industrie cimentière paraît en progression constante : de 10 000 tonnes produites en 1880 on passe à 800 000 tonnes par an en 1920, contre. Certes en les volumes de production de ciment en 1920 font sans doute encore du béton un matériau cher. Cependant en moins de 20 ans la production cimentière est pratiquement à quintuplée : en 1938 la production annuelle est de 3,8 millions de tonnes. Ce qui est sans doute à lier au développement de l'emploi du béton dans les travaux publics (grands travaux), et se traduit probablement par une baisse du prix relatif du ciment. Aussi bien en termes de promotion (entrepreneurs, concepteurs) qu'en termes de disponibilité de ciment les conditions d'un essor soutenu du béton armé paraissent réunies dans l'entre-deux-guerres. De plus, la seconde guerre mondiale paraît avoir favorisé le développement de l'industrie cimentière : la production est à 8 millions de tonnes en 1948³⁷.

³⁵[Ache 1966], ouvrage sur l'architecture métallique, cite l'usine Fagus des architectes allemands Gropius et Meyer. Or, il s'agirait d'une construction mixte béton armé / acier / verre, et même d'une construction en béton à façade acier / verre. Par ailleurs, les fenêtres métalliques seront couramment employées en Architecture Moderne (bous-windows). L'acier n'est pas rejeté par ce courant architectural, ne serait-ce que pour des fonctions que ne peut remplir le béton.

³⁶Ce serait oublier l'emploi en couverture de l'acier, bien que souvent associé à un autre métal, généralement du zinc (zingage). Néanmoins il est vrai qu'à l'aube du XX^e siècle l'acier était associé à des lieux d'intense circulation, à des lieux où l'on ne s'arrête pas durablement : gares, expositions, passages couverts, grands magasins... Les bâtiments industriels ne sont d'ailleurs pas lieu d'arrêt durable : c'est le lieu du labeur, aux antipodes du repos. Bref, les fonctions auxquelles est alors associé l'acier sont pour la plupart très éloignées de celles qu'assure le logement.

³⁷Entre 1880 et 1960 nous ne disposons que de quelques chiffres et non de tous les résultats annuels sur cette période. Ces chiffres sont tirés de [Économie Géographie] qui présente toutefois une incohérence pour la production de 1950.

À l'inverse, la production d'acier est non seulement insuffisante au sortir de la seconde guerre mondiale, mais cette pénurie est beaucoup plus importante que ce qu'elle avait pu être au sortir de la première guerre mondiale. La seconde guerre mondiale aura été beaucoup plus coûteuse en bâtiments et équipements que la première guerre mondiale. Le souci des constructeurs acier n'est pas d'élargir leurs débouchés mais bien de trouver suffisamment d'acier pour pouvoir faire face à la demande liée à la reconstruction de l'outil industriel. En effet, F. Seitz souligne qu'au début des années 1950 l'acier était encore rationné³⁸.

Pour F. Seitz la reconstruction massive de logements n'attire pas les constructeurs métalliques : *"des industriels qui ont travaillé durant cette période là m'ont affirmé que si les constructeurs métalliques avaient fait des propositions sérieuses et concrètes aux pouvoirs publics en 1945 pour la reconstruction du pays, leur offre aurait été examinée"*. Pourtant *« l'outil industriel étant reconstruit et le marché de la construction métallique connaissant une forte baisse, les constructeurs métalliques se sont inquiétés de trouver d'autres débouchés. À ce moment là ils se sont rappelés qu'il y avait un secteur du Bâtiment qu'ils avaient complètement délaissé, mais il était trop tard. Il leur a échappé parce que les industries cimentières l'avaient pleinement en main... »*. Bâtiment et logement qui n'intéressent pas même la sidérurgie, tant qu'elle n'a pas de problèmes à écouler globalement sa production.

Côté béton, au sortir du second conflit mondial, on a les spécialistes béton et les entreprises traditionnelles. Les constructeurs béton armé continuent sans doute de prospecter largement et ne cessent d'élargir leurs marchés. Quant aux entreprises de maçonnerie, elles se sont frottées au béton armé et aux méthodes Travaux Publics pendant la guerre : une partie d'entre elles se convertissent, du moins en partie, à la construction béton armé. En tous cas, la reconstruction massive de logements suscite l'intérêt des entrepreneurs et des concepteurs du béton armé. Des ingénieurs, indépendants ou salariés d'entreprises de BTP conçoivent et proposent des systèmes constructifs adaptés au logement (Camus, Foulquier, Barets...)

Entre la veille et le lendemain du second conflit mondial l'industrie cimentière française a sa capacité de production doublée. Elle a été mobilisée pour les besoins de guerre, en particulier pour le mur de l'Atlantique qui nécessita de très importantes quantités de ciment [Vayssière]. On peut d'autant mieux affirmer que les cimenteries pouvaient répondre immédiatement aux besoins de la Reconstruction, qu'elles étaient peu concentrées géographiquement et donc relativement épargnées par les bombardements, contrairement à l'industrie sidérurgique. Il est même probable que les cimenteries tournaient en sous-capacité, et cherchaient donc à encourager la consommation de ciment. En tous cas le fait que l'on a pratiquement un nouveau doublement de la production entre 1948 et 1960, traduit une bonne capacité de réponse : les cimentiers étaient prêts à accompagner voire anticiper la demande.

En comparant l'évolution du béton et de l'acier on peut établir un parallèle entre l'acier dans la seconde moitié du XIX^e siècle et le béton après la seconde guerre mondiale : le soutien relatif de la commande publique. Il s'agit beaucoup moins d'un soutien direct et explicite, que d'une conjonction de paramètres qui faisait que dans les années 1850-1880 c'est l'acier qui a pu tirer profit d'une certaine commande publique ou parapublique (équipements), et dans les années 1950-1960 c'est le béton (logement). On peut pousser le parallèle plus loin, puisque dès lors que la commande publique se rétracte on passe de l'apogée au déclin : qui d'une certaine architecture métallique, qui de la préfabrication lourde et du coffrage-tunnel

³⁸L'apogée de l'architecture métallique française coïncide avec l'annexion de l'Alsace et de la Lorraine, qui prive la France d'une partie de ses ressources sidérurgiques. Ce qui tend à prouver que cette architecture n'a occupé qu'un champ réduit. Mais elle aurait frappé les esprits car elle relevait de lieux fréquentés par les foules : Tour Eiffel, expositions universelles, gares... Soulignons que la consommation d'acier du Bâtiment était sans doute bien plus importante au lendemain de la seconde guerre mondiale qu'au plus fort de l'apogée de l'architecture métallique, suite à la diffusion du béton armé. Or en temps de pénurie le bétonneur s'en sort mieux que le métallier, car il consomme moins d'acier.

L'incidence de cette commande publique sur la modification des pratiques constructives est un travail qui reste à faire. Mais on peut postuler que dans les deux cas les procédés soutenus (indirectement) ne se sont pas généralisés. En revanche, ce soutien indirect aurait favorisé la diffusion d'autres procédés. Ceci est difficile à mettre en valeur dans le cas de l'acier, puisque la commande était cantonnée à des édifices particuliers, l'exemple de la tour Eiffel étant à cet égard caricatural : on saisit mal quel effet de levier cela aurait pu avoir sur la construction résidentielle. En revanche, pour le béton, la commande était relative au logement collectif. Et si le voile banché, en tant que tel, n'a pas fait partie des différents procédés agréés par l'Administration, cette dernière n'en a pas moins joué un rôle fondamental, indirect voire involontaire, dans la diffusion du voile banché dans le logement collectif.

MAIN D'ŒUVRE, MÉTHODES, ET OUTILLAGE : L'INFLUENCE DES TRAVAUX PUBLICS ?

L'entreprise de béton armé sera jusqu'aux années 1930 hautement spécialisée. À l'origine, une science mal maîtrisée, pour le ciment³⁹ puis le ferrailage, requiert un grand savoir faire de chantier. Ensuite, avec la maîtrise théorique du béton armé, le travail sur papier (calculs de structure) devient prépondérant : l'entreprise de béton armé se distingue à cet égard de celle de maçonnerie traditionnelle. Cette différence va s'estomper : d'une part, car la circulaire de 1906 enlève les compétences de calcul aux entreprises intervenant dans des marchés publics ; d'autre part, à mesure que le béton armé devient une technologie de plus en plus courante.

Plus particulièrement, cette généralisation de la maîtrise du béton armé parmi les entreprises de gros œuvre en bâtiment suit deux mouvements parallèles : d'une part, des entreprises de travaux publics qui dès les années 1930 vont pratiquer la mise en œuvre massive de béton armé, pour ensuite, vers les années 1950, s'intéresser au résidentiel et y adapter leurs méthodes ; d'autre part, des entreprises de maçonnerie qui dans les années 1940 seront contraintes de pratiquer le béton armé, et qui ensuite continueront à le pratiquer⁴⁰.

Les entreprises de travaux publics, à la différence de celles de bâtiment, s'appuient sur une forte mobilisation de main d'œuvre non qualifiée, qu'elles vont associer à l'emploi massif de béton armé dans le cadre des grands travaux des années 1930 et d'ouvrages défensifs tels la ligne Maginot. Avec la guerre, les méthodes de travail des Travaux Publics vont connaître une large diffusion : les entreprises de bâtiment spécialisées dans le béton armé seront notamment mobilisées dans la construction du mur de l'Atlantique, sous la direction de celles de travaux publics ; des milliers de travailleurs, encadrés selon les méthodes de ces dernières, couleront des bunkers en béton armé dans le cadre du Service du Travail Obligatoire⁴¹.

Nous avons souligné que l'urgence, due au retard de la Reconstruction, avait favorisé le recours aux méthodes de travaux publics. En fait, il faut aussi tenir compte des initiatives des entreprises de bâtiment d'une part, et de travaux publics d'autre part. Entreprises de travaux publics qui, mobilisées dans un premier temps dans la reconstruction des infrastructures, ont pu investir dans un second temps la reconstruction de logements.

³⁹ Les recherches de Vicat se font dans une optique travaux publics : fiabiliser la production de ciment sur le chantier. Les ingénieurs auront d'abord du mal à maîtriser sa méthode et Vicat devra se déplacer sur les chantiers [Guilherme].

⁴⁰ En regardant les publicités de quelques numéros des revues *L'Architecture Française* et *Urbanisme*, datant de 1943 et 1944 on constate que maintes entreprises maîtrisant le béton armé relèvent à la fois du Bâtiment et des Travaux Publics. Mais nous ne savons pas si cette perméabilité concernait déjà la construction résidentielle.

⁴¹ Cette hypothèse, reprise par A. Guillerme [Crola & Guillerme p. 262], est de [Vayssière]. Lequel s'appuie sur un fonds documentaire, constitué surtout de photographies, du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme. Bien que remarquable, ce travail gagnerait à être recoupé avec davantage de sources documentaires et de témoignages de l'époque. De plus, la période de l'entre-deux-guerres reste mal connue pour ce qui est des entreprises de bâtiment.

Toujours est-il que les années 1950 voient les méthodes béton armé des Travaux Publics être transposées au Bâtiment, après un temps d'expérimentation. Selon [Vayssière p. 134] il faudra "... dix ans pour mettre au point dans le secteur de l'habitat des méthodes issues de la construction des barrages, des murs de soutènement, des aéroports, sinon des ports et des ponts".

Par ce biais c'est un processus de diffusion du béton qui s'impose sur un autre : la diffusion du béton suit plusieurs parcours parallèles dont certains s'affirment et d'autres pas. Depuis les années 1890 on assiste à une lente pénétration de la construction d'immeubles résidentiels par des entreprises spécialisées en béton armé : au travers de la maçonnerie "traditionnelle", par le double mouvement de substitution déjà décrit, qui s'accélère dans les années 1920-1930 avec l'essor des murs à poteaux de béton armé. Aux côtés de maçons spécialistes de la pierre ou de la brique, apparaît une nouvelle catégorie d'ouvriers très qualifiés, les coffreurs-boiseurs. Cette évolution n'induit pas une sensible déqualification de la main d'œuvre, même si les compétences d'appareillage, essentielles en maçonnerie de pierre, seront moins, voire pas, mobilisées. Avec l'adaptation de méthodes dérivées des travaux publics c'est une façon de travailler le béton armé qui l'emporte sur une autre, sonnant le glas du coffreur-boiseur.

L'entrée en force du béton monolithique dans le Bâtiment dans les années 1950 signifie une sensible déqualification de la main d'œuvre. On ne peut pour autant affirmer que l'épisode de la préfabrication lourde est principalement dû au manque de main d'œuvre qualifiée au sortir de la seconde guerre mondiale. Certes les ouvriers de la construction métallique étaient sans doute parmi les plus qualifiés, donc rendus relativement rares par la pénurie, ce qui a ainsi pu favoriser encore un peu plus le béton armé. Mais les pertes parmi les ouvriers qualifiés de la maçonnerie classique avaient été moindres au regard de la première guerre mondiale.

Ce qui est important c'est moins l'absence de main d'œuvre qualifiée que la formation d'un fort contingent de main d'œuvre prédisposé aux méthodes et au matériau de l'épisode de la préfabrication lourde. Parce qu'ainsi les résistances des maçons traditionnels au béton étaient moindres. Mais aussi parce que la maçonnerie béton ne se serait pas toujours contentée d'une main d'œuvre non qualifiée : la mise en œuvre du béton requiert un minimum de formation, même si elle paraît simple. Une main d'œuvre déjà formée représentait un gain de temps appréciable, surtout dans le contexte initial (coffrages en bois réalisés sur chantier). Au terme d'un processus qui part des années 1930 et passe par le mur de l'Atlantique [Vayssière p. 101] n'hésite pas à écrire : "*plus d'un million de maçons spécialisés l'emporteront contre quelques centaines de milliers de carriers et tailleurs-poseurs de pierre appelés à disparaître*".

Bien sûr, en 1956 l'État lance l'opération « économie de main d'œuvre ». Mais l'option pour la production de masse de logements était entérinée depuis 1954, et la mise au point de systèmes constructifs à base de grands panneaux préfabriqués ou de coffrages-tunnels était déjà bien avancée. Certes, selon M. CAMPINOS-DUBERNET dans [Crola & Guillerme p. 348] « *...l'arrivée des coffrages-outils correspond exactement à la vague d'immigration* ». Mais ceci signifie juste que ces immigrés sont un des facteurs favorisant la diffusion des coffrages-outils métalliques, n'offrant pas de résistance à une innovation qui était en outre associée à une nouvelle profession (coffreur)⁴². À vrai dire, le coffrage-tunnel ou les grands panneaux préfabriqués ne requièrent pas un personnel plus spécialisé que le coffrage-outil.

⁴² En effet, les charpentiers anglais les refusent et on continue avec des coffrages en bois, les charpentiers allemands les acceptent et s'adaptent, alors que les charpentiers français fuient vers d'autres activités.

Typologie des coffrages

Nous ne traitons ici que des coffrages préfabriqués, soit l'utilisation la plus répandue de coffrages dans le bâtiment collectif en France. On peut distinguer le coffrage vertical (murs) du coffrage horizontal (planchers). Pour chaque catégorie on peut distinguer les banches-outils des autres types de coffrages. Ces derniers se différencient selon qu'ils sont prémontés (montés en partie ou totalement hors chantier) ou intégralement montés sur le chantier [BTP magazine].

En coffrage vertical, les banches-outils sont très utilisées. Elles sont livrées prêtes à l'emploi. Les deux cadres à raidisseurs intégrés et les accessoires (stabilisation, réglage, sécurité, assemblage entre banches, manutention) forment un ensemble indissociable, les peaux de coffrage étant parfois interchangeables. Il existe aussi des banches-outils démontables dites banches modulaires. Elles sont faites d'un cadre à raidisseurs intégrés sur lequel on rajoute les accessoires au moment de la mise en place sur chantier, et sont proposées en France par les constructeurs allemands.

Les autres types de coffrage s'apparentent plutôt à l'échafaudage, et se montent en fonction de l'élément à coffrer. Le cadre à raidisseurs intégrés est souvent absent, et on a alors montage intégral en place avec des composants (peaux, poutrelles, filières...). La grue n'est pas le complément indispensable à ces coffrages, à la différence de la banche-outil. Le cadre des banches-outils est toujours métallique, généralement en acier, sauf pour certaines banches modulaires. Pour le reste le cadre peut être en aluminium et est généralement mixte (poutrelles en bois) en montage intégral en place.

Dans le coffrage horizontal on a la même typologie, à part que les banches-outils sont appelées tables-outils. Les tunnels, qui permettent de réaliser en même temps voiles et dalle, sont aussi un exemple de banches-outils. Pour les poteaux il n'y aurait pas de coffrages préfabriqués à montage intégral en place : on utilise, des coffrages-outils plus (coffrages modulaires) ou moins (coffrages à ailes de moulins) souples d'emploi, ainsi que des coffrages perdus (carton, KAP).

[BTP magazine] nous a paru attribuer un sens plus générique au terme "coffrage" qu'au terme "banche". Pour le coffrage horizontal, le terme "banche" s'emploie aussi bien pour désigner le simple panneau de coffrage (peau plus cadre), voire la seule peau de coffrage, que le "coffrage-outil" (double panneau + équipements) ; ce aussi bien pour les voiles que pour les poteaux. En revanche ce terme n'est employé ni pour les coffrages perdus ni pour le coffrage de dalles. Il renverrait donc à la banche à pisé : le coffrage vertical requiert simultanément de deux à quatre panneaux (deux pour le voile, quatre pour le poteau). Ce vocable désignerait exclusivement le panneau vertical préfabriqué réutilisable, que la préfabrication ait lieu hors ou sur chantier. Il ne s'applique donc pas aux coffrages préfabriqués non ou peu réutilisables, ni aux coffrages fabriqués en place, quand bien même le bois de coffrage serait réutilisé.



Belgique : exemple de méthode de coffrage en résidentiel collectif

L'ancêtre du coffrage-outil est la banche à pisé. Le terme "banche-outil" est d'ailleurs plus volontiers employé par les fournisseurs de coffrages préfabriqués (voir encadré). J. Tall perfectionne le système Coignet dans les années 1860 en remplaçant la banche à pisé par des coffrages démontables et réutilisables. Dans les années 1870 Drake perfectionne les coffrages Tall en rajoutant des montants métalliques [Ache 1970]. En 1906 Edison emploie déjà des coffrages métalliques, mais pour pousser à l'extrême le concept de "construction pâtissée" (analogie entre le béton banché et la pâte à gâteau dans un moule). Son expérience préfigure le coffrage-tunnel. Coffrage tunnel qui se trouve à mi-chemin entre la banche à pisé et les moules à maisons de Edison, et sous cet angle est donc bien une banche-outil.

Là encore, en France, le chemin qui sépare la tentative "edisonienne" de 1912 à Saint-Denis de la généralisation de l'emploi des coffrages métalliques dans la construction de logements à partir des années 1960, passe par le coulage massif de béton armé en génie civil et militaire des années 1930-1940. Même si, selon CAQUOT-BET, des coffrages métalliques et des grues à tour ont été utilisés vers 1914 pour la grande écluse du Havre. Pourtant la ligne Maginot et le mur de l'Atlantique auraient été essentiellement construits avec des banches en bois et non pas en métal. Il est vrai que sous la seconde guerre mondiale l'acier était canalisé vers les usages militaires, et on évitait sans doute l'emploi de coffrages métalliques. Toujours est-il que les banches-outils sont déjà connues au début des années 1950 dans les Travaux Publics, et que certains réfléchissent même à une extension de leur usage⁴³.

La substitution des banches métalliques aux coffrages en bois et mixtes, est un épisode important dans l'histoire de l'hégémonie du béton banché. C'est ce que CAQUOT-BET laisse entendre en soulignant que les coffrages non métalliques étaient "... *plus polyvalents, plus souples, et de nature à mieux s'adapter à la construction poteau-poutre assés*". Parmi les facteurs favorisant la généralisation des banches métalliques, CAQUOT-BET privilégie les normes françaises sur la sécurité du travail (nécessité d'une passerelle intégrée), que seuls les coffrages-outils métalliques parvenaient à satisfaire, face à d'autres types de coffrages⁴⁴.

Notons néanmoins qu'au début des années 70, moment où les banches métalliques sont en train de s'imposer, l'hégémonie du béton monolithique est déjà affirmée dans le logement neuf social, voire même dans le logement neuf collectif⁴⁵. Bien plus, dans le cas du béton monolithique, non seulement l'option du béton armé coulé en place l'a nettement emporté sur l'option du béton armé coulé hors place, mais le coffrage métallique tend de plus à s'imposer. La domination du voile banché de béton armé est donc déjà entamée. Ce qui diffère c'est le type de coffrage métallique : la banche-outil se substitue au coffrage-tunnel. L'immigration et les questions de sécurité sont secondaires, dans le succès des coffrages métalliques, au regard de la transposition de méthodes et outils des Travaux Publics au Bâtiment.

Soulignons que des grues et des portiques de ports ont probablement été utilisés sur le chantier de la base sous-marine de Saint-Nazaire, qui est en fait un bâtiment pour lequel a été coulé un volume de béton si considérable qu'il n'avait peut-être pas de précédent ou d'équivalent en dehors des autres bases du mur de l'Atlantique. Ce que l'on ne peut

⁴³ [Epron p. 86] cite Balency Béarn qui dès 1953 élabore plusieurs scénarios de développement du banchage avec des coffrages-outils. L'ouvrage de Balency Béarn est intitulé « Un demi-siècle de progrès dans les travaux publics ».

⁴⁴ Le Pdg d'un des trois principaux fabricants de coffrages-outils en France (Hussor) affirme que l'instauration d'une norme, par l'Administration, sur la sécurité du personnel de coffrage visait d'abord à protéger les fabricants français de coffrage contre les fabricants étrangers (allemands) et ensuite à protéger les ouvriers [BTP magazine p. 9]. Car le matériel allemand, à accessoires de sécurité sommaires, risquait d'anéantir les fruits de l'investissement consenti par l'Administration pour encourager les fabricants de coffrages à faire des efforts en termes de sécurité d'usage.

⁴⁵ [Chemillier pp. 47-49] cite une enquête sur des chantiers de logements lancés en 1972 et 1973, qui établit que préfabrication et coffrages-outils sont utilisés dans 45,5% des cas (individuel compris), les coffrages-outils concernant au moins 27% des cas. Cette enquête ne distingue pas banches-outils et coffrages-tunnels. De plus elle place les autres coffrages en techniques traditionnelles : l'usage du voile de béton armé banché serait sous-estimé.

manquer de mettre en parallèle avec l'apparition de grues portuaires sur les chantiers de logements à partir de 1949 [Vayssière et al.]. De même, si en 1907 un malaxeur à béton était déjà utilisé dans la construction du métro parisien [Pliskin], on ne peut manquer de souligner que [Vayssière] donne à entendre que la bétonnière provient des ouvrages de travaux publics des années 1930-1940, au même titre que la grue à moteur et le coffrage-tunnel⁴⁶.

Or la grue, et même la préparation mécanisée du béton, sont indispensables aux coffrages métalliques, du moins sous leur forme française (banche-outil, coffrage-tunnel). [Vayssière p. 158] s'interroge « *est-ce la grue qui a imposé la technique des banches métalliques pour mouler le béton ou le contraire ?* », puis affirme « *la grue n'est donc indispensable que pour ce qu'elle rend indispensable. Au nom de cette tautologie fautive, les lourdes banches métalliques sont préférées au coffrage de bois...* ».

Comme déjà dit, la transposition de grues et de coffrages métallique à la construction résidentielle n'est pas directe. Par exemple, au Havre, une quarantaine d'années après la construction de la grande écluse, on utilisera la grue pour construire des immeubles de logements sous la direction de A. Perret, mais pas le coffrage métallique. À vrai dire, l'évolution des coffrages dans le Bâtiment se serait surtout faite en fonction de la demande : dès lors qu'il y a eu une grande répétitivité dans les formes à mouler, c'est-à-dire que le coffrage sur mesure est devenu minoritaire, les entreprises de construction ont tendu à rechercher du matériel durable, à savoir des banches en acier. L'emploi de l'acier est lié au réemploi intense, au standard : pour des problèmes de manutention (chocs, intempéries...).

Bien sûr, cette répétitivité des formes n'a pu s'instaurer qu'avec l'épisode de l'emploi des panneaux lourds et des coffrages-tunnel, d'une part, et la disposition de certains architectes à concevoir des programmes entiers avec deux ou trois cellules-type. C'est cet épisode qui facilite la transition de la maçonnerie classique au monolithisme du béton armé. Ceci dit, le recours aux coffrages-outils métallique a entraîné une importante inertie, car ceux-ci sont achetés le plus souvent et non loués, et exclusivement utilisés, en France, avec des grues. Les coffrages-outils métalliques font partie des différents facteurs qui, en figeant les habitudes prises, ont assuré, ou plutôt conforté, l'hégémonie du voile de béton banché.

CONCLUSION

De l'architecte Lebrun à l'hégémonie du voile, la trajectoire du voile banché dans le logement paraît complexe : ce n'est pas une trajectoire, mais plusieurs trajectoires, de diffusion du béton, qu'il faut suivre. Ainsi, pour reprendre notre analogie à une représentation théâtrale, c'est par de multiples décors et jeux d'acteurs qu'il a fallu, implicitement, passer.

Le décor actuel, l'hégémonie du voile de béton armé banché dans le résidentiel collectif, n'est pas figé. Car le béton n'est pas une technologie en fin de course. En effet, le béton armé continue à connaître des innovations techniques : le béton autoplaçant, les superplastifiants... Le fait qu'elles touchent peu le logement n'est pas forcément significatif : les maisons de Lebrun ou Coignet annonçaient-elles le succès actuel du béton armé en résidentiel ? les maisons moulées de Edison annonçaient-elles le succès des coffrages métalliques dans le collectif ? Il faut s'intéresser non pas au seul béton armé, mais au béton dans ses différentes déclinaisons : aggloméré, armé, précontraint, à hautes per-

⁴⁶ COFFREUR-BET, concepteur de coffrages-tunnel sélectionné pour l'opération « économie de main d'oeuvre » (1956), ne mentionne pas cette origine Travaux Publics. L'entreprise de bâtiment qui l'employait alors avait décidé, sur sa suggestion, d'industrialiser sans investir dans une usine de préfabrication. Le choix était donc de couler en place, ce qui a pris la forme d'un coffrage-tunnel pour lequel COFFREUR-BET s'est largement inspiré de ce qu'avait fait Camus. COFFREUR-BET conteste aussi l'importance de la formation préalable d'une main d'oeuvre au béton via le mur de l'Atlantique. Il souligne qu'il a ainsi dirigé sans problème en 1947 la construction d'un bâtiment (usine) en béton armé en employant une main d'oeuvre qui n'avait jamais pratiqué le béton armé ni même travaillé dans le BTP.

formances... Et la plus récente déclinaison, le béton à hautes performances, pourrait ne pas être la moindre.

Pour ce qui est des acteurs, nous avons mis en avant, dans cette seconde partie, des acteurs qui, au terme de la première partie, étaient pourtant relégués à des rôles plus ou moins secondaires : ingénieurs, fournisseurs, architectes. Mais nous avons traité ici de la promotion du béton : les rôles en termes de promotion ne se recoupent pas nécessairement avec les rôles en matière de choix techniques de gros œuvre ; car si la prescription implique souvent la promotion (du moins passive), l'inverse n'est pas vrai. En outre, l'ingénieur est multiforme, même si on se limite à l'ingénieur-entrepreneur : constructeur, concepteur, fournisseur.

Trois acteurs peuvent être à la fois promoteurs (diffusion active du béton) et prescripteurs (choix techniques) : l'ingénieur, l'architecte, le maître d'ouvrage. L'ingénieur est un acteur rémanent et on le retrouve aujourd'hui comme acteur principal des choix techniques derrière la figure de l'entreprise de gros œuvre. Ingénierie d'entreprise qui a d'abord assuré la promotion du béton avant d'être soutenue par les architectes, puis par la maîtrise d'ouvrage publique. Ce qui aurait pu autoriser une métaphore du genre « trois hommes sur une barque » (de ciment armé), si un acteur (l'architecte) n'avait pas fini par tomber à l'eau !

Car, au regard du rôle de certains architectes dans la promotion du béton armé, l'architecte paraît de nos jours très effacé dans les choix de partis techniques de gros œuvre, comme on le verra dans la troisième partie. Quant à la maîtrise d'ouvrage, malgré le rôle joué lors de la préfabrication lourde, elle mène une promotion non pas active mais plutôt par inertie.

L'utilisation à grande échelle du béton armé dans la construction résidentielle à compter des années 1950 s'est traduite par la mise au point de procédés industrialisants : à cet égard, il peut paraître paradoxal d'affirmer que les entreprises de gros œuvre se caractérisent par une logique de prototype qui contrarie la logique de série caractérisant la maîtrise d'ouvrage. Cependant, la préfabrication lourde a été pratiquée par un nombre relativement limité d'entreprises, et a été relativement vite abandonnée pour le coulage en place.

Certes la montée en puissance du voile coulé en place s'accompagne d'un mouvement de rationalisation des méthodes de travail. Il n'en s'agit pas moins d'une rationalisation d'une technologie très orientée chantier. En effet, la part de travail de mise en forme sur le chantier dans la maçonnerie béton armé est plus importante que dans ce qu'elle a substitué : la maçonnerie classique. On peut même souligner qu'en ce qui concerne le béton les entreprises de gros œuvre ont eu tendance à se séparer de tout ce qui aurait pu les relier à une logique de série : pondeuses à parpaing, centrales à béton, fabrication de coffrages...

En revanche, l'épisode de la préfabrication lourde est à rapprocher de celui de la circulaire de 1906, qui marque le passage d'une phase de protection intense à une phase "domaine public" accélérant la diffusion du béton armé. Les années 1950 représentent en quelque sorte un retour de la mise en œuvre du béton sous forme de systèmes brevetés ; cette fois avec l'aide de l'Administration, qui tentera ensuite de promouvoir des systèmes moins fermés, avec le concept d'industrialisation ouverte. Soulignons que cette transition de l'exceptionnel vers l'ordinaire est justement ce que tentent les partenaires des actions "l'École Française du Béton" et "Projet National BHP", pour garantir l'essor des bétons à haute performance.

L'importance de la transition est le dénominateur commun des trois dimensions que nous avons utilisées pour analyser la diffusion du béton. Elle rythme le parcours technique : diffusion technique par substitution, objet technique puis objet architectural... Elle structure la promotion commerciale, réalisée d'abord par les ingénieurs relayés ensuite par les architectes... Elle marque les facteurs contextuels : des ouvrages civils et militaires qui préparent une main d'œuvre et des entreprises au béton monolithique, des méthodes et des matériels progressivement adaptés à ce monolithisme dans une optique résidentielle...

INTRODUCTION

Après nous être intéressés aux architectes et aux ingénieurs, dans leur rôle dans la diffusion du béton armé, nous revenons à la configuration d'acteurs mise en valeur dans la première partie, où maîtres d'ouvrages et entreprises de gros œuvre apparaissent comme les principaux acteurs des choix techniques de gros œuvre.

C'est dans les années 1970 que se met en place le système d'acteurs des choix techniques que nous allons décrire. En effet, on l'a vu, c'est l'époque de la réforme de la maîtrise d'œuvre dans le cadre de marchés publics (1973) et de la Loi Spinetta. C'est une époque de sensible rétraction de la commande de logement collectif, d'entrée en crise de l'industrie cimentière et du secteur du BTP, de la diminution du rôle de constructeur des maîtres d'ouvrage publics au profit d'un rôle de gestionnaire... Ce système s'est modifié depuis, la maîtrise d'ouvrage publique ayant par exemple évolué suite à la décentralisation décidée en 1981.

Mais le propos ici n'est ni la mise en place de ce système, ni même son évolution entre les décennies 1970 et 1990. Il est de réaliser un ersatz de photographie d'un jeu d'acteur à un moment donné : la dernière décennie du XX^e siècle. Succédané qui est à replacer dans l'album photo d'une innovation : le voile de béton de ciment armé. Succédané réalisé à l'aide d'une hiérarchie d'acteurs des choix techniques, établie par le truchement des outils prototype/série et souplesse/rigidité.

On a ainsi les acteurs qui relèvent d'une logique de série : la maîtrise d'ouvrage comme acteur principal, et les fournisseurs comme acteurs secondaires. D'autre part, on a les acteurs relevant d'une logique de prototype : les entreprises de gros œuvre comme principaux acteurs, et les architectes comme acteurs secondaires. On a enfin les acteurs assistants (contrôle, assistance à la conception ou à la réalisation), qui relèvent a priori de la logique de l'acteur auquel ils se trouvent subordonnés. Toutefois, nous tenterons d'examiner dans quelle mesure ces acteurs assistants infléchissent la logique de l'acteur qu'ils conseillent.

Toutefois l'examen des acteurs des choix techniques ne se fera pas dans cet ordre. Nous les examinerons selon qu'ils se rattachent plutôt à la conception ou plutôt à l'exécution. Nous aborderons donc d'abord la maîtrise d'ouvrage et ses conseils, puis la maîtrise d'œuvre et ses conseils. Puis nous nous intéresserons à l'exécution, où les entreprises de gros œuvre tendent plutôt à contrarier la logique dégagée au niveau de la conception, où tend à dominer la maîtrise d'ouvrage. Nous terminerons sur les fournisseurs, que nous relierons plutôt à l'exécution quand bien même leurs pratiques relèvent d'une logique de prototype.

Étude de cas n° 1 : l'entreprise propose du poteau béton

L'opération : Une REX, d'une centaine de logements en locatif, sur quatre bâtiments de R+4 à R+6, et un parking enterré. L'entreprise générale est à l'origine de l'opération, ayant proposé au maître d'ouvrage une REX sur la base d'un système constructif. S'il ne s'agit pas d'un système constructif, au sens de l'étude de cas n° 2, il est toutefois considéré comme "procédé à risque normal". À l'origine, il autorisait des plateaux libres. Mais les réticences du côté maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage, concernant les parois séparatrices légères, et l'exigence de faire coïncider parois et retombées de poutre (très importantes), font qu'un résultat similaire aurait pu être obtenu avec des voiles traversants. À la différence que ce procédé permet de conserver le même système porteur du sous-sol (parking) au dernier étage.

Le Maître d'Ouvrage : Sa motivation initiale était plutôt financière : la REX, au travers de la subvention promise, était une opportunité pour terminer la ZAC dont il avait la charge. Mais CHARENTÈZE-MAO avait quelques craintes concernant l'adéquation du projet aux usages. Il a ainsi été amené à faire modifier quelques choix techniques en s'appuyant sur l'architecte et sur les avis de la DDE et d'un contrôleur technique : aux séparatifs en Placostil on substitua du parpaing ; l'architecte s'employa à faire coïncider le plus possible les retombées de poutre avec les cloisons et murs. Par contre, CHARENTÈZE-MAO finit par demander de laisser les joints de pré-dalle apparents. En cours de chantier CHARENTÈZE-MAO apprit qu'il ne pourrait bénéficier de la subvention prévue : il était d'autant plus malaisé d'annuler l'opération qu'il était tenu par ses obligations de terminer la ZAC. Huit mois après la livraison CHARENTÈZE-MAO était plutôt satisfait concernant les usages. Concernant l'aspect financier il attendait d'établir le bilan de l'opération pour se prononcer. Concernant le procédé constructif il partage l'avis de l'architecte que les surfaces pratiquées en logement social sont inadaptées aux possibilités architecturales offertes par une trame de plus de sept mètres.

L'architecte : En démarrant l'opération ANTHÉMOS-ARC était sceptique et affichait une préférence pour le voile porteur ; il est vrai que le projet fut d'abord conçu indépendamment du procédé retenu. ANTHÉMOS-ARC divergeait de l'entreprise aussi bien pour les façades, que pour les planchers et les séparations entre logements. Il envisageait initialement des façades en béton banché, et finit par trouver un compromis sur des façades préfabriquées. Il finit aussi par accepter les pré-dalles prévues par l'entreprise, dont les joints apparents lui paraissaient très contraignants. En revanche, il contribua à l'abandon des parois légères, qui ne le satisfaisaient pas autant que le voile de béton pour la fonction de séparation. Le choix se porta finalement sur un parpaing incorporant un isolant, au poids compatible avec la structure et satisfaisant à la réglementation acoustique. Au terme de l'opération, l'architecte se déclare intéressé par les possibilités architecturales du procédé tout en soulignant que le logement social y est mal adapté.

L'entreprise : Chez PLATRAS-BÂT on est très satisfait de cette opération qui a permis non seulement de valider l'adaptation d'un procédé constructif au logement mais aussi les possibilités d'organisation de chantier afférentes, en particulier pour l'approvisionnement, la manutention et l'identification des matériaux. Possibilités d'organisation qui s'appuient sur les facilités de circulation qu'autorisent les plateaux libres. Possibilités que ne paraît pas avoir restreintes l'option parpaing finalement retenue pour séparer les logements. Notons que PLATRAS-BÂT n'avait pas initialement exclu d'utiliser des dalles alvéolées, plutôt par principe, mais qu'elle a rapidement privilégié la pré-dalle.

LE MAÎTRE D'OUVRAGE, PREMIER ACTEUR MAJEUR DES CHOIX DE GROS ŒUVRE

Il n'est pas facile d'entrer de plain pied dans les pratiques de choix techniques des maîtres d'ouvrage. En effet, le rôle de prescription technique du maître d'ouvrage n'est pas reconnu en termes juridiques, pour des questions d'assurance mais aussi de code des marchés publics. De plus, ces pratiques concernent beaucoup plus le second œuvre que le gros œuvre. Pour cerner ces pratiques de choix en gros œuvre nous avons donc dû pousser bien au delà de questions sur le rôle des maîtres d'ouvrage dans les choix de structure : pratiques de travail avec les architectes, pratiques générales de choix de matériaux, attitudes face aux décisions techniques opérées par les entreprises de gros œuvre...

Nous débuterons ce chapitre par une réflexion générale sur les pratiques de choix techniques de la maîtrise d'ouvrage, en particulier en revenant sur le système de contrôle qualité évoqué en première partie. Nous nous intéresserons ensuite à l'écart entre le discours officiel et les pratiques réelles de choix techniques de la maîtrise d'ouvrage. Puis nous caractériserons ces pratiques : d'abord par une typologie des degrés d'implication ; ensuite par l'analyse d'attitudes face à des choix de structure ou à des matériaux liés à la structure ; enfin par l'analyse d'attitudes face aux pratiques des entreprises en termes de choix techniques.

UN ACTEUR ET DES INSTRUMENTS QUI MODIFIENT LA PERCEPTION DU RÔLE DE LA MAÎTRISE D'OUVRAGE DANS LES CHOIX TECHNIQUES :

Nous revenons ici sur le bureau de contrôle et le système de démarche qualité auquel il est lié (assurance construction et Qualitel) car leur influence sur les choix techniques doit être nécessairement mise en rapport avec le rôle des maîtres d'ouvrage dans les choix techniques.

le bureau de contrôle : un effet d'inertie technique lié à sa rémunération

Le rôle du bureau de contrôle s'appuie sur la loi Spinetta : "*le contrôleur technique a pour mission de contribuer à la prévention des différents aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages. Il intervient à la demande du maître de l'ouvrage et donne son avis à ce dernier sur les problèmes d'ordre technique. Cet avis porte notamment sur les problèmes qui concernent la solidité de l'ouvrage et la sécurité des personnes*".

Le bureau de contrôle est, en un sens, un bureau d'études. Mais l'ingénierie de contrôle ne réalise généralement pas d'études, et ne se confond jamais avec l'ingénierie de conception ou de réalisation. Car pour la loi Spinetta le contrôle technique "... *est incompatible avec l'exercice de toute activité de conception, d'exécution ou d'expertise d'un ouvrage*"⁴⁷.

Bien qu'encadré par une loi le recours au bureau de contrôle découle, en logement, non pas d'une obligation mais de la seule perspective des surprimes d'assurance. Aux exigences des assureurs⁴⁸ il faut rajouter un protocole signé par des maîtres d'ouvrage, liés à l'UNFOHLM, qui a sans doute renforcé le systématisme du recours à l'ingénierie de contrôle par la maîtrise d'ouvrage publique. Par ailleurs, si le bureau de contrôle s'appuie sur les Directives Techniques Unifiées (DTU), il est légalement possible de déroger aux

⁴⁷La séparation maîtrise d'ouvrage / bureau de contrôle est moins nette que la séparation maîtrise d'œuvre / bureau de contrôle : la SCIC possède son propre bureau de contrôle, bien que sous une entité juridique distincte (AQP).

⁴⁸Le maître d'ouvrage qui se dispense d'un bureau de contrôle s'expose à une surprime voire à un refus d'assurance. En cas de refus, il peut saisir le bureau central de tarification qui fixe le montant d'une prime pour laquelle l'assureur est tenu d'assurer le maître d'ouvrage. Prime plus coûteuse que celles accordées en cas de recours à un bureau de contrôle.

DTU, même si ça se traduit aussi en surprime d'assurance. En outre, le bureau de contrôle ne dispose pas de moyens pour faire appliquer ses décisions : il n'est pas de son pouvoir de refuser une autorisation d'ouverture au titre d'une non conformité aux règles de sécurité des personnes.

Le bureau de contrôle participe directement au processus de choix technique : par le contrôle des plans d'architecte, des plans d'exécution, et du chantier. Le veto du bureau de contrôle à un choix de conception ou d'exécution déclenche souvent une négociation, étant donné que le contrôleur n'est pas fermé à des contre-propositions. Par exemple, selon CONTRALSTEC, dans la plupart des cas c'est un processus de va et vient qui s'instaure entre l'architecte et le bureau de contrôle ; *"mais il faut pas que ça dépasse quand même certaines limites, s'il faut tout changer le projet, on y passera beaucoup de temps, ça veut dire ça ne marchera pas"*.

Ainsi le mode de rémunération est susceptible d'induire une relative tendance à la banalisation technique. En effet, les honoraires du bureau de contrôle sont fixés forfaitairement, une mission donnée pour un type donné d'opération, et non pas à la quantité de travail effectivement fourni. Certes les conséquences en termes de choix techniques de gros œuvre ne sont pas évidentes à mesurer. Mais le comportement induit par ce mode de rémunération, dans le contexte que nous étudions, tendrait à bloquer les techniques peu répandues.

Prenons l'exemple des parpaings en façade : en résidentiel collectif, notamment en R+4 ou R+5, l'emploi de parpaings sans risques de fissuration requiert certaines précautions, simples et connues, comme la désolidarisation des planchers. Mais la maçonnerie de remplissage est souvent sous-traitée à des entreprises qui montent le parpaing sans précautions particulières, comme dans la maison individuelle. Or un bureau de contrôle qui considère qu'il n'y a pas assez de garanties du côté de l'entreprise, et que le contrôle de la pose du parpaing lui serait trop coûteux, peut à lui seul, suivant les contextes, empêcher l'emploi du parpaing en façade.

Nous avons posé que les maîtres d'ouvrage avaient tendance à limiter la variation de la nature des matériaux d'un chantier à un autre. Le bureau de contrôle tend à renforcer cette fonction d'inertie technique de la maîtrise d'ouvrage. Il participe pleinement d'une logique de série : parce qu'il fait respecter DTU, normes, règles de calculs et autres et participe ainsi de la relation transversalité/banalisation déjà décrite⁴⁹ ; parce qu'il privilégie les techniques les plus usuelles pour des questions de rémunération. Cet acteur « assistant » n'infléchit donc pas la logique de l'acteur principal auquel il est lié. Au contraire, il renforce la tendance de la maîtrise d'ouvrage à tempérer les logiques de prototype de maîtrise d'œuvre et d'exécution.

Mais ce frein au changement s'exerce essentiellement sur les choix entre détails pour un même principe constructif, et non sur des choix entre principes constructifs. Car le bureau de contrôle n'intervient qu'une fois que l'architecte a été sélectionné, et il tend même à intervenir tardivement dans le processus de conception. Et parce qu'il n'est pas difficile de trouver une ingénierie de contrôle possédant les compétences pour travailler sur des opérations sortant de l'ordinaire⁵⁰. Un bureau de contrôle a peu de chances de faire modifier un projet poteau porteur en projet voile porteur, parce qu'il interviendra plutôt après le choix entre principes : en cas de choix poteau porteur il sera missionné pour travailler sur du poteau porteur.

Néanmoins, au terme de la consultation d'entreprises, trois acteurs au moins sont amenés à se prononcer : l'architecte, le maître d'ouvrage et le bureau de contrôle. Ce dernier

⁴⁹ En faisant respecter les normes, règles et directives techniques le bureau de contrôle pratique une vision transversale aux chantiers. Il pousse ainsi plus à la production d'un produit banal que d'un produit unique.

⁵⁰ Un bureau de contrôle tel CONTRALSTEC a des compétences en contrôle d'opérations de construction métallique, et même une agence spécialisée dans le traitement d'opérations complexes. Toutefois il faudra du temps, et un nombre significatif de réalisations réussies, avant que les bureaux de contrôle acceptent sans réserves, dans le résidentiel à ossature métallique, un plancher de type PCIS au lieu d'un plancher en béton armé intégral ou à bac collaborant.

pèse donc dans le choix de l'entreprise (générale) ou des entreprises (corps d'état séparés). Et pèse notamment sur les choix de variante. Or, on verra que certaines entreprises n'hésitent pas parfois à remettre en cause les principes constructifs de gros œuvre, même si cela peut aller jusqu'à remettre en cause le parti architectural. Mais, de façon générale, le bureau de contrôle tend à conforter le rôle de réducteur d'écart et de variations de la maîtrise d'ouvrage.

Ceci dit, si l'ingénierie de contrôle renforce la logique de série de la maîtrise d'ouvrage, ces deux acteurs relèvent de comportements de banalisation technique très distincts. On peut même dire qu'il s'agit d'une banalisation par défaut dans le cas des incidences du mode de rémunération du contrôleur technique. Bien plus, il arrive que les exigences de qualité du maître d'ouvrage outrepassent celles du contrôleur. En effet, le contrôle technique est basé sur la stricte application de règles de solidité d'ouvrage et sécurité incendie. Il n'est ainsi pas rare que le représentant du maître d'ouvrage formule une réserve là où le contrôleur technique n'en a pas fait, dans le cas, par exemple, de la qualité de finition d'un voile.

Il n'en est pas moins que le bureau de contrôle est un paravent pour le maître d'ouvrage pour trancher des choix techniques, d'autant plus précieux que la technique passe pour être neutre. Car, si le maître d'ouvrage est, avec l'entreprise en charge du gros œuvre, un des acteurs majeurs des choix techniques, il n'assume jamais formellement la responsabilité de ses choix. Le cas du parpaing est intéressant : si certains maîtres d'ouvrage acceptent le parpaing en façade en collectif, d'autres y sont allergiques. Ces derniers tendront à exiger des architectes qu'ils s'abstiennent de façades en parpaing. Et le bureau de contrôle tendra à rejeter les propositions d'entreprises de parpaing en façade, pour des questions de rémunération.

un jeu d'assurances qui inhibe la maîtrise d'ouvrage pour les choix techniques :

Rappelons qu'en ce qui concerne l'incitation à la qualité dans la construction d'immeubles de logements seule l'assurance construction est obligatoire : il est possible de passer outre l'avis du bureau de contrôle (sous réserve d'autorisation d'exploitation), ou de ne pas se conformer aux DTU. On notera qu'une assurance facultative couvre les "*conséquences financières des non-conformités à la réglementation de la construction*" [Le Moniteur 25/10/96].

Pourtant, dans ce système permissif l'assurance construction inhibe le débat technique. Pour le choix des partis de gros œuvre il faut distinguer une incidence générale de l'assurance construction, découlant des assurances obligatoires, d'une incidence spécifique, relative aux matériaux et composants non considérés par les DTU. C'est-à-dire distinguer : une incidence au travers de la recherche de responsabilité ; une incidence au travers du coût de la prime.

Nous avons vu qu'à compter de 1978 tous les acteurs de la conception et de la réalisation d'un bâtiment résidentiel doivent s'assurer au titre de la responsabilité décennale, exception faite du maître d'ouvrage. Or c'est sur ce dernier que se mesure l'effet le plus perceptible de la loi Spinetta, en tant qu'inhibitrice des choix techniques. En fait, nous avons pu vérifier que les maîtres d'ouvrage ont plutôt tendance à interpréter la législation concernant l'assurance construction dans un sens restreignant sensiblement leur rôle en termes de choix constructifs.

Ce qui tient en partie à ce que le dégagement de leur responsabilité n'est pas total. En effet, deux cas d'exonération des responsabilités au titre de la décennale sont admis : l'immixtion fautive ; l'acceptation des risques. En d'autres termes, le maître d'ouvrage peut parfaitement s'impliquer dans le choix des partis techniques, au point d'imposer son choix à l'architecte ou à l'entreprise de construction, par exemple. Mais si par la suite un sinistre survient et qu'il est démontré qu'il découle d'une méconnaissance des règles de l'art chez le maître d'ouvrage, la responsabilité de l'architecte ou de l'entrepreneur ne sera retenue que partiellement voire pas du tout. De même, si l'architecte, par exemple, émet des réserves sur un procédé constructif ou un matériau et que le maître d'ouvrage accepte formellement ce qui lui est présenté comme un risque, la responsabilité de l'ar-

chitecte sera partiellement dégagée. Notons qu'il ne s'agit là que de pratiques découlant de la jurisprudence : depuis 1991 pour l'immixtion fautive ; depuis 1995 pour l'acceptation des risques.

Et cette jurisprudence, bien que récente, paraît avoir frappé les esprits. Ainsi le systématisme dans la recherche de responsabilités incite le maître d'ouvrage à ne pas s'impliquer trop ouvertement dans la défense de procédés non traditionnels, pour ne pas risquer d'autoriser des exonérations à la responsabilité décennale, et devoir prendre directement en charge les conséquences financières de sinistres. L'assurance construction est ce qui explique pourquoi les maîtres d'ouvrage déguisent leur implication dans les choix techniques de gros œuvre⁵¹.

L'autre incidence de l'assurance construction a trait au **coût de la prime**. Nous l'avons déjà évoqué : les taux préférentiels de prime d'assurance construction ne sont accordés que si le maître d'ouvrage est assisté d'un bureau de contrôle, dont les éventuelles recommandations ont été appliquées. Il s'agit en fait de l'assurance dommage-ouvrage. Ces taux préférentiels sont aussi conditionnés par les produits et procédés mis en œuvre : les assureurs dommage classent les procédés et produits en fonction des risques qu'ils sont estimés représenter. Ainsi, si tous les produits et procédés mis en œuvre pour un ouvrage donné sont conformes aux DTU, le maître d'ouvrage peut se voir accorder un taux préférentiel.

Plus exactement, selon ASURTOURIX, l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages (APSAD) établit une distinction entre : les matériaux et procédés traditionnels, c'est-à-dire conformes à la fois aux DTU et à la norme NF ; les matériaux et procédés non traditionnels, c'est-à-dire non conformes à la norme NF, ou conformes à la norme NF mais non conformes aux DTU. En fait, la distinction s'opère sur la base de la conformité aux DTU : la non conformité est soumise à la procédure de l'Avis Technique. L'APSAD statue régulièrement sur les Avis Techniques et établit un classement en fonction du risque estimé.

Tableau 1 : estimation des risques techniques et conditions d'assurance dommage-ouvrage

classement CSTB	classement APSAD	conditions d'assurance
régime des DTU	sans objet	taux "technique courante"
régime de l'avis technique	A	taux "risque normal"
	B	surprime
	C	surprime
	D	non assurable

Le tableau 1 est plutôt théorique, au sens où, à l'égard de l'APSAD, les assureurs sont libres de fixer leurs tarifs. Il est d'ailleurs possible que soient assurées de la même façon des opérations conventionnelles respectueuses des DTU, et des opérations incluant un produit relevant de la liste A de l'APSAD. En effet, l'APSAD publie régulièrement une sélection de règles ou recommandations "dont le respect devrait permettre la réalisation d'ouvrages à risque normal, susceptibles de bénéficier des mêmes conditions d'assurance que les ouvrages homologués traditionnels et normalisés (qualifiés de «technique courante» dans les contrats) dans la mesure où ils figurent dans les dits contrats" [Le Moniteur 02/05/97].

Toutefois un Avis Technique est un agrément d'utilisation sous conditions (fabrication, mise en œuvre, conception...) qui possède une validité limitée. En outre si 90% à 95%

⁵¹ Toutefois BILMO & Co-MAO a mis au point, certes au travers d'une filiale, sa procédure de contrôle technique avec son assureur, pour la maison individuelle. Cette implication ne se fait qu'en individuel car, selon notre interlocuteur, dans le collectif les normes et les procédures de contrôle sont plus rigoureuses.

des Avis Techniques sont classés en liste A, ils ne sont pas retenus tels quels : l'APSAD assortit un certain nombre d'entre eux de limitations ou conditions supplémentaires. Il est donc très probable que la pratique des assureurs concernant le "risque normal" soit discrétionnaire et distincte de la pratique relative aux ouvrages relevant totalement du régime DTU.

Cette pratique est probablement d'autant plus discrétionnaire que les Avis Techniques concernent beaucoup plus des produits que des procédés. Les cas où l'essentiel d'un ouvrage est concerné par un Avis Technique, comme dans l'étude de cas n° 2, sont peu fréquents. Les Avis Techniques peuvent aussi bien se rapporter à du parpaing, à une poutre en bois, à un produit de ragréage, ou à un plancher de dalles alvéolées précontraintes. Et nous ne savons pas de quelle façon un produit/procédé soumis à Avis Technique affecte l'ensemble d'un immeuble qui, par ailleurs, aurait été intégralement réalisé en conformité aux DTU⁵².

Ainsi, le tableau 1 est et n'est pas un classement d'ouvrages par degré de risque. Il n'établit pas directement une échelle universelle de risques fonction des techniques utilisées⁵³. Mais il induit tout de même un classement des ouvrages : entièrement conformes aux DTU ; à produits et/ou procédés relevant d'Avis Techniques. Échelle non universelle, car les distinctions au sein de la dernière catégorie seraient à l'entière discrétion de chaque assureur.

Ceci dit, l'inhibition du débat technico-économique et architectural relatif au gros œuvre dans le logement collectif est plus à mettre au compte de la responsabilité décennale, et de la systématisation de la recherche de responsabilités, qu'à celui de barèmes d'assurance en fonction de risques techniques. Les surprimes en tant que telles, les surcoûts immédiats, joueraient beaucoup moins que la perception du risque financier d'une sortie de l'habituel⁵⁴.

Certes la loi Spinetta a moins de vingt ans : en 1978 le processus d'hégémonie du voile de béton dans le logement collectif était déjà bien établi. Et avant 1978 l'assurance construction existait : elle n'a pas empêché la diversité technique caractérisant le logement collectif des années 1960. Un architecte, MACKINTOSH-ARC, payait encore il y a peu des libertés architectoniques prises à la fin des années 1960 ayant abouti à du contentieux d'assurance.

Si la systématisation de la recherche de responsabilités lors de sinistres inhibe l'implication de la maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques, c'est moins par les résultats des contentieux, que par la perception qu'en ont les maîtres d'ouvrages. Car en exemptant le maître d'ouvrage de responsabilité décennale, la loi Spinetta le met en porte à faux avec la réalité de sa pratique, où il est constamment amené à imposer des choix, ce qui le conduit à préférer effectuer une interprétation restrictive de cette loi. On observe une attitude similaire avec Qualitel : c'est moins la réglementation qui est restrictive (il ne s'agit que de recommandations, même si elles conditionnent des attribu-

⁵²Dans le contrat d'ingénierie de contrôle de l'étude de cas n° 1 figure le type de procédé prévu pour la structure avec la mention "procédé à risque normal" : le classement de la structure affecterait l'ensemble de l'immeuble. En ce qui concerne les études de cas, nous n'avons pas cherché à obtenir systématiquement cette information, pour ne pas abuser de la bonne volonté de nos interlocuteurs que nous avons fortement sollicité sur d'autres points.

⁵³ Nous sommes partis sur cette base, à la lecture de [Huet et al. p. 45]. ASURPATOU, associé à la réflexion sur la réforme de l'assurance construction, nous avait confirmé cette piste, nous renvoyant à cet égard sur ASURBÉTON. Mais ce dernier nous a affirmé qu'il n'existe aucun classement par types d'immeubles ou de procédés de mise en oeuvre, même chez les assureurs, qui n'en n'ont pas les moyens. Il n'existerait que des statistiques sur des parties d'ouvrage.

⁵⁴En réponse à une question écrite (10/02/97) le ministre de l'Équipement estimait que l'assurance dommage représente 0,70% HT du coût de la construction, contre 1,5% pour l'ensemble des assurances de responsabilité décennale. Ce qui est faible, en valeur relative. Mais dès que le coût de construction représente plusieurs millions, voire dizaines de millions, ces taux représentent plusieurs dizaines de milliers de francs. Cette estimation est présentée comme un ordre de grandeur à prendre avec prudence, sachant que les coûts d'assurance varient en fonction de la nature de l'ouvrage [JO 14/04/97]. Mais est-ce lié aux risques potentiels des produits et procédés employés ?

tions de financements) que l'interprétation qu'en font les maîtres d'ouvrages. Interprétation que les architectes tendent à accepter avec fatalisme, en la vivant comme obligation au lieu d'essayer de faire preuve d'imagination⁵⁵.

Qualitel tend à instituer le maître d'ouvrage en gardien du conformisme :

À en croire QUIDQUAL, l'expert Qualitel émet des recommandations techniques et non architecturales lorsqu'il juge qu'un choix technique dans une configuration spatiale donnée n'est pas le bon. Par exemple, dans le cas d'une chambre contiguë à un ascenseur il recommandera, s'il y a lieu, un renforcement de la paroi séparatrice. Si le maître d'ouvrage prend la décision de faire modifier les plans de l'architecte au lieu de renforcer la paroi, il s'agit là d'un choix résultant de considérations économiques qui lui sont propres.

QUIDQUAL reconnaît que Qualitel est souvent vécu comme une restriction à la conception. Néanmoins, il souligne que Qualitel n'est qu'une méthode basée sur le calcul de la valeur d'isolement d'une paroi et que les critiques tendent à relever d'un raisonnement par l'absurde: "*selon les paramètres de cette règle de calcul il est sûr qu'en réception dans un petit local comme une chambre, la paroi séparatrice, et puis celles qui sont liées aux transmissions latérales, devront être plus performantes que si l'on était en réception dans le séjour. Alors on ne va pas dire, par rapport à cette règle : ah, la méthode c'est plus favorable à la réception dans un séjour que dans une chambre, je fais des logements sans chambre !*"⁵⁶

Force est de reconnaître que Qualitel, pour le label le plus demandé, n'exige pas plus que la réglementation. En revanche, on peut reprocher à l'association Qualitel que le guide qu'elle diffuse induit une banalisation par omission : ne décrire que les solutions les plus simples et les plus couramment pratiquées n'incite pas à une plus grande diversité technique. Il faut être donc imaginatif et curieux pour aller au-delà et utiliser Qualitel avec un maximum de créativité. Notons cependant que si, par exemple, le cas de la porte palière sans porte de distribution⁵⁷ n'est pas pris en considération par [Qualitel 1993] cette lacune est corrigée par [Qualitel 1996b], qui intègre la Nouvelle Réglementation Acoustique.

De façon générale, Qualitel pénalise les systèmes qui ne sont pas fréquemment utilisés. Car les dossiers sont constitués sur plans et descriptifs, donc sur une base de calcul théorique. Base issue certes d'un large panel de cas concrets, mais uniquement pour les matériaux et procédés les plus fréquemment employés, à savoir le béton armé et la maçonnerie courante. Ainsi, en survolant les mises à jour 1995 et 1996 de la Méthode Qualitel, on ne trouve rien qui pénalise le poteau porteur en béton armé, du moins s'il est utilisé avec de la maçonnerie porteuse ou de remplissage, des façades lourdes, ou des cloisons légères.

En revanche, les séparations verticales légères et les façades filantes légères sont relativement pénalisées, ainsi que les ossatures acier ou bois, car la méthode de calcul Qualitel ne leur est pas applicable, faute d'un nombre de réalisations suffisant pour valider statistiquement une méthode standard d'évaluation. La règle qui prévaut, pour les opérations ne pouvant être évaluée selon les modalités de calcul de la Méthode Qualitel,

⁵⁵ Certes le nombre de paramètres à maîtriser est très élevé. On touche là à la formation des architectes. Mais ils ont la possibilité de se faire conseiller (ingénieurs conseil, BET). On touche alors à la question de la rémunération.

⁵⁶ Réception d'une onde sonore émise de l'autre côté de la paroi.

⁵⁷ Placer deux portes entre le pallier et une chambre est vécu comme une obligation par les architectes, d'autant plus critiquable pour certains qu'elle conduit à incorporer aux logements d'inutiles couloirs ou sas d'entrée. Or, la Méthode Qualitel n'impose pas deux portes. QUIDQUAL reconnaît toutefois que le prix d'une porte palière, pour une exigence satisfaite habituellement par deux portes, est rarement considéré comme compatible avec le logement social. Et il ajoute : "*les portes palières, c'est un des équipements du Bâtiment où il y a le plus de différences constatées entre la performance mesurée en laboratoire, et la performance de la même porte mesurée sur le chantier*". [Qualitel 1996b] stipule ainsi que le maître d'ouvrage doit faire effectuer des mesures sur site en cas de configuration à une porte.

est le calcul à partir de résultats de mesures pour des opérations antérieures présentant des caractéristiques proches. Ceci dit, le maître d'ouvrage peut toujours faire procéder à des mesures sur site lorsque aucune opération similaire ne peut être trouvée pour servir de base d'évaluation.

En somme, tout ce qui est connu comme plus délicat en termes acoustique, thermique, et sécurité des personnes, fera l'objet d'un plus grand soin dans l'examen, voire de demande de compléments d'information. Ainsi tout maître d'ouvrage ou architecte rétif à la complexité, et envisageant de s'engager dans une demande de certification Qualitel, optera pour le voile en béton armé et les solutions largement éprouvées. Ce qui évite un surcoût de travail, lequel tend à limiter la réflexion et le débat technique pour des questions de paiement d'honoraires. L'incidence de Qualitel a donc surtout été de conforter les plus rétifs dans leurs convictions, et de rendre un peu plus difficile le travail de persuasion que doivent effectuer les plus hardis.

Tout au moins dans le locatif. Car on peut craindre que dans l'accession à la propriété l'incidence de Qualitel n'ait été plus manifeste. En effet, la pratique de plus en plus fréquente de ne démarrer la consultation d'entreprise qu'à partir du seuil d'un tiers de réservations sur plan obtenues, exclut la possibilité de recourir à des techniques peu classiques tout en menant une procédure de certification Qualitel. D'autant plus que le certificat Qualitel est utilisé comme un argument de commercialisation : l'évaluation se fait sur les plans d'architecte, ce qui tend à exclure tout procédé ou matériau susceptible de faire des demandes de précisions sur les plans d'exécution, la réservation sur plans interdisant tout changement⁵⁸.

Si la cotation Qualitel s'effectue sur documents, il est toutefois prévu un contrôle sur site : la fréquence actuelle du contrôle est d'une opération contrôlée sur quatre par maître d'ouvrage, dans un ordre chronologique aléatoire. En cas de non conformité constatée le maître d'ouvrage doit faire réaliser, à ses frais ou aux frais de l'entreprise responsable du lot incriminé, les travaux de mise en conformité. S'il est ensuite constaté que le maître d'ouvrage n'a pas fait procéder à la mise en conformité, l'Association Qualitel entame un recours contre lui auprès du Service de la Répression des Fraudes pour publicité mensongère (utilisation frauduleuse du label Qualitel). Ce qui ne s'est que rarement produit jusqu'à présent.

En fait, la plupart des cas se règlent à l'amiable sans même impliquer l'Association Qualitel. En effet, lorsque le contrôleur Qualitel constate une non conformité il demande au maître d'ouvrage la mise en conformité, de façon informelle. Si, à son retour, il constate que le nécessaire a été fait, il se contente de faire parvenir à l'Association Qualitel une attestation de conformité. Or, d'après des représentants de la profession du contrôle technique, dans 70% des cas les contrôleurs techniques sont amenés à demander une mise en conformité⁵⁹.

En conclusion, Qualitel renforce le rôle de deux acteurs des choix techniques : le contrôleur technique et le maître d'ouvrage. Si les contrôleurs techniques constituent un nouvel acteur des choix techniques depuis 1978, à partir de 1986 Qualitel renforce ce rôle. Il donne au contrôleur technique une part plus active dans le processus de conception : par le pouvoir de rejet de certaines options techniques et de la négociation qui

⁵⁸ En 1995 seules 20% des demandes de label Qualitel venaient de l'accession [Qualitel 1996a]. De plus Qualitel ne démarre qu'en 1986 et sa montée en puissance n'intervient qu'à compter de 1992. En outre le budget 1997 a mis du plomb dans l'aile de Qualitel. Toutefois 15 359 logements, c'est 384 opérations labellisées Qualitel, ou encore 10% des mises en chantier (en nombre de logements) du secteur groupé en 1995, ce qui tend à conforter une inertie.

⁵⁹ QUIDQUAL considère ce chiffre avec prudence, car avancé par des représentants des contrôleurs techniques lorsque l'Administration a envisagé de mettre fin à l'obligation systématique de mesure sur chantier pour toute demande de dossier Qualitel en vue de l'obtention d'une majoration M1 pour les financements PAP et PLA. Les contrôleurs Qualitel agissant sous une double casquette, puisque en charge du contrôle technique pour l'assurance construction, QUIDQUAL pense que ce chiffre de 70% inclut toutes les non conformités, y compris celles sans incidence Qualitel.

s'ensuit. Négociation relative puisque le contrôleur tendra à ne retenir que les solutions lui coûtant le moins de travail.

Qualitel renforce encore plus la fonction d'inertie technique de la maîtrise d'ouvrage et sa tendance à tempérer les logiques de prototype de maîtrise d'œuvre et d'exécution. Il fait du maître d'ouvrage le décisionnaire principal des choix techniques, et l'institue même en gardien de la tradition technique. Dans ce processus décisionnel le maître d'ouvrage tend à prendre des décisions arbitraires, sans débat ni économique ni technique, qui sont d'autant mieux acceptées qu'elles sont présentées parées du voile de la réglementation technique. Ainsi, dans l'exemple des portes le maître d'ouvrage tendrait à présenter un choix économique, qui lui est propre et peut se discuter, comme une conséquence réglementaire incontournable. Le renforcement de ce pouvoir du maître d'ouvrage se fait davantage au détriment de l'architecte que de l'entreprise de gros œuvre. Car le label est décerné plus sur des plans que sur l'exécution, le contrôle sur site ne portant que sur 25% des chantiers.

Là aussi, il s'agit d'un processus décisionnel par défaut où le décideur n'assume pas ses choix, et s'abrite notamment derrière le bureau de contrôle. Ce décideur, le maître d'ouvrage, ne se manifeste que si le projet n'atteint pas un niveau de conformisme technique satisfaisant au contrôle Qualitel. Il motivera ses exigences de conformisme en s'appuyant sur le bureau de contrôle. Là encore, pour le gros œuvre, les non conformités en cours d'instruction Qualitel conduiront essentiellement à des choix entre détails pour un même principe constructif, et non à des choix entre principes constructifs. En revanche, Qualitel inhibe les choix pour des principes constructifs peu répandus en phase de sélection des projets .

PRATIQUES DE CHOIX TECHNIQUES DE QUELQUES MAÎTRES D'OUVRAGE :

La logique du maître d'ouvrage est conditionnée par son rôle de producteur. Dans les conditions actuelles, ce rôle le pousse à contrarier les logiques de prototype de leurs partenaires. A ceci s'ajoute la place qui lui est conférée dans le système d'assurance construction. Autant de facteurs qui poussent les maîtres d'ouvrage à s'impliquer dans les choix techniques en fonction d'une stratégie de réduction du risque tout en dissimulant cette implication, dissimulation plus poussée dans le gros œuvre que dans le second œuvre. Ceci étant posé, si la remise du programme est le moment où les choix techniques du maître d'ouvrage peuvent être le plus visible dans leur expression, on verra que ces choix peuvent s'effectuer tout au long du processus de construction.

reconduire les mêmes choix de gros œuvre pour réduire les risques :

Les maîtres d'ouvrage, de façon générale, poussent au conventionnalisme technique. Si l'assurance construction et Qualitel les y incitent, dans l'interprétation qu'ils en font, il s'agit de phénomènes récents, à l'instar de la jurisprudence sur l'immixtion fautive. Il existe une tendance plus profonde de la maîtrise d'ouvrage à tenter de limiter la variation en matériaux d'un chantier à un autre. Plus exactement, cette tendance de la maîtrise d'ouvrage à reconduire les mêmes choix techniques obéit à une stratégie de réduction des risques.

Opérons un rapprochement, sans doute simpliste, avec l'entrepreneur d'un autre secteur industriel : ce dernier, grâce à la série, a des aléas de production qui deviennent vite quasiment nuls au regard des aléas de marché. En d'autres termes, pour maints produits, il doit renouveler assez fréquemment son offre, sous peine de périr ; mais il lui est d'autant moins difficile d'innover dans son offre que ses aléas de production sont réduits. Le maître d'ouvrage doit, quant à lui, faire face à des aléas importants tant au niveau de la production, puisqu'il n'y a pas de série, qu'au niveau du marché : il cher-

cherait souvent à réduire les aléas de production, en réduisant l'innovation, tout au moins pour le logement⁶⁰.

Toutefois cette stratégie se vérifie beaucoup plus pour le gros œuvre que pour le second œuvre. D'abord, pour des questions d'usages : pour diversifier l'offre, notamment face à la demande d'un habitat plus convivial et personnalisable (réaction aux grands ensembles, rétraction du collectif face à la maison individuelle...) ; dans une stratégie de maintenance, car les usagers interagissent plus directement avec le second œuvre qu'avec le gros œuvre.

Ensuite, parce qu'il serait plus risqué pour la maîtrise d'ouvrage de se prononcer sur le gros œuvre que sur le second œuvre. Ce n'est pas parce que les choix de second œuvre concernent plus des produits que des procédés. Car, par exemple, pour les revêtements de façade qui figurent dans [TEC] le catalogue de l'Union Nationale des HLM, le choix du produit est difficilement dissociable du choix du procédé, en particulier pour les façades isolées par l'extérieur (vêtues, vêtages, bardages...). C'est plutôt le fait que le second œuvre est très éclaté, en termes de corps d'états, au regard du gros œuvre, qui serait susceptible d'induire un moindre risque pour la prescription par la maîtrise d'ouvrage.

Certes, l'éclatement des corps d'états du second œuvre, lié à la petite taille des entreprises et au phénomène de la sous-traitance, tendrait à accroître les risques de sinistres. Mais les maîtres d'ouvrages s'y impliqueraient d'autant plus que cet éclatement réduirait par ailleurs le risque d'attaque pour immixtion fautive. Implication d'autant plus élevée que le gros œuvre, malgré son importance au regard du poste second œuvre, n'autorise pas d'économies substantielles, surtout dans le cas du béton monolithique : les produits de second œuvre, plus nombreux, à valeur ajoutée plus élevée, et moins dépendants des coûts de transports, autorisent des économies par un jeu sur les prestations et les écarts de marges.

Ainsi, le maître d'ouvrage contribuerait à une banalisation technique au niveau du gros œuvre. Surtout dans le contexte qui s'est mis en place depuis la fin des années 1970, où le maître d'ouvrage soumis au code des marchés publics a beaucoup plus à se soucier de gérer un patrimoine existant qu'à faire construire. En effet, quand le maître d'ouvrage devient davantage un gestionnaire qu'un monteur d'opération il tendrait à privilégier la technique constructive la plus courante, censée être synonyme de technique la mieux maîtrisée.

Peut-être parce que le maître d'ouvrage devient moins familier avec la technique constructive ; mais surtout parce qu'il devient plus sensible à la pérennité des bâtiments. En somme, le maître d'ouvrage pousserait à double titre à la banalisation technique du gros œuvre : en tant que monteur d'opération, face aux aléas du marché ; en tant que gestionnaire d'un parc de logements, pour réduire les coûts de maintenance. L'assurance construction, et Qualitel dans une certaine mesure, tendent à conforter le maître d'ouvrage dans cette stratégie de banalisation technique. Ils participent au raisonnement suivant, qui est fondé sur le rôle de producteur qu'assume le maître d'ouvrage : les techniques les plus répandues sont les plus éprouvées et tendent donc à réduire statistiquement le risque.

Ceci dit, la maîtrise d'ouvrage a un autre souci à gérer lorsqu'elle monte une opération : respecter l'enveloppe budgétaire. Ce qui est normalement conciliable avec la volonté de réduction des risques. Toutefois il y a un cas de figure où le maître d'ouvrage peut déroger à la volonté de réduction du risque pour satisfaire au respect de l'enveloppe budgétaire : la consultation infructueuse d'entreprises. Il s'agit là du seul cas de figure rencontré, en dehors des REX ou de sites à contraintes particulières, où le maître d'ouvrage s'affranchit de ses réticences pour les techniques moins courantes en matière de gros œuvre.

⁶⁰ Ne peut-on assister à des mutations d'importance en termes de partis constructifs (structures) que lorsque les risques du maître d'ouvrage sont réduits ? Le marché est *a priori* moins aléatoire pour 1950-1960 que pour 1980-1990...

En effet, les études de cas n° 2 et n° 8 concernent des immeubles d'habitation réalisés avec des procédés peu employés dans l'habitat en France, suite à appel d'offre (entreprises) infructueux. De même, LEKOKON-MAO affirme « *on est assez traditionalistes [...] les seules fois où on a fait des choses un peu bizarres on était infructueux ...* ». Mais ceci n'est susceptible de se produire que si des partis constructifs peu répandus sont proposés au maître d'ouvrage et qu'ils s'avèrent être moins chers que les solutions plus classiques.

Pour les études de cas n° 2 et n° 8 l'initiative venait de l'entreprise générale. Certes, nous avons un exemple où le maître d'ouvrage prend l'initiative suite à un appel d'offre infructueux : mais si LEKOKON-MAO s'est ainsi lancé dans la procédure des procédés agréés, c'est sans doute après avoir été démarché. Dès lors, de façon générale, le maître d'ouvrage est un traditionaliste en termes de gros œuvre. L'étude de cas n° 7, où le maître d'ouvrage est à l'initiative de solutions peu courantes reste l'exception qui confirme la règle. Il n'en est pas moins que le maître d'ouvrage est le principal décisionnaire en termes techniques, car c'est lui qui tranche lorsqu'il faut s'affranchir des solutions conventionnelles. Même s'il n'assume jamais formellement ses décisions : nous allons voir comment.

Étude de cas n° 2 : l'entreprise propose du poteau acier

L'opération : Plus de cinquante logements en locatif répartis sur trois bâtiments en R+2 et R+3, quelques commerces en RDC, un parking enterré. L'appel d'offre étant déclaré infructueux s'engagent des négociations qui conduisent à retenir l'entreprise générale la moins-disante, ARMATURE-BÂT, proposant une variante ossature métallique, plaques de béton, plancher de béton sur bac collaborant. Ce procédé, faisant l'objet d'un avis technique, est considéré à "risque normal". Le projet initial, conçu en voile banché, est légèrement revu pour adaptation au procédé. Le parking et le RDC sont réalisés en béton banché par un sous-traitant, ainsi qu'un des bâtiments, trop complexe pour le procédé utilisé. La finalisation des plans d'exécution finit par entraîner des retards. De plus, il y a mésentente avec l'entreprise de chauffage qui avait été imposée comme co-traitant par le maître d'ouvrage, qui conduit à un sinistre et à un contentieux. L'opération est menée à bien mais avec un retard important, d'où paiement de pénalités par ARMATURE-BÂT.

Le Maître d'Ouvrage : DOMUS-MAO ne referait plus cette expérience si c'était à refaire. Les problèmes qu'a soulevés l'opération lui paraissent résulter surtout de l'entreprise. D'une part, car ARMATURE-BÂT a sensiblement sous-estimé le coût réel de l'opération, supérieur de 4 millions au coût prévu (23 millions). D'autre part, parce qu'elle a sous-estimé la force de caractère de l'architecte. Au bout du compte c'est surtout le procédé qui a dû s'adapter au projet et non l'inverse. Un des points de conflits notables entre l'architecte et l'entreprise a concerné les dimensions des fenêtres, où l'entreprise s'est vue contrainte à fabriquer et intégrer des dimensions qui n'étaient pas celles du système constructif.

L'architecte : PHIDIAS-ARC reconnaît que ce n'est pas de gaieté de cœur qu'il s'est engagé dans les négociations sur le procédé et la capacité d'ARMATURE-BÂT à réaliser le projet, que cette dernière voulait réaliser tel quel. Il considèrerait notamment, et considère toujours, qu'une entreprise de construction n'est pas capable de faire de la conception, compétence exclusive de l'architecte. ARMATURE-BÂT a fini par admettre que le projet ne pouvait pas être intégralement réalisé à l'aide du procédé. Le projet a dû subir quelques modifications, mineures, et l'architecte reconnaît son enfant à 98%. À l'en croire, les seuls points de litige ont concerné les cages d'escaliers et les duplex. Mais c'est une expérience qu'il ne refera pas : les procédés industrialisés supposent des projets sans aucune qualité spécifique, considère-t-il ; et ARMATURE-BÂT lui paraît avoir fortement sous-estimé la difficulté d'adaptation des plans.

L'entreprise : Cette opération a laissé un mauvais souvenir chez ARMATURE-BÂT, et on admet que le procédé n'était pas adapté au projet. Un des bâtiments a été sous-traité en voile banché, la cellule technique d'ARMATURE-BÂT n'arrivant pas à adapter les plans au procédé. Seuls les étages des autres bâtiments ont été réalisés avec le procédé, en raison de commerces en RDC. ARMATURE-BÂT estime que PHIDIAS-ARC a très mal accepté le fait de devoir adapter le projet au procédé : il aurait choisi de ne rien redessiner, laissant ce travail entièrement à la charge de l'entreprise, qui avait un architecte interne, tout en discutant la moindre modification. PHIDIAS-ARC a notamment exigé que les poteaux soient entièrement dissimulés. L'entreprise considère que le retard de livraison est surtout la résultante du manque de coopération de l'architecte. Elle lui reproche aussi un surcoût lié à ses exigences en matériaux : bacs aluminium plus épais en toiture ; enduits de façade deux fois plus cher. ARMATURE-BÂT s'est retrouvée déficitaire avec cette opération, notamment avec les pénalités de retard, et les dirigeants de sa maison mère ont fini par décider de la dissoudre.

une implication déguisée dans les choix constructifs :

Ayant caractérisé la pratique de choix techniques du maître d'ouvrage sur le fond (volonté de réduction du risque), nous allons la caractériser sur la forme : une implication forte mais qui ne se fait pas ouvertement. Ceci parce que la place qui est juridiquement assignée à la maîtrise d'ouvrage ne correspond pas à ses pratiques réelles de choix techniques : son pouvoir de prescription technique est conditionné non seulement par sa place dans le système d'assurance construction, mais aussi par certaines contraintes juridiques en ce qui concerne l'approbation des plans et la désignation des entreprises (exécution, fournitures).

"... le maître d'ouvrage n'intervient pas sur les choix techniques pour une question de responsabilité. C'est une question d'assurances (...) si le maître d'ouvrage disait «non là je ne veux pas du voile mais des points porteurs», les assureurs auraient tôt fait de saisir ce fait pour engager la responsabilité du maître d'ouvrage et se dégager en cas de sinistre". Cette explication, donnée chez BILMO & Co-MAO, maître d'ouvrage à envergure nationale, est fournie aussi chez ACHAILEM-MAO, "petit" maître d'ouvrage de la banlieue parisienne.

Mais il s'agit là d'un discours de façade, et chez ETWANTHOME-MAO on résume ainsi la pratique réelle : *« Il est bien rare maintenant que l'on voit un sinistre se passer et pour lequel il y ait une exonération totale du maître d'ouvrage. C'est pour ça que les maîtres d'ouvrage ont cette politique de dire : " attention, il faut être vigilants parce que on nous implique en responsabilité dans des dommages-ouvrage alors qu'on ne devrait pas ". Donc tout étant la présentation de notre intervention. Les interventions du maître d'ouvrage sont en fait d'accepter ou de ne pas accepter, mais jamais d'imposer un point de vue »*

La forme de l'intervention du responsable de maîtrise d'ouvrage est variable, comme l'illustre le discours tenu chez CRÉMAYÈRE-MAO : *« ... il y a imposer et imposer. Vous pouvez imposer oralement mais pas par écrit. Et en réalité on n'impose pas, on suggère fortement. Pas forcément d'ailleurs... »*. Mais il se place toujours dans une démarche de négociation qui consiste, lorsqu'il n'est pas d'accord sur un choix, à conduire le partenaire concerné à accepter de procéder à une modification et à en endosser la responsabilité.

Retenir souvent la responsabilité des maîtres d'ouvrage dans les sinistres est reconnaître leur implication dans les choix techniques tout en la sanctionnant. Attitude qui illustre l'écart entre la place assignée à la maîtrise d'ouvrage et sa place effective. Écart issu du terme « contrat de louage » : l'assurance de responsabilité s'impose à tous ceux qui sont liés au maître d'ouvrage par contrat de louage. ETWANTHOME-MAO souligne qu'ainsi le maître d'ouvrage délègue la définition et l'exécution du projet. Délégation imposée, car la maîtrise d'ouvrage ne peut se confondre avec la maîtrise d'œuvre ou l'exécution, du moins en résidentiel collectif. Or en réalité le maître d'ouvrage participe directement à la définition du projet.

Participation reconnue en partie pour la conception mais pas pour l'exécution : le maître d'ouvrage valide les plans d'architecte et par conséquent co-signé le CCTP ; en revanche il ne valide pas les plans d'exécution. Ce qui joue directement sur la forme de son implication dans les choix techniques. En effet, valider des plans d'architecte est une implication bien moins directe que valider des plans d'exécution : *« l'OPAC accepte les plans, des choses comme ça. Mais en aucun cas c'est une acceptation technique [...] On va pas accepter le fait que ça se fait en Placoplan, que ça se fait en béton armé, ou que ça se fait en maçonnerie. On accepte la surface, on accepte l'angle, on accepte la distance de tel à tel endroit »* (CASANIER-MAO).

Autrement dit, l'implication du maître d'ouvrage dans les choix techniques est beaucoup plus déguisée dans sa relation à l'exécution que dans sa relation à la maîtrise d'œuvre : *« Un plan d'exécution je ne vais pas le valider [...] Je le vois, éventuellement je vais soulever des questions : est-ce que la réservation est placée au bon endroit, est-ce que le ferrailage est bien placé au bon endroit ? mais c'est par expérience, je dirais, on le fait*

comme ça, à titre un peu informel, mais en aucun cas au titre de validation. » (CASANIER-MAO).

Ainsi, le maître d'ouvrage peut exercer par écrit son pouvoir de prescription technique à l'égard de la maîtrise d'œuvre, mais sa relation de prescription aux entreprises d'exécution est exclusivement orale. Au point que DOMUS-MAO impose de ne pas mentionner la présence de son représentant sur les comptes-rendus de réunions de chantier. Car de tels comptes-rendus ont permis de retenir la responsabilité de maîtres d'ouvrage dans certains sinistres.

L'outil officiel de prescription technique du maître d'ouvrage est le cahier des clauses techniques particulières (CCTP). Or il y a deux CCTP : de consultation de maîtrise d'œuvre ou de consultation d'entreprises. Pour la consultation de maîtrise d'œuvre on peut souscrire à [Huet et al. p. 46] pour qui le contenu du CCTP est à l'entière discrétion du maître d'ouvrage. Ce qui n'est pas le cas du CCTP de consultation d'entreprises, dont le contenu résulte de : les *desiderata* du maître d'ouvrage acceptés par l'architecte et avalisés par l'ingénierie d'étude voire de contrôle ; les exigences propres à la maîtrise d'œuvre, éventuellement avalisées par l'ingénierie de contrôle ; un rappel de normes ou règlements paraissant importants au maître d'ouvrage, voire à la maîtrise d'œuvre.

À vrai dire, en consultation de maîtrise d'œuvre, le recours au CCTP n'est pas systématique : nombreux sont les maîtres d'ouvrage qui transmettent aux architectes un descriptif plus ou moins épais des matériaux et procédés souhaités pour l'opération, ne revêtant pas la forme d'un CCTP officiel. Bien plus, certains maîtres d'ouvrage ne transmettent même pas un descriptif sommaire : leur pouvoir de prescription sur l'architecte s'exerce oralement. En revanche, pour la consultation d'entreprises il y a toujours un CCTP en bonne et due forme.

Mais dans ce dernier cas le pouvoir de prescription du maître d'ouvrage est moindre, puisqu'il est partagé : apparemment ce pouvoir de prescription se dilue le long du processus de production, et le maître d'ouvrage a une marge de manœuvre beaucoup plus importante à l'égard de la maîtrise d'œuvre que de l'exécution. Au point que NIDOUYÉ-MAO n'hésite pas à affirmer : « *si après avoir proposé une bouée de sauvetage à l'architecte celui-ci avait refusé d'essayer cette solution sous prétexte qu'il ne la connaissait pas ou qu'elle n'était pas souvent utilisée, il aurait lui-même rompu le contrat qui nous liait* ».

Soulignons qu'une bonne partie du second œuvre est invisible sur les plans. Et même si certains détails du projet fixent des partis techniques de second œuvre, le second œuvre est essentiellement fixé par le texte, par des mentions sur les plans mais surtout au travers du CCTP du dossier de consultation des entreprises (DCE). En revanche, la fixation des partis de gros œuvre se fait surtout au travers des plans : les plans d'architecte fixent le principe constructif et ses principaux détails, que viennent compléter les plans d'exécution.

Cette assertion n'est vraie que pour les édifices à gros œuvre béton. Ainsi, chez CASANIER-MAO, qui ne réalise que des édifices à structure béton, on remet un programme-type de conception d'environ 50 pages dont 30 sont consacrées aux prescriptions techniques et sont destinées à figurer dans le CCTP entreprises : elles concernent essentiellement le second œuvre de l'édifice. Par contre, dans le CCTP d'un édifice résidentiel à ossature métallique, de près de 170 pages, plus de 50 pages sont consacrées à la réalisation de la structure.

Dès lors, le rôle du CCTP entreprises est de fixer les choix techniques que ne permettent pas de préciser les seuls plans d'architecte. On peut même affirmer que le pouvoir de fixer les partis techniques de la maîtrise d'œuvre est beaucoup moins partagé avec les entreprises d'exécution pour le second œuvre que pour le gros œuvre (détails d'exécution). En particulier parce que l'industrialisation plus poussée du second œuvre conduit à ce que le choix du produit entraîne très souvent le choix du procédé, à la différence du gros œuvre.

Ceci contribue à expliquer pourquoi la maîtrise d'ouvrage s'implique davantage dans les choix de second œuvre que dans les choix de gros œuvre. Le véritable outil officiel de

prescription du maître d'ouvrage réside dans l'acte de validation : validation des plans d'architectes et du CCTP remis aux entreprises. Ce n'est d'ailleurs pas un hasard si les CCTP remis aux architectes sont souvent sommaires ou inexistantes. Bien plus, cette validation est en fait une négociation : on est dans un processus de co-conception où l'architecte propose et le maître d'ouvrage valide ou demande une modification.

Par conséquent, le maître d'ouvrage est d'autant plus le véritable décideur en matière de choix de second œuvre, que ce poste est important pour lui pour des questions d'usages et de maintenance, et que l'exécution est d'autant moins impliquée dans les choix de second œuvre (détails d'exécution). En revanche, une partie non négligeable des choix de gros œuvre sont fixés par la validation des plans d'exécution. Mais surtout, l'étape de la validation des plans d'architectes permet au maître d'ouvrage d'écartier bon nombre d'éventuelles solutions indésirables (parpaings en façade, par exemple), et ce sans risque : oralement.

Les maîtres d'ouvrages pratiquent donc bien une prescription technique, mais le font de façon beaucoup plus ouverte pour le second œuvre que pour le gros œuvre. Certes, nous n'avons pu procéder à une analyse systématique et comparative de CCTP et programmes-type⁶¹. Cependant nous disposons de suffisamment d'éléments pour étayer cette affirmation : nos impressions de terrain d'enquête, corroborées par des discussions avec des collègues travaillant sur la maîtrise d'ouvrage, et surtout l'exemple du catalogue des fédérations HLM.

En effet, ce catalogue reconnaît et surtout renforce le pouvoir de prescription du maître d'ouvrage lié à la validation : il conditionne directement l'élaboration du CCTP entreprises. Et il prolonge ce pouvoir de prescription très au delà du DCE, grâce à des prix préférentiels : « *Ce catalogue est complété pour les maîtres d'ouvrage HLM par un bordereau de prix confidentiel. Les entreprises obtiennent les prix négociés (dans le cadre de la Sélection HLM) en remettant au fournisseur une "attestation d'inscription au marché" remplie par le maître d'ouvrage. En outre, le CUP (Club d'Utilisateurs de Produits Industriels) obtient pour ses adhérents des prix préférentiels en organisant la prescription de produits sélectionnés. Le CUP représente environ 25% du potentiel de commande HLM* » [TEC p. 7].

BILMO & Co-MAO participe à ce système de prescription : cette décision, y déclare-t-on, découle surtout d'un souci de maintenance. Ce catalogue est lié au système CUP. Or à l'origine le système CUP, créé dans le cadre de la politique technique PIP, devait porter aussi bien sur le gros œuvre que sur le second œuvre. Expliquer que ce système n'ait été maintenu que pour le second œuvre par l'argument de la maintenance n'est pas suffisant. Nous y voyons aussi une conséquence directe des différences d'expression de la prescription entre le gros œuvre et le second œuvre (plans/textes), telles que soulignées plus haut.

Ainsi l'évocation de marques de produits de second œuvre serait largement employée. On trouve en tous cas dans le CCTP entreprises d'une opération de SAMSUFI-MAO : « *l'ensemble des robinetteries sera du type Jacob Delafon ou équivalent* ». Peut-être parce qu'il ne s'agit que du programme-type, on emploie encore moins de précautions chez CASANIER-MAO : « *la robinetterie [...] sera de la série CUATRO de chez ROCA, ou de la série CLASSIQUE PLUS de chez GOSWIN, ou de la série TRADIQUARTZ de chez MAMOLI* ».

Pourtant le code des marchés publics interdit d'imposer un fournisseur. Certes, dans les exemples donnés les marques sont suggérées. Mais malgré la fréquence de cette prescription suggestive, on a au moins un exemple de marché annulé pour suggestion de marque de produit dans le CCTP entreprises.

Tout comme l'immixtion fautive, ce n'est pas la loi qui bride l'implication du maître d'ouvrage dans les choix techniques mais la jurisprudence. Laquelle n'empêche pas l'impli-

⁶¹ Pour diverses raisons, nous n'avons pu recueillir ce type de document que chez cinq des seize entités de maîtrise d'ouvrage contactées : deux CCTP entreprises (dont un seul complet), et trois programmes-type (un seul complet).

cation mais amène la maîtrise d'ouvrage à être assez discrète en faisant endosser toutes les responsabilités par la maîtrise d'œuvre et/ou l'exécution⁶².

Cette discrétion est plus marquée pour le gros œuvre : dans le CCTP de SAMSUFI-MAO, fort détaillé pour la structure (il s'agit d'ossature acier), la nature des matériaux est mentionnée mais pas les marques ; à une exception près : « *coffrage perdu en tube éternit laissé en place pour coffrage des poteaux circulaires* ». Cette "imprudence" est peut-être liée à ce que le CCTP a été rédigé par un bureau d'études pour une opération sortant de l'ordinaire.

Si les fournisseurs ne sont jamais cités, il n'y a en revanche pas d'hésitation à fixer des choix de structure dès le programme-type. Au chapitre durabilité chez ETWANTHOME-MAO on précise « *matériaux ne nécessitant aucun entretien 60 à 70%* ». Ce qui tend à exclure l'acier, du moins apparent, sachant qu'il est précisé « *éviter les métaux à peindre en façade* ». DOMUS-MAO est encore moins discret car pour la superstructure le terme "voile" est employé, soit une exclusion par défaut des murs non monolithiques (poteaux et parpaing...). Pour les façades DOMUS-MAO est un peu plus ouvert : « *en béton ou parpaing* ». Il s'agit bien d'un parti de gros œuvre conforme au monolithisme dominant, connu sous le terme "traditionnel". Préférence pour le "traditionnel" que DOMUS-MAO fait figurer dans le CCTP entreprises.

Les maîtres d'ouvrage, soucieux de réduire les risques de défauts de construction et de problèmes de maintenance, poussent à une réduction de la variété technique d'un chantier à l'autre. La différence de leur implication entre second œuvre et gros œuvre tient notamment aux différences de notification des choix. Car si une partie de la validation des plans échappe au maître d'ouvrage, ces plans fixent le gros œuvre dans ses principaux détails dès le DCE. En revanche, si le second œuvre n'est pas fixé par un document écrit, le CCTP, le maître d'ouvrage s'expose à ne pouvoir faire respecter sa stratégie de réduction des risques lors de la phase d'exécution. Sachant que si le maître d'ouvrage peut prendre quelques libertés au niveau du programme-type (ou CCTP architectes), il tendra à s'assurer que les choix exprimés dans le CCTP soient difficiles à relier formellement à une prescription de maîtrise d'ouvrage.

les pratiques de choix techniques : moments, outils, et comportements

Le catalogue [TEC] est destiné aux maîtres d'ouvrages HLM et à leurs partenaires (maîtrise d'œuvre, exécution), et constitue un outil d'aide à la décision pour les produits de second œuvre. Dans son introduction, ce catalogue retrace succinctement ce processus décisionnel « *ce choix intervient au moment de l'établissement du programme (maîtrise d'ouvrage), ou à la mise au point du dossier de consultation des entreprises (maîtrise d'œuvre), ou encore quand le projet prend forme dans ses détails d'exécution (mise en œuvre)* ».

Cette phrase est assurément pleine de précautions : par l'emploi des « ou » et en assignant à chacun de ces moments décisionnels un acteur différent, on renvoie ainsi à la vision théorique du choix des partis techniques découlant de la loi Spinetta et du code des marchés publics. Dans les faits, le maître d'ouvrage peut intervenir à chacune de ces trois étapes, et il faudrait employer « et/ou ». Bien plus, ce processus décisionnel est composé de sept étapes : les différentes étapes de la négociation de l'opération qui mettent directement en jeu des choix techniques dans lesquels la maîtrise d'ouvrage peut s'impliquer, ou ne pas s'impliquer.

⁶² On assisterait actuellement à une unification des clauses techniques particulières, à l'instigation des fédérations HLM, ce qui pourrait être le signe d'une inquiétude quant aux risques juridiques de la prescription suggestive.

Tableau 2 : étapes de négociation de l'opération mettant en jeu des choix techniques

sélection du projet : effets des exigences du comité de sélection
élaboration du projet définitif : des choix techniques peuvent être effectués en cours de conception, par aller-retour chargé d'opération / architecte
mise au point du CCTP : choix par aller-retour chargé d'opération / maîtrise d'œuvre
sélection des entreprises : la maîtrise d'ouvrage peut s'impliquer dans d'éventuels choix de variantes
définition de l'exécution : le chargé d'opération peut s'impliquer dans des choix tardifs de variantes
suivi de chantier : le chargé d'opération peut amener à réviser certaines options techniques
réception : éventuelle contestation de certains choix techniques par la maîtrise d'ouvrage

Jusqu'ici nous avons posé que l'immixtion technique du maître d'ouvrage concerne surtout l'élaboration du projet architectural et la mise au point du CCTP entreprises. Ce qui tient à ses risques juridiques, en particulier au niveau assurances : le programme-type est le seul moyen d'expression légal qu'a le maître d'ouvrage pour exprimer ouvertement ses préférences techniques. Pour le reste cette expression est plutôt orale, en faisant toujours assumer la responsabilité du choix par l'architecte, l'ingénierie ou les entreprises d'exécution. Or, on nous a fait remarquer que les préférences à conséquences techniques du maître d'ouvrage peuvent n'être totalement exprimées que très tard : en cours de chantier, voire à la livraison.

Sur la base de nos enquêtes, les pratiques de maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques revêtent deux dimensions interdépendantes⁶³. Une dimension "procédurale" : communication formalisée de choix techniques, que nous avons en partie abordée (programme-type, CCTP). Et une dimension "relationnelle" : décisions souvent non formalisées, prises au cas par cas dans le dialogue avec les différents partenaires de l'opération.

C'est-à-dire qu'un maître d'ouvrage ayant arrêté certains choix de matériaux, voire de procédés, qu'il désire voir reconduire d'une opération à une autre, n'est pas forcément à associer à un programme-type très détaillé, si son pouvoir de prescription est basé sur l'oral (volonté et capacité de négociation). Néanmoins, quand bien même un maître d'ouvrage pratiquerait, au travers de ses chargés d'opération, une prescription surtout orale, il doit pouvoir l'adosser à des procédures figeant partie ou totalité des choix techniques. Car ce pouvoir de prescription directe n'est pas légalement reconnu au delà du programme-type.

Les outils/procédures permettant de figer ces choix sont de deux types. D'une part, des outils normatifs permettant d'affirmer, voire de camoufler, certains choix de maîtrise d'ouvrage : certification/labelisation des fournisseurs (Afnor, Cstbat...), de la conception (Qualitel), ou des méthodes de travail (Qualibat...). D'autre part, des outils permettant d'affirmer des choix "à la carte" : le programme-type, le CCTP entreprises, et le logement-témoin.

Le programme-type n'est pas systématiquement utilisé et n'affirme pas nécessairement des choix techniques reproductibles d'une opération à l'autre. De même, si le CCTP entreprises est un outil de fixation des choix techniques dont peut disposer tout maître d'ouvrage, il n'est pas systématiquement utilisé en ce sens. Il peut même, à en croire le responsable Qualitel QUIDQUAL, se réduire à une simple compilation de la réglementation constructive.

⁶³Nous remercions Jacotte Bobroff pour ses commentaires et ses suggestions à cet égard.

En revanche, le logement-témoin est toujours un outil de choix technique. Il s'agit d'une pratique instituée par les maîtres d'ouvrage, et surtout d'un test grandeur nature concrétisant les choix de maîtrise d'œuvre et d'exécution sur lequel le maître d'ouvrage se prononce obligatoirement. Soit en se prononçant effectivement, en avalisant en bloc ou en demandant des modifications. Soit par approbation par défaut, en ne se prononçant pas : il sera difficile de rejeter lors de la livraison des choix fixés seulement au stade du logement-témoin.

Pour les différentes étapes du tableau 2 on pressent que, en fonction des organisations de maîtrise d'ouvrage, sont impliquées de une à plusieurs personnes. Or lorsque les choix techniques de maîtrise d'ouvrage ne sont pas l'expression d'une seule individualité, le chargé d'opération, se pose le problème de l'articulation entre les différentes personnes ou services impliqués dans ce choix. Le logement-témoin constitue un support privilégié pour ce faire.

Ainsi, chez CASANIER-MAO, il permet au directeur technique de « resserrer les boulons ». En effet, celui-ci dirige une équipe constituée de près d'une dizaine de chargés d'opérations, et il ne lui est matériellement pas possible de lire le descriptif de chaque opération, et ainsi de participer de près à l'élaboration des CCTP. Chaque chargé d'opération est ainsi autonome à cet égard « *tant que ça ne sort pas de l'ordinaire ou des principes que l'on a adoptés* ».

Dès lors, chez CASANIER-MAO le logement-témoin est l'outil d'application sur le terrain d'une politique définie par l'ensemble de l'organisation, ou du moins par les principaux services concernés par le parti-pris qu'il synthétise : « *moi j'essaye de visiter l'ensemble des appartements témoins dès qu'ils sont faits. Pour essayer d'inculquer des pensées, qui sont miennes mais aussi qui sont générales à l'Opac. C'est-à-dire que quand le service patrimoine, par exemple, dit il ne faut pas telle ou telle chose à tel endroit, cette information est transmise au technicien mais il faut qu'à chaque fois elle ne soit pas oubliée [...] donc on essaie de transmettre l'information et puis aussi de visiter systématiquement pour aussi la perpétuer* ».

Le degré d'immixtion de la maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques dépend donc de comportements individuels et de comportements collectifs. Comportements collectifs que l'on peut directement mesurer par la présence ou l'absence de certains outils, c'est-à-dire par la dimension "procédurale". Le tableau 3 classe ces outils et permet d'établir une typologie de l'implication de la maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques : d'une implication minimaliste, que l'on retrouvera chez tous les maîtres d'ouvrage, y compris ceux qui s'impliquent le moins possible dans ces choix ; à une implication forte, qui ne caractérise que certains maîtres d'ouvrages, que l'on peut désigner comme maîtres d'ouvrage "forts".

Tableau 3 : implication "procédurale" de la maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques

minimaliste :
exigence de logement témoin
exigence de certification - labélisation de matériaux (Afnor, Cstbat, Afcab...)
exigences sur certains matériaux : sélection par le chargé d'opération basée sur son expérience personnelle
moyenne :
exigences précédentes ne se recoupant pas avec ce qui suit
exigence de certification - labélisation : de conception (Qualitel), d'exécution (Qualibat : premiers niveaux)
exigences sur certains matériaux : sélection collective au sein de l'organisme de maîtrise d'ouvrage (cahier de charges) ou à plus grande échelle (catalogue CUIPI)
forte :
exigences précédentes ne se recoupant pas avec ce qui suit
exigences de certification d'acteurs : dernier niveau de Qualibat (ISO), qualification OPQIBI pour les BET...
exigences sur certains matériaux : cahier des charges régulièrement redéfini par tous les services concernés sur la base d'une stratégie explicite (patrimoniale voire commerciale)
instauration de comités stratégiques et de validation ⁶⁴

Si la dimension "procédurale" nous paraît déterminer le degré général d'implication technique de la maîtrise d'ouvrage la dimension "relationnelle" peut le modifier. Ainsi, on peut classer un maître d'ouvrage en implication "moyenne", malgré des procédures "minimalistes", après croisement avec la dimension relationnelle : dans le cas d'un chargé d'opération très impliqué dans le dialogue avec ses partenaires, à toutes les étapes, pour faire appliquer ses choix techniques. À l'inverse, on peut classer un maître d'ouvrage en implication "moyenne", malgré une implication procédurale "forte", s'il se contente de communiquer les exigences et que les procédures de suivi et de validation ne fonctionnent que sur le papier.

Nous ne pouvons classer en fonction du tableau 3 les maîtres d'ouvrages interrogés. Car nous n'avons pu, pour chaque maître d'ouvrage enquêté : obtenir copie du programme-type ou d'un exemplaire de CCTP entreprises ; prendre la mesure de la dimension "relationnelle", ou du moins estimer l'écart entre les décisions collectives et les pratiques individuelles.

Certes, CASANIER-MAO, avec un programme-type de 50 pages dont l'application sur le terrain est vérifiée, peut *a priori* être considéré comme maître d'ouvrage à forte implication dans les choix techniques. De même que CRÉMAYÈRE-MAO qui réalise chaque année un appel d'offres de fournitures de second œuvre dont le résultat doit être intégré par l'architecte. Plus encore DOMUS-MAO, à cahier des charges régulièrement et collectivement redéfini, que les chargés d'opérations sont tenus d'appliquer à la lettre, et où on affirme : « *on a une méthodologie et une approche du produit qui fait que aujourd'hui un logement construit aussi bien à Suresnes qu'un logement construit à Evry doit pour nous être un produit DOMUS-MAO* ». Pourtant, chez DOMUS-MAO on tient à tempérer nette-

⁶⁴Nous n'avons pas d'exemple de ce type dans notre échantillon. Il nous a été donné par Jacotte Bobroff.

ment cette image de forte directivité et on souligne que : « *sur les façades l'architecte a totale liberté, pour l'intérieur du bâtiment il est invité à respecter la note programme qui lui est remise à la signature du contrat* ».

En revanche, chez SAMSUFI-MAO la définition des choix techniques se fait sur un mode relationnel, principalement avec l'architecte. De même, chez NITOUDOU-MAO il n'y a pas de programme-type. On ne pourrait pourtant pas classer SAMSUFI-MAO, qui privilégie la construction métallique, en implication minimaliste. Pas plus que NITOUDOU-MAO en raison d'un directeur à convictions techniques bien arrêtées : « *J'ai trois chefs de service, et bien sûr je les laisse un petit peu les maîtres, mais je regarde les projets de telle sorte à y mettre un petit peu de plus* ». Lequel dirigeait auparavant NIDOUYÉ-MAO en homme-orchestre (étude de cas n° 7), faisant preuve d'une forte implication technique, essentiellement relationnelle. Directeur qui vient de chez TOURÉBAR-MAO, rattaché à BILMO & Co -MAO.

Or BILMO & Co-MAO intègre un outil du contrôle technique, l'examen du projet en phase DCE, comme outil de fixation des choix techniques. Examen réalisé non par le contrôleur technique mais par la filiale d'assistance à maîtrise d'ouvrage de BILMO & Co-MAO. D'après ACHAILEM-MAO le cas de BILMO & Co-MAO serait généralisable à tous les gros maîtres d'ouvrage : « *ils ne le disent pas, mais ils ont leurs propres bureaux d'études, sous une autre dénomination, mais ce sont leurs bureaux d'études* ». Toujours est-il que PALACE-MAO, maître d'ouvrage privé hors logement social, possède aussi une filiale d'ingénierie.

En tous cas, l'exemple de NITOUDOU-MAO montre que la maîtrise d'ouvrage, dans son implication dans les choix techniques, doit s'analyser comme organisation perméable et composée d'hommes aux volontés, intérêts et parcours différents. À cet égard, l'affirmation faite chez TOURÉBAR-MAO ne peut être prise comme un simple effet de manche : « *Je pense qu'il y a des sensibilités [...] par rapport à ce chaînage et cette émergence de maillons d'hommes à des postes clefs par rapport à leur vécu professionnel [...] tout dépend ce à quoi ils sont le plus impliqués : si c'est du technique, si c'est du social...* ».

On pourrait aussi se demander si le fait que PALACE-MAO contrôle financièrement ETWANTHOME-MAO a ou n'a pas une incidence sur l'implication de ce dernier dans les choix techniques. À l'inverse, si le directeur technique de OMAUFOYER-MAO est passé par CASANIER-MAO, il s'est bien gardé de perpétuer la pratique d'un programme-type de 50 pages : s'il a quelques préférences bien arrêtées, son implication dans les choix techniques se fait surtout sur le mode relationnel. Sa formation (architecte), alors que le directeur technique de CASANIER-MAO est ingénieur (six ans en entreprise), jouerait-elle ? Certes, les quelques personnalités fortement impliquées dans les choix techniques que nous avons repérées ont des formations d'ingénieurs, tel le directeur de NITOUDOU-MAO. Mais notre échantillon d'enquête est trop restreint pour autoriser des conclusions à cet égard.

Si nous avons mis en évidence que l'implication de la maîtrise d'ouvrage dans les choix techniques est fonction d'un dosage entre un mode procédural et un mode relationnel, notre analyse a surtout porté sur la dimension procédurale. Plus encore, nous nous sommes surtout intéressé à la phase conception. Certes, nous avons évoqué le logement-témoin, mais les maîtres d'ouvrages peuvent s'impliquer davantage dans la définition de la mise en œuvre : en acceptant, négociant ou refusant des propositions de variantes d'entreprises d'exécution.

une réceptivité aux variantes qui dépend des choix pris en phase conception :

Le dépouillement des dossiers reçus à l'occasion de la consultation d'entreprise constitue une étape, dans le déroulement d'une opération, qui met en jeu des choix techniques dans lesquels la maîtrise d'ouvrage est susceptible de s'impliquer (voir tableau 2). Il s'agit pour le maître d'ouvrage d'un outil d'immixtion dans les choix techniques qui, à la

différence du logement témoin et comme pour le CCTP entreprises, n'est pas systématiquement utilisé⁶⁵.

En effet, le maître d'ouvrage peut être très en retrait et faire effectuer l'essentiel du dépouillement des réponses d'entreprises par l'architecte, le bureau d'études voire le bureau de contrôle, selon le type de mission qu'il aura confiée à ces acteurs. Par exemple, lorsque le bureau d'étude SEGUIN-BET a pour mission de dépouiller les réponses d'entreprises, il aboutit à une sélection finale de trois à cinq entreprises qu'il communique avec une grille des critères de sélection au maître d'ouvrage, lequel décide alors, en consultant l'architecte et le bureau de contrôle. Certains maîtres d'ouvrages préfèrent s'en remettre totalement aux choix effectués par l'acteur chargé du dépouillement. D'autres encore dépouillent en interne et s'impliquent de façon beaucoup plus active dans le choix des entreprises. Dans tous les cas, le maître d'ouvrage se prononce, que ce soit par une implication très poussée que ce soit par défaut.

La pratique des variantes serait assez ancienne. Mais depuis la loi Sapin toutes les offres d'entreprises doivent être faites sur une base comparable. Les variantes ne sont pas interdites, mais si l'une d'elles intéresse le maître d'ouvrage, celui-ci doit obligatoirement consulter toutes les entreprises sur cette variante. Par conséquent ceci dissuade les entreprises de proposer ouvertement des variantes. Aussi, la pratique de la variante aujourd'hui consiste non plus à proposer directement une variante, mais à répondre conformément au dossier de consultation, tout en proposant en option quelques modifications susceptibles d'améliorer le projet. Le rôle de ces options est de préparer en quelque sorte une négociation.

Selon les maîtres d'ouvrage enquêtés les options proposées par les entreprises ne sont pas déterminantes, voire ne retiennent pas leur attention. Mais parfois une discussion sur certains points techniques du projet peut s'engager avec une ou plusieurs des entreprises pressenties, avant la signature du marché. Cependant, le plus souvent, les négociations techniques se feraient après signature du marché. La loi Sapin aurait décalé le moment principal de la négociation de variantes/options de la consultation d'entreprises à la définition de l'exécution.

Chez CASANIER-MAO on conforte cette analyse : « *les variantes sont assez difficilement prises en compte dans un premier temps [...] elles peuvent être prises dans un deuxième temps lorsque l'on s'aperçoit, par exemple, qu'une variante est intéressante [...] si l'entreprise a été retenue sur la base. Ben, on va un peu plus avant dans l'étude, pour éventuellement voir quelle est l'incidence...* ». Avec cependant un bémol : « *c'est assez rare qu'on le fasse, pour des problèmes de code des marchés publics [...] j'ai pas souvenir qu'on l'ait fait sur des appels d'offre fructueux* ».

Ce témoignage de CASANIER-MAO est pris au niveau du directeur technique qui reconnaît qu'il n'est pas forcément au courant de toutes les négociations techniques : « *c'est mes techniciens qui ont le renseignement, c'est pas systématiquement moi [...] si c'est un petit voile dans un coin ils ne vont pas m'en parler. Par contre, si c'est un séparatif de logement qui passe du béton à une cloison placostil ça je le saurais systématiquement* ». Or un responsable de l'entreprise générale RIFLARD-BÂT souligne que la réaction face aux variantes proposées varie non pas selon l'organisme de maîtrise d'ouvrage mais bien d'un responsable d'opération à un autre au sein d'un même organisme. Ce qui confirme l'importance de la prise en compte de l'autonomie des chargés d'opération dans les choix techniques.

Chez CASANIER-MAO on souligne que les variantes après signature du marché sont plutôt le fait des majors et non des PME. Ainsi, le fait que CASANIER-MAO travaille surtout en corps d'états séparés réduirait l'importance du phénomène variante/option. Et le fait que CASANIER-MAO ait été conduit à passer du voile au poteau-poutre suite à appel d'offre infructueux, en acceptant une variante proposée par une entreprise rattachée à

⁶⁵ Bien qu'un assistant à maîtrise d'ouvrage affirmait récemment : « *...nombreuses sont les opérations où la définition des prestations s'effectue lors de la négociation des forfaits avec les entreprises* » [Lemaître].

TRUELLE-BÂT, partie intégrante d'une grosse PME à méthodes de travail de major, serait une exception confirmant la règle.

Chez NITOUDOU-MAO on signale également une fréquence de proposition de variantes plus élevée chez les grandes entreprises que chez les PME. De même, le systématisme des propositions de variantes est moins net dans nos interviews de maîtres d'ouvrage que dans nos interviews d'entreprises générales, pour la plupart liées à des majors. Or, *a priori*, les contraintes de disponibilité en matériel, savoir-faire, et main d'œuvre sont plus importantes chez les PME que chez les grandes entreprises. À l'inverse, la réflexion sur les méthodes de travail est beaucoup moins poussée chez les artisans que chez les majors.

Ainsi la fréquence de proposition de variantes/options dépendrait en partie de l'intensité de la réflexion sur les méthodes de mise en œuvre dans les entreprises en charge du gros œuvre. Elle dépendrait aussi de la qualité du projet : une conception peu fouillée représente l'octroi d'une grande marge de travail d'optimisation à l'entreprise d'exécution. Bien plus, nos enquêtes auprès des maîtres d'ouvrage tendent à démontrer que la fréquence de proposition de variantes est plus une résultante de la qualité du travail de conception du projet (maîtrise d'œuvre et son interaction avec la maîtrise d'ouvrage) qu'une résultante de la singularité de chaque entreprise en termes de disponibilité en matériel, savoir-faire, et main d'œuvre.

Ce qui contribuerait à expliquer pourquoi chez MOLBI-MAO, lié à la structure de contrôle technique de BILMO & Co -MAO (plusieurs dizaines de milliers de logements), on affirme : « *lorsque le projet part en appel d'offre il n'a rien à y redire. Et on finit toujours par trouver l'entreprise qui convient* ». Quand chez CHARENTÈZE-MAO, petit organisme HLM (2 300 logements), on assure : « *oui, à chaque fois il peut y avoir des variantes. Ils proposent des variantes techniques, des variantes financières, des variantes de durée et de délais, des variantes d'avance... Enfin, ils essayent par tous les moyens d'optimiser les prix* ».

Notons qu'affirmer « *on finit toujours par trouver l'entreprise qui convient* » c'est jouer sur l'effet de concurrence, sur l'obligation de marchés pour les entreprises dans un contexte de crise. Ce qui n'exclut pas que l'entreprise retenue accepte la proposition, anticipant une optimisation économique qu'elle s'emploiera à obtenir une fois le marché signé. « *Bon l'exemple typique, entreprise de gros œuvre : les baï onnettes [...] Le gars il va vous dire : moi si je fais ça, vous allez voir, je vous fais économiser (...) et puis lui il trouve une simplicité au niveau de la construction qui lui en fait gagner deux fois plus. Parce qu'il avait anticipé dans la réponse qu'il a faite au niveau de l'appel d'offre* » (OMAUFOYER-MAO).

Néanmoins, on peut distinguer deux attitudes chez les maîtres d'ouvrages : les maîtres d'ouvrages "variantes autorisées", dont le DCE laisse une importante marge de proposition aux entreprises ; les maîtres d'ouvrages "variantes interdites", dont le DCE laisse une très faible marge de proposition. Chez les premiers soit les détails du projet et/ou le CCTP sont suffisamment imprécis pour laisser le choix entre plusieurs procédés, soit il est demandé aux entreprises de proposer des variantes. Chez les seconds le projet est très détaillé et les variantes sont interdites. Dans le premier cas, on peut rester sur un mode d'implication très procédural. Dans le second cas, si les entreprises proposent des options mais qu'elles ne sont pas reconsultées sur l'option intéressant le maître d'ouvrage, l'implication de ce dernier se fait sur une base surtout relationnelle ; car on se trouve en porte à faux avec la loi Sapin.

S'entame alors un jeu complexe, surtout entre l'entreprise responsable du gros œuvre, le maître d'ouvrage, et l'architecte, mais qui peut impliquer aussi l'ingénierie de contrôle ou d'études de conception. L'entreprise développe un argumentaire, en termes surtout de gains d'argent et/ou de temps. L'architecte s'impliquera ou pas selon qu'il perçoit ou pas la modification comme une atteinte à son projet, voire qu'il y entrevoit ou pas la possibilité de réintroduire un détail qu'il avait dû retirer. Le maître d'ouvrage s'opposera ou soutiendra, ou s'abstiendra, selon les gains escomptés en termes financiers, de temps voire d'usages.

Le directeur technique de OMAUFOYER-MAO est du type "variantes interdites" : il préfère optimiser le projet de concert avec l'architecte. Il ne nie pas que les entreprises sachent optimiser un projet, au contraire, surtout chez les majors. Mais il craint de perdre le contrôle de l'opération. Il garde ainsi un mauvais souvenir d'un collègue auquel il avait succédé en phase consultation d'entreprises : « [il] s'était mis à négocier des variantes techniques avec je ne sais pas combien d'entreprises, et en plus des variantes différentes dans les entreprises de même corps d'état [...] il s'était substitué vraiment à l'architecte, sans avoir ni les compétences ni les moyens en fait en hommes et en moyens de gérer après le dossier. Donc on a été obligés de refaire l'appel d'offre et de bien préciser que surtout zéro variantes ».

À l'opposé, LEKOKON-MAO est un maître d'ouvrage "variantes autorisées". Il fait partie des maîtres d'ouvrage pour qui les capacités d'optimisation des entreprises sont un atout pour parvenir à la meilleure optimisation possible du projet. Alors que chez OMAUFOYER-MAO on perçoit le code des marchés publics comme un garde-fou, du moins depuis la loi Sapin, le directeur technique de LEKOKON-MAO le perçoit comme un handicap : « on est tellement encadrés par le code des marchés publics, qui est tellement rigoureux, qu'on a du mal à pouvoir bénéficier justement des apports techniques ou technologiques des entreprises [...] Si trente centimètres de portée ça peut permettre de gagner [...] quelque chose de significatif et augmenter des prestations de confort, nous on est tout de suite prêts à le prendre. Et effectivement avec le code des marchés publics c'est de plus en plus difficile... ».

Toutefois, même un directeur technique comme celui de OMAUFOYER-MAO, rétif à toute modification du projet tel qu'il a été conçu par l'architecte en accord avec le maître d'ouvrage, finit par reconnaître qu'il accepte quelques propositions de modifications par l'entreprise lauréate. Sur les parkings en sous-sol, par exemple : « sur le fond j'y serais pas opposé si on me disait "bon il faut pousser un ou deux parkings, on les remet ailleurs, etc..." ça ne me dérange pas. Des parkings c'est des parkings. Là-dessus je ne suis pas obtus ».

Le directeur de NIDOUYÈ-MAO est le seul cas (étude n° 7) où le maître d'ouvrage joue un rôle moteur dans la conduite de projets à structure poteaux porteurs. Il considère qu'il y a deux possibilités : « Il y a les maîtres d'ouvrage qui font entière confiance au maître d'œuvre (...) Et puis à la fin on lance l'appel d'offre, on passe pas dans les prix (...) alors on est obligés de recommencer, et puis il y a des entreprises de gros œuvre qui donc font des propositions d'optimisation (...) Ça veut dire que les maîtres d'œuvre perdent une part de leurs prérogatives au profit des entreprises (...) nationales qui sont structurées pour faire ça (...) Et c'est pas bien sûr là-dedans que moi je vais, je vais plutôt pour un type de management à l'anglo-saxonne, à savoir que le maître d'œuvre doit avoir un projet qui est le plus optimisé possible. Et que l'entreprise elle a peu de choses à pouvoir proposer pour baisser les prix ».

Ce débat n'est ni nouveau ni spécifique à la maîtrise d'ouvrage. Certains proposent une ingénierie de conception forte pour optimiser le projet. La méthode chez NIDOUYÈ-MAO est plutôt celle de BILMO-MAO, c'est-à-dire que le maître d'ouvrage dirige l'optimisation du projet par l'intermédiaire d'une structure juridiquement distincte. Ceci dit, même le directeur de NIDOUYÈ-MAO reconnaît que les entreprises d'exécution ne peuvent être totalement exclues de l'optimisation du projet. Bien plus, même dans le contexte d'un maître d'ouvrage dirigiste tel CASANIER-MAO, avec remise à l'architecte d'un épais cahier des charges et suivi de l'évolution du projet et du DCE, on peut aboutir à un appel d'offre infructueux et confier l'optimisation du projet à l'entreprise. C'est l'exemple de l'étude de cas n° 8, où l'entreprise de gros œuvre conduit à faire passer du voile porteur au poteau porteur, contrairement à l'étude de cas n° 7 où c'est le maître d'ouvrage qui fait passer du voile au poteau.

Si la fréquence de proposition de variantes paraît plus être une résultante de la qualité du projet que des caractéristiques de l'entreprise d'exécution, on remarque que certaines variantes sont plutôt liées à la qualité du projet, alors que d'autres sont plutôt liées à l'organisation de l'entreprise en matériels et hommes. En effet, pour ce qui est du gros œuvre, deux postes sont fréquemment cités : les parkings en sous-sol et les façades.

La fréquence des variantes pour les parkings tient aux différences de trames entre parkings et logements, mais aussi au fait que les architectes s'y intéressent peu. Ainsi, certains maîtres d'ouvrages, tel DOULOJI-MAO, surveillent de près la conception des parkings : ce sont ceux qui affirment avoir une fréquence de propositions de variantes sur les parkings relativement faible. Chez NIDOUYÉ-MAO (étude de cas n° 7) on a même fait concevoir un immeuble dont la superstructure occupe la même surface que l'infrastructure, soit un immeuble épais, pour simplifier les descentes de charges. En revanche, chez DOMUS-MAO on refuse presque toujours les variantes en superstructure mais on les accepte en infrastructure. En termes de choix techniques le concept « produit DOMUS-MAO », développé plus haut, recouvre la suivante division du travail : les façades à l'architecte, l'optimisation de l'infrastructure à l'entreprise de gros œuvre, et la programmation de l'intérieur au maître d'ouvrage.

La fréquence des variantes de façades tiendrait plutôt à l'organisation en hommes et matériels de l'entreprise. Chez CASANIER-MAO, de type "variantes interdites", on reconnaît : « *J'ai eu un certain nombre de programmes qui étaient façade béton où l'on nous a demandé de passer en parpaing* ». Chez CRÉMAYÈRE-MAO (variantes autorisées pour les façades) on admet que « *ça dépend des entreprises. Il y a une entreprise qui va vous faire systématiquement du parpaing enduit. Et puis d'autres entreprises qui systématiquement vous proposent du béton banché.* ». Par contre, chez OMAUFOYER-MAO (variantes interdites) on intègre qu'il faut choisir entre voile banché et parpaing en fonction du linéaire de façade : « *Quand vous avez une configuration comme celle-là vous avez un ratio de linéaire de façade qui est très élevé. Comme ça coûte très cher, puisqu'il faut mettre des banches en surplomb, etc... c'est compliqué, à mon avis ce sera en parpaing* ». Quant à LEKOKON-MAO, du type "variantes autorisées", on y affirme tenir compte de ce que « *les entreprises on toujours tendance à proposer des bâtiments le plus large possible, pour pouvoir investir moins sur les façades* ».

Selon que les maîtres d'ouvrages les facilitent ou pas, les variantes/options constituent une dimension plus ou moins importante des choix techniques de gros œuvre. Dans tous les cas l'implication du maître d'ouvrage dans les choix de variantes ne se fait pas à découvert. Si la variante est acceptée à la sélection de l'entreprise, soit il faut reprendre les plans d'architecte, que valide le maître d'ouvrage, soit tout se concrétise sur les plans d'exécution, que valide l'architecte. Si la variante est acceptée en cours d'exécution, il y a validation sur procès-verbal ; mais le maître d'ouvrage ne valide de cette façon que les plans d'architecte.

le probable prime sur le vécu et tend à freiner l'innovation :

Nous avons pu voir que les modalités d'implication technique des maîtres d'ouvrage étaient assez variables : d'une implication minimaliste, où les décisions tendraient à varier selon le chargé d'opération ; à une forte implication, avec des décisions plus homogènes d'un chargé d'opération à l'autre, s'insérant dans une stratégie globale prédéfinie, avec procédures de suivi et de validation. Mais dans tous les cas, des décisions techniques sont prises par la maîtrise d'ouvrage, à un moment ou un autre, que ce soit par un chargé d'opération ou un directeur technique. Nous donnerons ici des exemples de choix techniques de gros œuvre que peut connaître la maîtrise d'ouvrage, principalement au travers de directeurs techniques.

Nous avons vu que DOMUS-MAO affichait sa préférence pour le voile banché dans le cahier des charges remis à l'architecte. Comme nous n'avons pu réunir ce genre de document pour tous les maîtres d'ouvrage enquêtés, nous ne savons pas s'il s'agit d'une exception ou pas. En revanche, lorsque la question a été posée, aucun responsable de maîtrise d'ouvrage n'a exprimé une quelconque préférence en termes de système constructif, à une exception près.

En effet, le directeur technique de OMAUFOYER-MAO exprime sa préférence pour le voile : « *quand j'ai un programme et que je rencontre l'architecte je dis : c'est du béton. De toutes façons nous on a le choix entre béton et mur en parpaings. Du parpaing sur des ouvrages un peu hauts j'en veux pas, sauf en façade éventuellement. Et donc il n'y a*

pas d'autre solution ensuite que le béton... il n'y aurait que le poteau-poutre, mais alors là c'est exclus ».

Pourtant, ce responsable est relativement ouvert en ce qui concerne la question du plan évolutif, reconnaissant même que le voile en béton banché « *c'est pas très souple en termes de réorganisation de plateaux d'immeubles* ». Mais il s'agit d'une curiosité intellectuelle qui n'est plus de mise dès qu'il s'agit du travail opérationnel. S'agissant d'un petit organisme de maîtrise d'ouvrage, qui de plus construit peu depuis les années 80, on peut poser que la pratique de ce responsable correspond actuellement à la pratique de l'organisme.

On aurait un effet d'inertie générale : la maîtrise d'ouvrage reconduit les partis de gros œuvre les plus répandus ; or comme ceux-ci sont très répandus l'inhabituel est peu proposé. Le maître d'ouvrage n'a donc pas besoin d'afficher ses préférences : il ne les manifeste qu'en cas de proposition inhabituelle. En outre, nous avons vu que le processus de conception s'appuie sur une négociation plus ou moins poussée entre l'architecte et le maître d'ouvrage, ce dernier pouvant fortement conditionner le premier pour les choix techniques. De fait, dans aucune de nos huit études de cas poteau porteur l'architecte n'amène à lui seul le maître d'ouvrage à sortir de l'habituel. Soit le maître d'ouvrage intègre l'inhabituel à son programme en raison du caractère inhabituel de l'opération, soit il amène l'architecte à passer du voile au poteau (cas n° 4 et n° 7). Les seuls cas où le maître d'ouvrage est conduit à accepter de passer du voile au poteau c'est sur proposition de l'autre acteur majeur des choix techniques : l'entreprise de gros œuvre, en situation d'appel d'offre infructueux (cas n° 2 et n° 8).

Si les responsables interrogés n'expriment pas de préférences, ils n'hésitent pas à exprimer des réticences. Ainsi, pour le parpaing en façade chez CRÉMAYÈRE-MAO on affirme : « *quand c'est du parpaing enduit on exige nous d'avoir une qualité d'enduit avec un entoilage, par rapport à ce problème de fissurations* ». Chez DOULOJI-MAO on tend à refuser le parpaing, du moins en façade, et pour la pré-dalle « *On demande aux deux, à l'architecte et à l'entreprise, d'être attentifs à la position des joints, mais ce n'est pas un drame* ».

L'acceptation de la pré-dalle est une question que nous avons tenté de poser systématiquement : sur sept responsables ayant répondu, un seul a exprimé une nette réticence (CHARENTÈZE-MAO), les autres pondérant leur réticence par l'obligation de calepinage en fonction du cloisonnement (placer les joints au droit des cloisons). Chez DOMUS-MAO toutefois on effectue une distinction entre la pré-dalle "foraine", acceptée avec calepinage adéquat, et la pré-dalle "industrielle", systématiquement refusée.

C'est en interrogeant sur des détails constructifs que l'on peut dégager une réticence au poteau porteur (poteau-poutre béton, ossature métal). Si affirmer son hostilité aux parois légères séparatrices de logements ne constitue pas en soi l'affirmation d'une préférence pour le voile de refend porteur, elle tend à le devenir dès lors qu'elle se recoupe avec des réticences pour la « filière sèche », le plan libre, les retombées de poutre, et les poteaux ne coïncidant pas avec les cloisons. C'est ce que cherche à mettre en évidence le tableau 4.

Tableau 4 : positions de maîtrise d'ouvrage face à des choix techniques liés au poteau

	Plan libre ? Logement évolutif ?	Mur séparatif léger ?	La "filière sèche" ?	Retombées de poutres ?	Poteaux hors cloisons ?
ACHAILEM-MAO	Pas opposé	Pas opposé	-	-	-
TOURÉBAR-MAO	sceptique	Pas opposé	-	essai, à revoir	-
NIDOUYÉ-MAO	intérêt, l'utilise	intérêt, l'utilise	à voir, selon opération	réticent	réticent mais contraint
SAMSUFI-MAO	Intérêt	Intérêt	Intérêt	-	très réticent
OMAUFOYER-MAO	Utopique mais intéressant	Interdiction malgré essai	circonspect	-	plutôt favorable
LEKOKON-MAO	essai (voile) : pas d'intérêt	Réticence malgré essai	peu concerné	-	-
DOULOJI-MAO	essai (voile) : pas d'intérêt	Interdiction malgré essai	ne fonctionne qu'en labo !	-	-
CRÉMAYÈRE-MAO	Pas d'intérêt	Réticence malgré essai	circonspect	-	réticent
CHARENTÈZE-MAO	peut-être à long terme	Refus	-	réticent mais contraint	refus
BILMO & CO-MAO	Pas d'intérêt	Réticence	-	-	-
CASANIER-MAO	étude envisagée	Réticence malgré essai	réticent : coût, problèmes	réticent mais contraint	réticent mais contraint
DOMUS-MAO	Pas d'intérêt	Réticence malgré essai	hostile suite essai métal	essai, pas de retour	-
ETWANTHOME-MAO	essai (voile) : pas d'intérêt	Réticence	sceptique	pas concerné	-

Exception faite de ETWANTHOME-MAO, tous les maîtres d'ouvrage figurant dans le tableau 4 ont l'expérience du poteau porteur, pour la plupart au travers d'au moins une opération, voire au travers du passé professionnel du directeur technique (OMAUFOYER-MAO). Le tableau 4 montre que l'expérience, issue de réalisation d'opérations, n'est pas suffisante pour décider un maître d'ouvrage à faire confiance à un produit ou un procédé peu répandu⁶⁶. Sur 12 maîtres d'ouvrage confrontés au poteau porteur seuls quatre conservent un préjugé favorable.

Et encore, pour ACHAILEM-MAO c'est lié aux relations entretenues avec une école architecturale accordant une place importante à la trame libre. Les cas NIDOUYÉ-MAO et TOURÉBAR-MAO sont liés : ce dernier a hérité le suivi de chantier d'une opération poteau porteur montée par le directeur de NIDOUYÉ-MAO (étude de cas n° 7). Ce qui n'a pas conduit TOURÉBAR-MAO à faciliter une opération de comparaison poteau/voile (étude de cas n° 3). Quant à l'ancien directeur de NIDOUYÉ-MAO il ne trouve pas pour l'instant chez NITOUDOU-MAO, chez qui la rénovation prime, les moyens de refaire des opérations poteau porteur.

Pour SAMSUFI-MAO la persévérance dans le poteau porteur tend à relever du leitmotiv. Il s'agit d'ailleurs plus d'un choix pour le métal que pour le poteau porteur⁶⁷ : la réticence

⁶⁶ On mesurerait ici un effet pervers des REX : les maîtres d'ouvrages s'y intéressent plus pour boucler le financement d'une opération, que pour tester la reproductibilité de méthodes, produits ou procédés innovants ou peu répandus.

⁶⁷ Chez LEKOKON-MAO et NIDOUYÉ-MAO on a du mal à considérer l'ossature métallique comme du poteau porteur.

aux poteaux hors cloison, montre que l'on est dans une logique plus proche du voile (pan de métal) que du poteau. Bien plus, son directeur technique préfère revenir au voile plutôt que d'essayer le poteau poutre béton, s'il devait abandonner l'acier, en évoquant explicitement le risque de sinistre : « *j'aime pas trop parce que c'est quand même assez délicat à faire et que ça n'a pas une vie extraordinaire, il y a des désordres naturels à prévoir* ». Conséquence de sinistres en façade, liés aux différences de comportement dans le temps entre l'ossature et la maçonnerie de remplissage, pour deux bâtiments construits au début des années 1970.

Le tableau 4 révèle et précise la stratégie de réduction du risque qui guide les choix techniques de la maîtrise d'ouvrage : cette stratégie conduit à sélectionner des produits et procédés de construction moins en fonction de l'expérience de maîtrise d'ouvrage qu'en fonction d'un effet de masse statistique. Plus exactement, on retient les expériences négatives mais pas les expériences positives. Autrement dit, la maîtrise d'ouvrage privilégie les techniques réputées les plus éprouvées dans le contexte français. Ainsi, DOMUS-MAO a au moins une opération poteau porteur béton à son actif, qui date de 1993 ; il n'empêche que, nous l'avons vu, le cahier des charges remis à l'architecte exprime une forte préférence pour le voile.

L'exemple des parois légères (type Placostil) pour séparer des logements est significatif. Car il intègre une dimension peu abordée jusqu'ici : la prise en compte des usages, au travers de la représentation qu'en ont les responsables de maîtrise d'ouvrage. Usages qui, nous l'avons vu, comptent beaucoup plus dans les choix de second œuvre que dans les choix de gros œuvre. Mais avec les parois légères de séparation la distinction gros œuvre / second œuvre est remise en question. Or les responsables de maîtrise d'ouvrage évoquent essentiellement des problèmes de sécurité d'usage, directs (passer au travers) ou indirects (ça sonne creux). C'est-à-dire que l'évocation de ces problèmes d'usage renvoie à une perception probabiliste des procédés, qui fonde la stratégie de réduction du risque de la maîtrise d'ouvrage.

Le témoignage du directeur technique de CASANIER-MAO, qui a passé six ans en entreprise avant d'intégrer la maîtrise d'ouvrage, en est révélateur. Il éclaire aussi les différences de point de vue en fonction du rôle dans le processus de construction : « *on est pas tellement cloison Placostil. Moi j'ai travaillé en entreprise, je vous l'ai dit : j'étais beaucoup cloison Placostil, parce que au niveau rendement, au niveau rotation et tout ça, ça nous permettait d'avancer beaucoup plus vite les chantiers, c'était à la limite plus compétitif au niveau coût. Mais maintenant, en étant passé du côté de la maîtrise d'ouvrage, on s'aperçoit que les gens disent "hé, mais ça c'est du carton-pâte"* ». Ce qui ne l'a pas empêché d'autoriser l'emploi de séparatifs légers suite à appel d'offre infructueux (étude de cas n° 8) ; puis de continuer à s'y opposer, quand bien même ils ne posent aucun problème d'usage sur cette opération.

Le directeur technique de OMAUFOYER-MAO a vécu la même opération. Pour sa part, il a pu constater divers problèmes avec ce type de paroi, notamment l'incorporation de tableaux électriques. Ce qui l'a conforté dans la conviction qu'il existe un écart important entre les essais en laboratoire et la mise en œuvre sur chantier, en raison de la qualification des ouvriers habituellement employés sur les chantiers. Par conséquent, il s'oppose systématiquement aux parois séparatrices légères, mais se garde de le préciser par écrit.

Le directeur technique de LEKOKON-MAO justifie ses réticences plus par son expérience d'usager que de maître d'ouvrage. Certes, il relève que les locataires manifestent de l'appréhension en apprenant la nature des séparatifs (pregymétal) ; lesquels posent quelques problèmes (fissurations, étude de cas n° 6). Mais sa réticence provient surtout du souvenir d'un séjour en Espagne dans un bâtiment (hôtel) à poteaux porteurs et parois séparatrices légères. Même s'il constate que, pour les opérations à structure métallique, « *il y a quand même des entretoises, il y a quand même un certain nombre de choses qui font que l'on pourrait pas passer quand même avec une tronçonneuse comme ça d'un logement à l'autre* ». Dès lors, s'il n'a pas été opposé à l'emploi de séparatifs légers dans les deux opérations (REX) en métal qu'il a menées, il est très hostile à leur emploi en contexte voile de béton.

Quant au responsable des travaux de DOULOJI-MAO son hostilité n'est due qu'à sa perception des usages : "*les enfants auraient tôt fait de remarquer qu'il s'agit d'un matériau facilement attaquant au couteau et de s'amuser à creuser des trous*". Pourtant il est engagé depuis 1990 dans un programme en plusieurs tranches mettant en œuvre ossature métallique et parois légères. Parois dont il n'a eu connaissance d'aucun problème. Lui aussi insiste sur l'écart qui existe entre les expériences menées en laboratoire et la réalisation sur le tas, mais sans pouvoir donner d'exemples concrets de problèmes découlant de l'emploi de parois légères.

Étude de cas n° 3 : poteau versus voile

L'opération : Une REX, dépassant les 70 logements, en locatif, sur deux bâtiments ayant chacun un parking en sous-sol. Le but de la REX est de parvenir à une comparaison économique entre les deux bâtiments, à enveloppe externe identique mais à procédés constructifs différents. L'idée de l'opération est commune à un des architectes, VITRUVÉ-ARC, et à l'entreprise, étant née de collaborations antérieures. L'opération met en présence deux équipes de maîtrise d'œuvre mais une seule entreprise de gros œuvre (mandataire de groupement), pour des facilités de comparaisons. Afin d'obtenir les mêmes conditions d'exécution, mais pas la même conception, avec l'argument qu'il n'est économiquement pas intéressant de faire en poteau-poutre ce qui se fait en voile. Les bâtiments ont la même conception externe, mais différent en termes de distribution interne. Le chantier "voile" a démarré avant le chantier "poteau" en raison de problèmes de financement.

Le Maître d'Ouvrage : TOURÉBAR-MAO a connu quelques changements au cours du montage de cette opération, de sorte que l'actuel chargé d'opération n'est arrivé qu'en cours de route, ce qui fit craindre chez l'entreprise mandataire de voir remises en cause les options retenues. Bien que n'ayant pas d'expérience du poteau-poutre, et récemment arrivé dans la région, le chargé d'opération manifestait un a priori plutôt favorable quant à l'opération poteaux. Parce qu'il suivait aussi une autre réalisation poteaux dans la région, montée par un prédécesseur, qui s'avérait être économiquement très intéressante. C'est d'ailleurs sur la base des coûts obtenus sur cette dernière réalisation qu'il a mené les dernières négociations de prix concernant la REX. L'intérêt pour la comparaison économique voile / poteau ne transparaît pas dans les motivations du maître d'ouvrage. La motivation principale paraît plutôt être la possibilité de reproduire une opération ayant permis d'atteindre un coût au mètre carré jugé très intéressant. Le maître d'ouvrage lassé des reports de chantier, requis pour réunir l'ensemble des financements nécessaires permettant une réalisation simultanée des deux bâtiments, l'opération s'est finalement déroulée sur deux tranches, ce qui handicape quelque peu la comparaison.

Les architectes : ISIDORE-ARC est en quelque sorte l'architecte local, retenu par le maître d'ouvrage. En charge de l'opération voiles, il n'a pas énoncé de position particulière quant à l'expérimentation. On notera que, bien qu'il affirme avoir quelques réalisations poteaux porteurs à son actif, il considère que dans le logement une opération poteaux est généralement plus chère qu'une opération voiles, pour des raisons acoustiques (coût des cloisons légères). VITRUVÉ-ARC, en charge de l'opération poteaux, est un des initiateurs de l'expérimentation. Partisan de l'emploi de structures poteau dans le logement, il compte prouver que construire en poteau n'est pas plus cher que construire en voile.

L'entreprise : L'initiative de comparer deux solutions techniques en termes de coût final provient de la section parisienne de DOLOIRE-BÂT. Chez CHAÎNAGE-BÂT, la filiale locale, on est dubitatif sur l'intérêt de l'opération, car persuadé que dans le logement il est plus cher de construire en poteau qu'en voile. Le responsable parisien a dû donc fournir un travail de persuasion tant au niveau interne qu'au niveau des autres partenaires de l'opération, à l'exception de VITRUVÉ-ARC, acquis au poteau. Il a fallu notamment convaincre la maîtrise d'ouvrage, ce qui, selon le responsable parisien, n'a pas été facilité par les changements intervenus au sein de la maîtrise d'ouvrage. Parmi les points de résistance, figurait la question des planchers, puisqu'il n'a pas été facile de faire accepter le poteau-dalle au lieu du poteau-poutre.

conclusion sur les responsables de maîtrise d'ouvrage interrogés :

Un premier élément conclusif est l'importance de la négociation pour l'immixtion technique de la maîtrise d'ouvrage. Négociation avec l'architecte, lequel propose un projet que le maître d'ouvrage valide ou demande à modifier, tant au niveau des plans que du CCTP. Négociation avec les entreprises, lesquelles proposent des variantes que le maître d'ouvrage refuse ou discute en concertation avec le bureau de contrôle et la maîtrise d'œuvre. Négociation dont l'intensité, au niveau de la conception, ne va peut-être pas jusqu'à varier en sens inverse de l'intensité de la négociation au niveau de l'exécution. Toujours est-il que plus la qualité du projet est soignée moins les entreprises ont de possibilités de proposer des options/variantes. Ce qui tend à relever d'un choix de maîtrise d'ouvrage. Avec de possibles modulations, par exemple : négociation technique entre maîtrises d'œuvre et d'ouvrage pour la superstructure et possibilité de variantes d'entreprises seulement pour l'infrastructure.

Cette répartition de la négociation technique tend à être corrélée à la forme de l'immixtion technique du maître d'ouvrage. La note-programme est la partie la plus visible de cette immixtion : celle-ci ne risque pas d'être considérée comme fautive que si elle s'exprime en amont de la conception, avant que la maîtrise d'œuvre ne prenne des décisions. Suivant les cas cette visibilité représente une part variable de cette immixtion, c'est-à-dire que l'immixtion se manifeste plus ou moins tôt dans le processus de production d'un ouvrage, à savoir que la forme de cette immixtion varie entre les dimensions procédurales et relationnelles.

Quelque soit la forme d'immixtion de la maîtrise d'ouvrage, elle est mue par une même stratégie : privilégier les techniques les plus éprouvées pour réduire le risque. Cette stratégie prime même après expérimentations. Parce que seul le souci d'équilibre budgétaire peut pousser le maître d'ouvrage à sortir, provisoirement, de l'habituel : non seulement dans le cas de l'appel d'offre infructueux mais même dans le cas de l'expérimentation. Ainsi on constate que le maître d'ouvrage ne s'engage dans l'inhabituel que quand il est persuadé (étude de cas n° 7), ou qu'on le persuade, qu'il y a financièrement intérêt. Intérêt financier à court terme (boucler le financement) ou à plus long terme (adapter l'offre à la demande, étude de cas n° 7). Sauf lorsque le recours à l'inhabituel découle de contraintes de site (étude de cas n° 5).

CONCLUSION SUR LE RÔLE DE LA MAÎTRISE D'OUVRAGE DANS LES CHOIX TECHNIQUES

Nous avons fréquemment entendu l'expression "à chacun son métier", notamment du côté de la maîtrise d'ouvrage pour défendre l'idée qu'elle s'implique peu dans les choix techniques de gros œuvre. Cette expression fait abstraction de l'évolution des métiers et renvoie à des métiers figés et parfaitement délimités, un peu à l'image de la loi Spinetta. Ce qui fait fi d'une réalité du terrain où le maître d'ouvrage peut fortement s'impliquer dans les choix techniques de gros œuvre, tout au long du processus qui va de la programmation à la livraison du bâtiment. Immixtion assez variable dans sa forme, d'un maître d'ouvrage à l'autre, mais qui obéit à certaines règles : plus déclarée en phase conception qu'en phase exécution.

Une autre constante de cette immixtion de la maîtrise d'ouvrage est l'emploi de la négociation et d'un système de paravents. C'est-à-dire qu'une fois que le partenaire a été amené à tomber d'accord avec la maîtrise d'ouvrage, il assume la responsabilité de la décision technique prise : maître d'œuvre pour les choix relevant de la responsabilité du concepteur, entreprises pour les choix relevant de la responsabilité de l'exécution. Le maître d'ouvrage peut en outre s'appuyer sur ses "assistants", en l'occurrence l'ingénierie de contrôle : il peut s'en servir pour couvrir ses choix et/ou amener à faire pencher la balance des choix techniques en sa faveur. Et nous avons pu voir que l'ingénierie de contrôle renforce la tendance de la maîtrise d'ouvrage à tempérer les logiques de prototype de maîtrise d'œuvre et d'exécution.

On peut assimiler la logique de série du maître d'ouvrage à sa tendance à perpétuer des choix de matériaux d'une opération à l'autre, constance non figée dans le temps même pour le gros œuvre. En effet, interrogé sur sa politique technique le directeur technique de LEKOKON-MAO répond : « *On n'a pas de politique technique préconçue. La preuve, puisque l'on a un patrimoine relativement hétéroclite au niveau des partis constructifs* ». L'hégémonie du voile est donc assez récente et nombre de maîtres d'ouvrages ont un patrimoine plutôt hétéroclite, notamment avec les opérations des années 1960-1970, du moins en logement social.

Nous avons affirmé dans la première partie que le logement témoin et l'exigence de certification (Qualitel, Qualibat...) peuvent s'interpréter comme volonté de la maîtrise d'ouvrage de réduire l'incertitude liée à la logique de prototype. Or on a vu qu'ils font partie des outils de fixation des choix techniques des maîtres d'ouvrages, outils dont le degré d'utilisation contribue à définir le degré d'immixtion du maître d'ouvrage dans les choix techniques. Autrement dit, la tendance à tempérer les logiques de prototype de conception et d'exécution peut être beaucoup plus forte chez certains maîtres d'ouvrages que chez d'autres.

Bien plus, si volonté de réduction du risque et volonté de réduction de l'incertitude liée à la logique de prototype tendent à aller de pair, les stratégies techniques des maîtres d'ouvrages ne cherchent pas toujours à contraindre les logiques de prototype. Car ces stratégies se structurent entre deux pôles opposés : le degré de précision du DCE et la latitude accordée aux variantes/options. Autrement dit, si un bâtiment résidentiel est rarement la transcription intégrale du projet, on a des maîtres d'ouvrage qui cherchent à ce que l'écart entre conception et exécution soit le plus réduit possible et d'autres qui laissent une latitude plus importante.

Ainsi il faut sensiblement relativiser la rigidité qui sous-tend la logique de série des maîtres d'ouvrage : car elle est moindre chez certains et plus importante chez d'autres ; car la négociation est une importante dimension des choix techniques. Néanmoins ce chapitre sur les maîtres d'ouvrage confirme que ceux-ci tempèrent davantage les logiques de prototype, que ne tendent les entreprises à tempérer la logique de maîtrise d'ouvrage. Le Bâtiment n'en paraît que davantage être une industrie à logique de prototype contrariée.

Le degré de précision du DCE ne dépend pas forcément du maître d'ouvrage. Mais lorsque cette précision découle de la maîtrise d'œuvre elle ne peut être associée à une volonté de reconduire les mêmes choix techniques d'un chantier à l'autre : rares sont les architectes ayant une stratégie technique. En revanche, on trouve une réflexion du côté des entreprises, en termes de gestion du temps et des moyens, qui conditionne les choix techniques au travers de la proposition de variantes. Mais ceci n'est pas vrai pour toutes les entreprises. Ainsi, en corps d'état séparés le maître d'ouvrage tendrait à ne pas pouvoir jouer sur les variantes : dans ce contexte celui-ci serait le seul acteur majeur des choix techniques et sa logique de série, lorsqu'elle existe, tendrait toujours à contraindre les logiques de prototype.

L'entreprise de gros œuvre a une logique de prototype car elle ne retient pas toujours les mêmes choix constructifs à contraintes d'architecture, de délais, de site et de sol identiques. Or le second œuvre est beaucoup moins dépendant des contraintes de site, de sol et de délais que le gros œuvre. De telles contraintes n'ont pourtant pas empêché l'hégémonie du voile. Par ailleurs, l'implication du maître d'ouvrage dans les choix techniques serait fonction de la variabilité des matériaux d'un chantier à l'autre et porte ainsi surtout sur le second œuvre. Pourtant avec le second œuvre on peut s'abstraire des caractéristiques uniques d'un bâtiment (site, sol, architecture...), à l'exception des façades. En fait, la négociation sur les choix techniques peut se voir comme négociation sur les contraintes architecturales, et l'architecte, sans stratégie technique, comme plutôt coincé entre le marteau et l'enclume.

LA MAÎTRISE D'ŒUVRE : DES ACTEURS EFFACÉS

L'architecte a la capacité de jouer un rôle majeur dans les choix techniques de gros œuvre. Cependant la structure n'est généralement pas un moyen d'expression architecturale dans le résidentiel en France. Subordonnant de plus son pouvoir de conception au maître d'ouvrage, l'architecte cherche assez peu à échapper à l'hégémonie du voile banché. Quant à l'ingénierie de conception son rôle est d'assurer à l'architecte une maîtrise technique et économique. Elle tend à avoir peu d'initiative et à conforter l'hégémonie du voile banché. La maîtrise d'œuvre joue donc un rôle mineur dans les choix de gros œuvre.

UNE ARCHITECTURE QUI S'INTÉRESSE PLUS À LA FAÇADE ET À LA CELLULE QU'À LA STRUCTURE

des architectes sans stratégie technique conditionnés par les maîtres d'ouvrage :

L'architecte paraît plutôt effacé sur la scène des choix techniques. Il ne peut prétendre au rôle principal, jusqu'à la consultation d'entreprises voire au-delà que si le maître d'ouvrage ne se manifeste pas ou peu. Certes les variantes/options d'entreprises ne peuvent être acceptées sans aval de l'architecte. Mais l'appel d'offre infructueux est un exemple où l'architecte peut être contraint d'accepter une solution proposée par une entreprise de gros œuvre, même si le parti architectural est quelque peu remis en question (études de cas n° 2 et n° 8).

Plus généralement, l'architecte évolue sur un marché concurrentiel : sa capacité à remporter des marchés dépend de sa capacité à savoir parfois renoncer à certains aspects du projet pour en préserver d'autres. Bien sûr, sa notoriété et le jeu des relations peut diminuer l'impact de la concurrence à cet égard. Mais on est dans le contexte d'une production sur commande : le projet d'architecte est conçu sous contrainte des désirs du maître d'ouvrage, d'une part ; et, d'autre part, sous contrainte de la capacité à le réaliser des entreprises de bâtiment en général, et des entreprises retenues en particulier. Dans le contexte français, les choix techniques en général, et ceux de gros œuvre en particulier, ne font pas partie des éléments sur lesquels l'architecte négocie âprement, sauf quand ceux-ci remettent en question ses choix quant à l'apparence de l'enveloppe (façades en particulier) et/ou aux plans des cellules de logement.

En fait, l'architecte se distingue nettement du maître d'ouvrage en ce qu'il n'a pas de stratégie technique. Les maîtres d'ouvrage cherchent à reconduire les matériaux leur donnant satisfaction, sans que pour autant ces matériaux soient les mêmes d'un maître d'ouvrage à l'autre. Mais cette stratégie de réduction du risque a un impact évident en matière de gros œuvre : les décisions individuelles participent à ce que l'ensemble des maîtres d'ouvrage, en résidentiel collectif social, privilégient les choix de gros œuvre les plus usuels, et en particulier le voile de béton banché. Les architectes ont certes des parti-pris en termes techniques, surtout en ce qui concerne l'aspect des façades. Beaucoup cherchent aussi à se distinguer au travers de leurs projets. Mais ces préférences pour des matériaux et cette quête de distinction n'est généralement pas manifestée au travers de la structure de l'immeuble.

Tous les architectes interrogés ont au moins une réalisation poteau porteur en logement. Certains n'en sont pas partisans tels ANTHÉMOS-ARC, ISIDORE-ARC, et PHIDIAS-ARC. Si les enthousiasmes peuvent être plus marqués chez les autres, seuls deux d'entre eux associent leur pratique architecturale à un choix partisan de structure. Ce sont les seuls à posséder une stratégie technique, reconduisant leurs choix de structure d'une opération à l'autre en dépit des contraintes commerciales et/ou d'exécution. Ces architectes ont basé leur stratégie commerciale sur leur stratégie technique et transformé leur obstination en niche de marché.

Tel CALLICRATÈS-ARC qui a décidé, dans les années 1980, de ne plus faire de projets béton armé et de se spécialiser dans les projets à structure métallique. Spécialisation effectuée plus par rejet du béton que du voile ; voile qui lui paraît être « *le matériau de la paroi continue* ». CALLICRATÈS-ARC se place dans une perspective métal et non poteau

porteur, jugeant même "idiot" le poteau-poutre béton. En revanche, MNÉSIDÈS-ARC se place davantage dans une perspective poteau porteur, même s'il affirme ne pas s'agir d'un objectif en soi, que dans une perspective matériau : il recourt au béton, au métal et au bois, qu'il va jusqu'à associer.

Soulignons que l'architecte "partisan" rencontre moins de difficultés avec le poteau-poutre béton qu'avec les ossatures métal ou bois. Car pour ces dernières il faut non seulement vaincre les réticences des maîtres d'ouvrages et entreprises de bâtiment, comme pour le poteau-poutre béton, mais surmonter de plus des difficultés d'adjudication découlant de la très inégale disponibilité en entreprises compétentes et intéressées d'une région à l'autre.

Nonobstant nos deux architectes à stratégie technique font preuve d'une certaine souplesse pour surmonter les difficultés à vendre leurs idées. Si, du point de vue architectonique, on pose que les ossatures métal et bois sont à mi-chemin entre le voile et le poteau-poutre béton, CALLICRATÈS-ARC se situe sur l'ossature métal et évolue parfois vers le voile, avec quelques maîtres d'ouvrages, hors code des marchés publics, qu'il n'a pas été possible de convertir au métal. Alors que MNÉSIDÈS-ARC évolue sur l'ensemble de l'axe poteau porteur en jouant entre les matériaux : réalisant en béton ce qu'il ne peut réaliser en bois suite à problème d'adjudication ; utilisant le bois avec l'acier pour satisfaire aux exigences de résistance au feu.

Les autres architectes ne démontrent pas une telle constance dans leurs choix techniques de gros œuvre. Ainsi VITRUE-ARC, concepteur du bâtiment poteau d'une opération de comparaison poteau/voile (étude de cas n°3), déclare : « *Je ne suis pas non plus un fanatique du poteau. La seule chose que je veux c'est de pouvoir faire du poteau quand le poteau correspond à mon programme : quand je veux faire des appartements ouverts je ne peux pas utiliser du banché, c'est contradictoire !* ». Avis non partagé par IMHOTEP-ARC, architecte touche-à-tout : « *je ne suis pas sûr que le plan libre soit une bonne chose. Je ne suis pas sûr non plus que le poteau soit nécessaire pour le plan libre : on peut faire du plan libre avec du voile...* »

MNÉSIDÈS-ARC peut être rattaché à un courant architectural dont l'inspirateur s'est illustré dans le plan libre avec des structures poteau porteur. Pourtant il est le seul, des tenants de ce courant interrogés, à ne faire que du poteau porteur. EUPALINOS-ARC s'intéresse surtout à l'originalité de la distribution des logements et affirme ainsi ne pas vouloir se fixer sur la technique. Si ICTINOS-ARC a peu réalisé il a tout de même recouru au voile de béton banché, aux côtés de réalisations poteau porteur. Seul PIRANÈSE-ARC tente de ne plus réaliser de projets béton, ce qui ne constitue pas, pour l'instant, la base de sa stratégie commerciale : il a ainsi accepté de réaliser en parpaing un projet initialement conçu en ossature métallique.

Nous donnons à entendre qu'un architecte doté d'une stratégie technique ne peut que chercher à échapper à l'hégémonie du voile de béton armé, dans le contexte du résidentiel. À vrai dire, si le contexte général actuel est celui d'architectes, acteurs mineurs des choix techniques de gros œuvre, contribuant de façon passive à l'hégémonie du voile banché, il n'est pas dit que les architectes qui contribuent de façon active à cette hégémonie n'existent pas. De plus, l'architecte d'un projet voile banché ne va pas être nécessairement d'accord avec le maître d'ouvrage et/ou l'entreprise de bâtiment quant aux choix techniques de gros œuvre. Plus généralement, même si l'architecte tend à peu s'impliquer directement dans les choix de gros-œuvre, sauf lorsqu'il possède une stratégie technique, la façon dont il détaille son projet joue fortement sur la négociation des choix techniques.

On retrouve donc le lien entre niveau de précision du projet et marge de proposition laissée aux entreprises d'exécution. L'opinion manifestée par IMHOTEP-ARC est la plus courante chez les architectes interrogés : « *nous quand on dessine on laisse toujours la possibilité à l'entreprise de s'investir là où elle le souhaite et pas ailleurs* ». Propos ambigus qui signifient non pas que l'architecte est soumis aux désirs d'entreprises d'exécution mais que l'architecte ne détaille minutieusement son projet que là où il ne souhaite pas faire de concessions. VITRUE-ARC souligne toutefois que la façon dont l'architecte détaille son projet est très variable suivant le maître d'ouvrage.

Tableau 5 : degrés respectifs d'implication technique de l'architecte et du maître d'ouvrage

maître d'ouvrage	architecte	acteur majeur
forte	forte	maître d'ouvrage
	faible	maître d'ouvrage et architecte
faible	forte	maître d'ouvrage
	faible	architecte
		aucun des deux

L'architecte peut donc jouer un rôle d'importance dans les choix techniques de gros œuvre, mais ce rôle dépend de la latitude que lui accorde le maître d'ouvrage. Un architecte doté d'une stratégie technique peut être un acteur majeur des choix techniques. Mais encore faudra-t-il qu'il trouve un maître d'ouvrage qui accepte de réaliser son projet. Plus généralement, comme le montre le tableau 5, un architecte à forte implication dans les choix techniques ne peut détrôner le maître d'ouvrage, comme acteur majeur des choix techniques, que si ce dernier démontre une faible implication. Ce qui est un cas d'autant moins fréquent que la technique occupe une place secondaire dans l'expression architecturale en France.

Dans un tel contexte on comprend pourquoi VITRUE-ARC a le sentiment d'être dans un contexte d'inertie technique dont il attribue la responsabilité à la maîtrise d'ouvrage. À l'en croire, on aurait un triple verrouillage technique : des maîtres d'ouvrages préférant le voile banché au poteau-poutre ; une procédure de sélection incitant à la banalisation technique, favorisant donc la technique la mieux maîtrisée, le voile banché dans le collectif ; des entreprises de gros œuvre ne voulant pas remettre en cause leur part de travaux actuelle sur les chantiers. En revanche, le coût n'est pas avancé comme un facteur déterminant. Au contraire VITRUE-ARC affirme, que "... *par expérience, le banché et le poteau-poutre sont au même prix*" à savoir que pour les deux procédés "... *on aboutit au même coût final...*".

À vrai dire, les exemples de MNÉSIDÈS-ARC et CALLICRATÈS-ARC montrent que les architectes ont les moyens de contrebalancer le conservatisme technique des maîtres d'ouvrages. Tout comme l'étude de cas n° 1, qui est une illustration du tableau 5 et plus généralement des mécanismes de perpétuation de l'hégémonie du voile banché. ANTHÉMIOS-ARC, architecte à faible implication technique et plutôt partisan du voile, était peu favorable aux séparatifs légers. Il considère pourtant que c'est le maître d'ouvrage qui a pris la décision d'exiger l'emploi de parois lourdes, choix pourtant en contradiction avec la logique du projet (plateaux libres) : « *ce n'est pas nous c'est le maître d'ouvrage : nous avons eu un rôle uniquement de conseil, et c'est vrai qu'on y était pas favorables mais on nous aurait prouvé que toutes les performances étaient remplies, je pense qu'on aurait essayé* ». S'agissant d'un maître d'ouvrage à faible implication dans les choix technique, un architecte à plus forte implication technique et partisan du poteau aurait sans doute pu changer le cours des négociations.

l'architecte et sa culture technique face à ses partenaires

Là où l'essentiel des choix techniques est fixé par des documents graphiques plus l'architecte est précis dans son dessin plus il y aura de chances que ses choix techniques soient respectés par les entreprises d'exécution ; ce qui se vérifie particulièrement pour le gros œuvre. Nous avons vu que la précision du dessin de l'architecte peut dépendre du maître d'ouvrage. Nous allons vérifier maintenant dans quelle mesure le rôle que joue l'architecte dans les choix techniques, au travers de la précision de son dessin, est conditionné par le fait qu'il possède ou a réuni les compétences techniques nécessaires. Le tableau 6 est une approche de la façon dont les architectes intègrent les questions techniques dans le projet.

D'après les réponses obtenues, aucun des architectes enquêtés ne fait de l'architecture

en faisant abstraction de la technique. Malgré cette unanimité tous ne fixent pas les choix de structure dès l'esquisse. En outre, joindre une note technique à l'esquisse paraît être une pratique peu répandue. Bien plus, on observe ensuite une nette dispersion par rapport à la relation au bureau d'étude, d'une part, et à la question des reprises de charges pour les parkings situés sous l'immeuble. Dispersion qui ne paraît pas être fonction de l'existence d'une formation technique dans le curriculum de l'architecte. Le tableau 6 tend donc à montrer que les architectes ont des positions assez disparates face à la technique.

Tableau 6 : le rapport des architectes à la technique

	avoir parti architectural sans parti technique ?	le parti technique est fixé dès l'esquisse ?	une note technique est jointe à l'esquisse ?	recours à un BET si ce n'est pas obligatoire ?	effectue des reprises de charges en parking ?	avez-vous une formation technique ?
VITRUVÉ-ARC	non	non : APS	jamais	rarement	ponctuellement	oui +
ISIDORE-ARC	non	en fin APS	à l'APS	PDG BET	jamais	oui ++
ICTINOS-ARC	non	pas toujours	variable	conseil	-	oui ++
MNÉSIDÈS-ARC	non	oui	-	conseil	jamais	oui ++
ANTHÉMIOΣ-ARC	non	oui mais...	oui	ponctuel	ça arrive	non
IMHOTEP-ARC	non	oui	non	variable	pas beaucoup	oui
MACKINTOSH-ARC	non	envisagé	non	variable	variable	non
CALLICRATÈS-ARC	non	oui	-	conseil	non	non
EUPALINOS-ARC	non	non	-	conseil	pas souvent	non
PIRANÈSE-ARC	-	oui	-	oui	-	non
PHIDIAS-ARC	non	-	-	-	non grâce voile	non
CRONACRA-ARC	non	toujours	variable	oui	variable	oui - -

Soulignons alors que VITRUVÉ-ARC affirme que l'esquisse ne permet pas de fixer les choix de structure pour une question d'échelle : « on ne définit pas si c'est du poteau, c'est trop petit. C'est du 500 ou ponctuellement du 200 ème, on ne dessine ni les poteaux ni les voiles, ce n'est pas encore au niveau de l'échelle. Alors on peut commencer à penser à ce que l'on va faire. Mais en tous cas ça n'apparaît pas en tant que tel (...) En fait l'esquisse elle sert à valider la capacité du terrain ». VITRUVÉ-ARC ne fixe le parti technique qu'au niveau de l'avant-projet sommaire (APS), où l'échelle est suffisamment grande pour ce genre de détail. De même, ISIDORE-ARC affirme que le parti technique n'est fixé qu'en fin d'APS.

Pourtant la majorité des architectes enquêtés affirment fixer le parti technique dès l'esquisse. Les cas de VITRUVÉ-ARC et ISIDORE-ARC tendent en fait à montrer que la technique est secondaire pour les architectes. Et surtout que l'on se situe dans un système de conception assez ouvert, où le projet va se préciser petit à petit par discussions, éventuellement au sein de la maîtrise d'œuvre, mais avant tout avec la maîtrise d'ouvrage et ses conseils.

Les attitudes suivantes sont significatives du fait que la plupart des architectes pensent

d'abord architecture et ensuite technique. ANTHÉMIOS-ARC fixe les choix de gros œuvre dès l'esquisse, à laquelle il joint une note technique, sans qu'ils soient irréversibles. Bien plus, il tempère sa réponse au tableau 6 (première colonne) et affirme la primauté de l'architecture sur la technique : « *l'architecture finalement elle peut admettre beaucoup de partis techniques, en revanche un parti technique limite beaucoup l'architecture : je crois qu'il n'y a pas du tout de réciprocité en ce sens* ». En revanche pour ISIDORE-ARC, qui ne fixe le parti technique et élabore une note technique qu'en fin d'APS, « *toute architecture normalement sous-tend un parti technique et réciproquement tout parti technique entraîne l'architecture* ».

Le plus souvent, la réflexion architectonique, lorsqu'elle existe, ne vient qu'en cours de projet et est dépendante des éventuelles résistances rencontrées chez les autres partenaires, en particulier chez le maître d'ouvrage. En d'autres termes, il y a divergence sur la fonction de l'architectonique dans les stratégies commerciales des architectes enquêtés : elle est l'épine dorsale de la stratégie commerciale des architectes dotés d'une stratégie technique (MNÉSIDÈS-ARC et CALLICRATÈS-ARC) ; pour les autres architectes elle fait partie des « accessoires », que l'on garde, précise, rajoute ou enlève en fonction de l'évolution des négociations.

Le tableau 6 ne considère que la prise en compte de la technique dans les esquisses alors que la sélection d'architectes sur dossier est plus courante que la sélection sur concours. C'est-à-dire que le plus souvent le maître d'ouvrage ne sait pas quelle sera la structure porteuse du bâtiment lors de la sélection de l'architecte. Toutefois si l'esquisse peut faire abstraction de la technique tel n'est pas le cas du dossier des projets et réalisations de l'architecte. En effet, il présente des projets dans leur stade définitif ainsi que des détails d'exécution, pouvant ainsi être lu comme l'état du rapport de l'architecte à la technique. Autrement dit, il n'est pas impossible qu'une sélection sur la question voile / poteau puisse s'effectuer par ce biais.

Dans le tableau 6 la moitié des architectes possède une formation technique. On ne peut cependant généraliser : l'échantillon enquêté est très particulier, s'agissant d'architectes ayant réalisé au moins un ouvrage à poteaux porteurs. En tous cas, il ressort de nos enquêtes que l'importance accordée à la technique dans la formation de l'architecte n'est pas un élément déterminant dans la question des choix techniques.

VITRUYE-ARC, qui a fait une formation technique (DUT bâtiment / génie civil) avant d'entamer ses études d'architecture, se dispense le plus souvent de bureau d'études techniques lorsque le maître d'ouvrage n'en exige pas. Il estime qu'une formation technique est indispensable à l'architecte. Pourtant, VITRUYE-ARC considère que s'il n'avait pas fait cette formation technique il se dispenserait tout de même de BET, et que pour ce faire il se serait formé d'une façon ou d'une autre (sur le tas), en invoquant notamment la nécessité de maîtriser les coûts.

IMHOTEP-ARC considère que la sensibilité des architectes à la technique dépend de la nature des écoles d'architecture : « *quand je dis nous c'est l'agence, nous on a été formés à UP-1 où on faisait la technique en parallèle avec l'étude des fonctions intérieures à la construction* ». D'où la sensibilité de son agence à l'innovation technique. Ce qui n'en fait pourtant pas un partisan du poteau porteur. Bien plus, si IMHOTEP-ARC possède à son actif une réalisation en ossature acier en résidentiel, on ne peut vraiment pas dire qu'il en est l'initiateur (étude de cas n° 4).

ISIDORE-ARC a une double formation architecte et ingénieur. Il travaille généralement avec le bureau d'études dont il est associé majoritaire. Il considère que les architectes doivent être capables de maîtriser la technique, et que leur formation à cet égard est globalement insuffisante. Il nous semble pourtant que son activité de bureau d'études répond surtout à un souci d'intégration économique, pour avoir ainsi la capacité de remporter la totalité des missions de maîtrise d'œuvre et même l'élaboration des plans d'exécution. En effet, ce bureau d'études a une double compétence : conception et réalisation. ISIDORE-ARC s'occupe de la partie voile de l'étude de cas n° 3 et ne s'affirme pas comme partisan du poteau porteur.

Nous avons vu que les architectes du courant dont relève MNÉSIDÈS-ARC n'ont pas la même approche de la technique. Y compris pour ICTINOS-ARC qui possède une formation technique aussi solide que celle de MNÉSIDÈS-ARC. Chez ICTINOS-ARC l'architectonique tend à relever de l'accessoire ; il est ainsi plus conventionnel que MNÉSIDÈS-ARC dont certains projets sont techniquement assez osés. Néanmoins aucun ne se dispense totalement d'une assistance ponctuelle en ingénierie de conception. ICTINOS-ARC recourt ainsi parfois à un ingénieur conseil, par exemple en cas de désaccord technique avec une entreprise d'exécution.

L'ingénierie de conception n'apparaît pas indispensable aux yeux des architectes interrogés. Elle est certes considérée comme précieuse mais pour des besoins très ponctuels. ANTHÉMIOS-ARC résume assez bien l'impression générale : « *d'une manière générale le bureau d'études... ça rassure le maître d'ouvrage* ». ICTINOS-ARC ne peut retenir une pique : « *les BET qu'on nous impose en général n'ont qu'un souci c'est d'en faire le moins possible* ».

L'expérience permettrait à l'architecte d'acquérir les compétences techniques nécessaires à la conception d'un projet, tout au moins pour un projet en béton dans le contexte résidentiel. En d'autres termes, en logement, si un architecte peut totalement se dispenser d'une assistance en ingénierie de conception pour un projet béton, ce serait plus difficile pour un projet à structure acier. Nous y reviendrons dans la section assistance à la conception.

CRONACRA-ARC, formé sur le tas bien que passé par un lycée technique (chaudronnerie), souligne « *Il faut être capable de causer techniquement à la hauteur des BET. Sinon il est vrai que vous serez forcément un petit peu le jouet de ces BET, et ça complètement indépendamment d'imposer ou de ne pas imposer* ». À l'inverse, ICTINOS-ARC, à formation initiale technique plus poussée, pose : « *finalement même avec les bureaux d'études imposés c'est moi qui impose la technique. De toutes façons eux ils ne demandent que ça.* »

Ces deux architectes ne s'en rejoignent pas moins dans leurs propos. D'une part, parce ces propos démontrent que l'ingénieur tend encore à être perçu par l'architecte comme une entrave à sa liberté de conception. D'autre part, car ICTINOS-ARC affirme aussi que le BET tend à pousser vers les techniques les plus simples, moins coûteuses en heures d'études, sauf si l'architecte choisit de consulter un ingénieur-conseil pour pouvoir mieux persister dans ses idées, au détriment de ses propres honoraires. Autrement dit, ICTINOS-ARC pose que l'architecte doit faire preuve d'une certaine vigilance à l'égard du BET.

En somme, le rôle de l'architecte dans les choix techniques est plus une question de volonté que de formation. C'est ce qu'illustre l'écart entre discours et pratique quant au changement structurel en cours de conception. En effet, ICTINOS-ARC affirme : « *quand on a conçu un bâtiment il ne faut jamais permettre de changer de technique. Parce que si le bâtiment est bien conçu, il est conçu pour une technique et on ne fait pas un bâtiment en bois comme on pourrait faire un bâtiment en béton ou un bâtiment en acier* ». IMHOTEP-ARC partage ce point de vue mais souligne que passer du voile au poteau (étude de cas n° 4) n'a pas posé problème : « *une structure ponctuelle est plus facile à organiser qu'une structure par voile, donc au contraire ça a dû nous permettre de résoudre certains problèmes dans l'organisation spatiale* ». Il est dès lors bien moins satisfait d'un cas où il a dû passer du poteau au voile.

Toujours est-il que pour quatre de nos huit études de cas poteau porteur (n° 2, 4, 7, 8) le projet était initialement pensé en voile. Et dans l'étude de cas n° 1 on demande du poteau-poutre à un partisan du voile. De même, outre IMHOTEP-ARC, CRONACRA-ARC, PIRANÈSE-ARC, EUPALINOS-ARC, et VITRUVÉ-ARC ont tous été conduits à devoir réaliser en voile un projet conçu en poteau. Et seul CRONACRA-ARC reconnaît s'être trompé : sa mauvaise maîtrise de l'acier l'a conduit à devoir tout refaire en voile béton pour pouvoir rentrer dans les prix.

└ Tous les autres cas relèvent de ce que l'architecte doit arbitrer entre la rigueur dans ses principes et la nécessité de ne pas perdre des marchés. Mais les exemples de

MNÉSIDÈS-ARC et CALLICRATÈS-ARC montrent que rigueur dans les principes et stratégie commerciale sont compatibles. Si un architecte choisit de placer la technique dans le domaine de l'accessoire plutôt que dans celui de l'essentiel il s'agit surtout d'un choix personnel, lié à ses capacités commerciales, à ses arbitrages entre rigueur dans les idées et objectif de chiffre d'affaire... La formation n'intervient que de façon très générale, au sens où en France on apprend aux architectes à s'intéresser davantage aux façades et aux cellules de logement qu'à la structure.

Étude de cas n° 4 : un BET propose du poteau acier

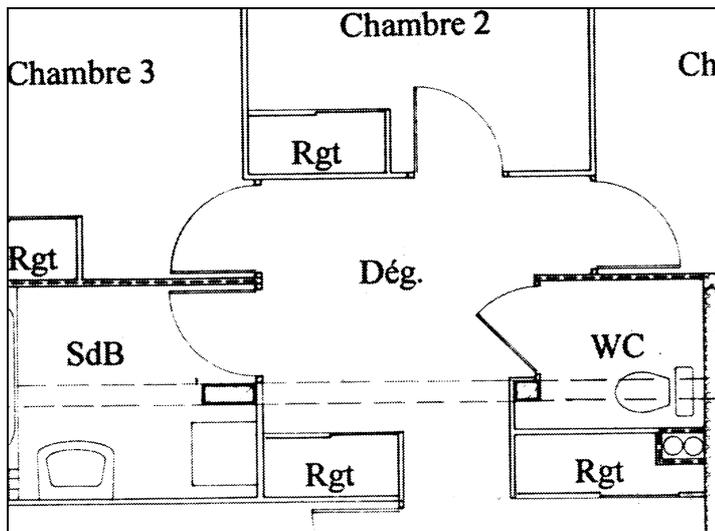
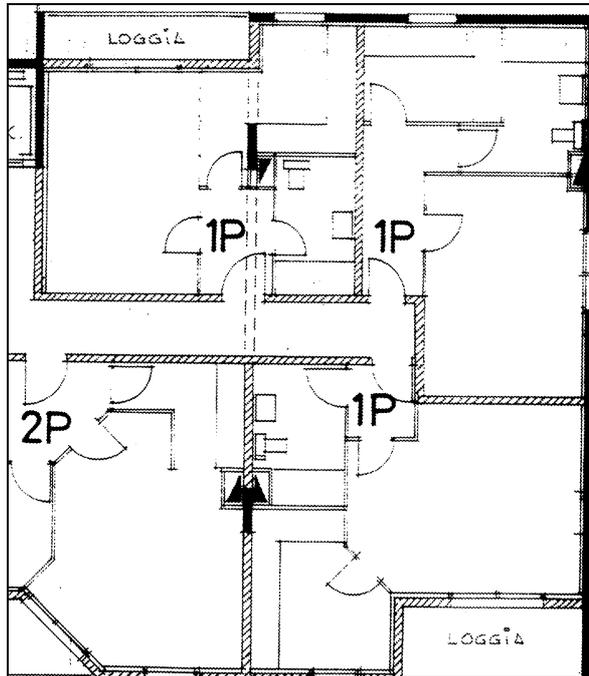
L'opération : Une REX, dépassant la cinquantaine de logements, en locatif, sur trois bâtiments, de R+2 à R+3, ayant chacun un parking en sous-sol. L'infrastructure est en béton armé ; la superstructure est en poteau-poutre acier avec dalle de béton coulée sur bac collaborant, et façades légères (métal, céramique, plâtre). L'origine de l'opération découle de la rencontre entre : un maître d'ouvrage à la recherche de financements, et un bureau d'étude lié à un industriel de l'acier cherchant à faire réaliser une opération à ossature acier. L'opération s'insérait dans le cadre des réalisations expérimentales dites de la "filiale acier".

Le Maître d'Ouvrage : Cette opération représente la première réalisation acier de SAMSUFI-MAO. Démarché par un bureau d'études lié à la sidérurgie SAMSUFI-MAO décide de tenter l'expérience. Une inconnue pesant sur le financement et les compétences des entreprises locales il est demandé à l'architecte de concevoir le projet en béton tout en intégrant la possibilité de le transformer en projet ossature acier. Le directeur technique de SAMSUFI-MAO est globalement satisfait de l'opération, considérant néanmoins qu'un meilleur résultat aurait pu être atteint en ce qui concerne les façades et les parois séparatives (PLACOSTIL). SAMSUFI-MAO a fait suivre cette REX de plusieurs autres réalisations en acier, essentiellement en raison du faible prix de l'acier à en croire le directeur technique. En fait, sans une volonté politique, le parti pris explicite de l'échelon directif le plus élevé de SAMSUFI-MAO pour l'acier, il est probable que cette REX n'aurait pas vu le jour, ou tout au moins qu'elle n'aurait pas été suivie d'autres réalisations acier.

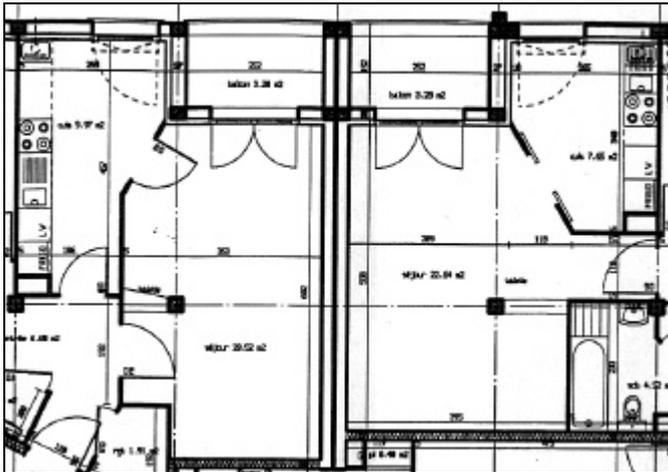
L'architecte : IMHOTEP-ARC a été sélectionné au terme d'un concours d'architecture et d'urbanisme, où les techniques constructives à employer pour les bâtiments proposés n'étaient pas prises en compte. Le maître d'ouvrage lui demanda ensuite de faire un avant-projet de bâtiment en béton armé transformable en ossature acier. Projet béton transformé en projet acier avec l'aide d'un bureau d'études lié à la sidérurgie. IMHOTEP-ARC a totalement souscrit à l'opération, se définissant comme un architecte très intéressé par la nouveauté. Néanmoins il considère qu'il n'est pas rentable de transformer un projet voile en projet poteau, ou l'inverse. Et déclare qu'il n'est pas particulièrement partisan du poteau, le voile autorisant des plateaux libres, ni même partisan du plateau libre. Il a tardé à obtenir une autre opération acier.

L'entreprise : COULIS-BÂT n'exprime pas de point de vue particulier sur la Rex, pour laquelle elle était en charge du gros œuvre (béton). Il est vrai qu'elle a été sélectionnée sur appel d'offres pour un marché en corps d'état séparés, et n'a guère dépassé le rôle d'exécutant sur cette opération. Nous n'avons pu savoir si COULIS-BÂT a proposé des variantes ou pas, et si des obstacles particuliers ont dû être surmontés en cours d'exécution.

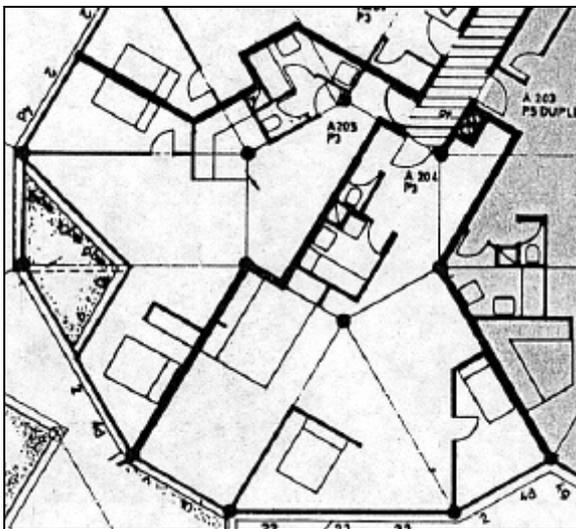
Poteaux, retombées de poutres et cloisonnement



En haut et ci-dessus l'architecte s'emploie à faire coïncider structure et cloisonnement. En haut les retombées de poutres sont plus importantes (le double) que ci-dessus.



Les poteaux coïncident avec le cloisonnement, qui les dissimule. L'architecte prend toutefois quelques libertés avec quelques poteaux. La désolidarisation n'est pas totale : des tablettes sont adjointes aux poteaux isolés, comme pour les justifier, leur donner une utilité.



L'architecte a pris nettement le parti de la désolidarisation : non seulement certains poteaux sont isolés, mais certaines parois sont complètement indépendantes des poteaux. Et les poteaux pris dans le cloisonnement sont perceptibles, par leur forme (ronds) et leur section plus importante.



Intérieur de logement avec poteau désolidarisé du cloisonnement

Pour la superstructure d'un immeuble résidentiel en France on emploie généralement du voile de béton banché. Par contre, on utilise pour l'infrastructure du poteau-poutre béton, sinon des voiles en béton banché fortement ajourés, lorsque cet immeuble comporte des parkings en sous-sol. Pourtant les trames utilisées pour la superstructure (logements) et pour l'infrastructure sont assez proches. Ce qui fait dire à VITRUVÉ-ARC « *avec une trame qui est entre cinq quarante et six mètres on fait ce qu'on veut* », expliquant ainsi qu'il est assez aisé de transférer sur l'infrastructure les descentes de charges de la superstructure, dès lors que l'immeuble ne comporte pas que des petits logements (que des studios par exemple).

PHIDIAS-ARC a une position assez proche affirmant que faire du voile tant en superstructure qu'en infrastructure facilite grandement les rattrapages de charges éventuels : « *la solution des descentes de voile ajourés en parking est certainement la solution la plus économique* ». MNÉSIDÈS-ARC affirme tout le contraire : le voile ne permet pas d'avoir la même trame en logements et en parkings. Or il est un des deux seuls architectes du tableau 6 qui conçoit des projets sans jamais avoir à effectuer des reprises de charge en parking. C'est parce qu'il utilise des poteaux porteurs avec une trame de 5x5 mètres aussi bien en parkings qu'en logements. Trame pratique pour éviter les variantes mais pas pour garer les automobiles.

Il s'agit là d'une question de maîtrise de l'écart entre l'ouvrage tel que conçu et l'ouvrage tel que réalisé. C'est sur les parkings en sous-sol que cet écart tend à être le plus important. Il est d'ailleurs significatif que l'autre architecte à ne jamais devoir effectuer de reprises de charge est ISIDORE-ARC, qui fait effectuer les plans d'exécution par le bureau d'études qu'il contrôle.

Soulignons qu'avec une trame entre cinq et six mètres on obtient un bâtiment d'une épaisseur de 12 à 14 mètres en superstructure, en comptant les circulations. Alors qu'en infrastructure le bâtiment a une épaisseur de 17 à 18 mètres, soit une allée centrale de six mètres avec deux places de 5,50 mètres de long de part et d'autre. Il est ainsi courant en France d'avoir des bâtiments plus épais en infrastructure qu'en superstructure. Les normes minimales dimensionnelles sont un élément explicatif couramment avancé qui nous paraît insatisfaisant. Certes ces normes sont en partie basées sur des éléments techniques impondérables, comme l'espace nécessaire à la circulation des automobiles. Toutefois des normes sont avant tout le reflet d'une société à un moment donné. En fait, la plupart des architectes paraissent habitués à cette façon de faire et ne font pas grand chose pour changer.

Ainsi, en cas de parkings en sous-sol d'un immeuble résidentiel, il est peu fréquent chez les architectes, en France, de concevoir réellement la superstructure en fonction de la trame de l'infrastructure et inversement. IMHOTEP-ARC, qui commence par dessiner les logements, puis les parkings, et procède ensuite aux adaptations nécessaires, nous paraît assez significatif : « *le parking passe après les logements s'il y a une décision à prendre* ».

IMHOTEP-ARC tempère d'ailleurs ceux qui, tel PHIDIAS-ARC, disent que le voile résout aisément le problème des descentes de charges : « *on sait que quand il y a un parking en dessous il faut que les voiles plombent et les gaines aussi, donc on essaie de faire ça au mieux. Ceci dit ça ne m'empêche pas d'avoir certains points particuliers pour que les halls d'entrée soient agréables (...) il y a des poutres qui effectivement supportent des voiles qui ne sont pas systématiquement sur les points porteurs. Mais il n'y en a pas beaucoup, c'est localisé en général au droit des paliers. Pour le reste on essaie de descendre les charges verticalement* ». On retrouve là l'importance du détail : soit PHIDIAS-ARC ne fait que des petits halls d'entrée, soit il laisse les entreprises optimiser les descentes de charges au niveau des parkings.

Concernant l'épaisseur des bâtiments ANTHÉMOS-ARC affirme « *le logement social qui est par essence un produit qui doit être économique fait que une pièce on ne la met pas dans le sens de la longueur, on la met dans le sens de la largeur... Toujours ! Sinon vous avez des bâtiments très peu épais avec un très long développement de façade, à ce mo-*

ment-là c'est l'enveloppe qui coûte cher ». Cet architecte paraît vivre la norme comme une fatalité, alors qu'abondent dans le logement social les exemples de bâtiment avec décrochements de façade et pièces n'étant pas toutes disposées dans le sens de la largeur. À vrai dire, les architectes cherchent davantage à éviter de réduire les bâtiments à de simples rectangles qu'à les épaissir.

Les entreprises de gros œuvre cherchent quant à elles à réduire le ratio de linéaire de façade en cherchant à diminuer les décrochements et à épaissir les bâtiments. Or avec les exemples de OMAUFOYER-MAO et LEKOKON-MAO nous avons vu qu'il y a des maîtres d'ouvrage qui sont relativement sensibles à cette demande des entreprises. Plus encore, c'est un maître d'ouvrage, et non pas l'architecte, qui a poussé à réaliser un bâtiment épais et pour ce faire a suggéré "l'astuce" des puits de lumière (étude de cas n° 7). Pourtant, l'architecture dite "proliférante" défie les habitudes actuelles en matière d'épaisseur des bâtiments et de rapport surface de plateau / linéaire de façade. Architecture surtout liée au poteau porteur, à laquelle EUPALINOS-ARC ou encore MACKINTOSH-ARC ont contribué. Architecture toutefois à ratio linéaire de façade / surface habitable plutôt élevé, c'est-à-dire peu compatible avec les conceptions économiques actuelles du logement, tout au moins social

Notons que la question de la trame est liée à la portée du plancher. [Huet et al. p. 10] suggèrent que la trame de 6 mètres résulterait d'un consensus. MACKINTOSH-ARC confirme, considérant que la trame est déterminée par la portée des planchers, elle-même définie par un optimum technico-économique. Cet architecte a démarré sa carrière au milieu des années 1950, époque où les planchers poutrelles-hourdis étaient les plus couramment utilisés. La portée technique de ces planchers était, selon lui, de quatre mètres. On peut généraliser le propos de [Huet et al.] en précisant toutefois qu'il s'agit d'un compromis lié à la technique dominante : situé autour de 4 mètres lorsque l'emploi des planchers à poutrelles était majoritaire, autour de 3 mètres lors de l'apogée du coffrage tunnel, autour de 6 mètres avec l'association plancher coulé en place (ou pré-dalle) / voile coulé en place.

C'est ce qu'illustrent quelques opérations expérimentales où l'emploi de planchers à portée supérieure à six mètres s'accompagne d'une remise en question de la trame classique. Dans l'étude de cas n° 1, l'initiative provient de l'entreprise, avec des portées de 7,60 mètres pour les pré-dalles et de 15,60 mètres pour les portiques. La superstructure est conçue en fonction de l'infrastructure : la largeur des travées correspond à trois places de stationnement. Mais la superstructure n'est pas nécessairement aussi épaisse que l'infrastructure (15,60 m.), les portiques autorisant un porte-à-faux de trois mètres pour une éventuelle animation des façades (retraits/avancées). Notons que ce conditionnement de la trame des logements par les parkings, et les portées des pré-dalles et des portiques, ne transparait pas dans le discours de l'architecte (ANTHÉMIOS-ARC) : « ... il y a un rapport direct entre la typologie des logements, le nombre de pièces qu'on peut éclairer en façade et la largeur de la trame ».

À vrai dire, ANTHÉMIOS-ARC paraît vivre le voile et la trame de 5,50/6 mètres comme des dogmes au point qu'il effectue un lien trame/structure : il a préféré figer en superstructure avec du parpaing les travées de 7,60 mètres, matérialisées par d'importantes retombées de poutres, au lieu de chercher à s'en affranchir. Ainsi pour ANTHÉMIOS-ARC, dans le contexte des contraintes de coût et de réglementation propres au logement social, la trame est déterminée par la nécessaire superposition entre la structure et les séparatifs de logement : « c'est très important, tant qu'on est obligé de doubler ces choses-là ou de séparer ces choses-là on retombe dans des problèmes insolubles ». Dans ce contexte contraignant « quand vous voulez avoir un trois pièces normal, une cuisine, un séjour, deux chambres... la trame qui naturellement vient s'étale entre 5,50 et 6 mètres ». Une trame de 7,60 mètres ne lui paraît intéressante qu'en s'affranchissant des contraintes du logement social : « quand vous avez une trame de 7,60 mètres de large, pour faire là-dedans un quatre pièces qui soit à 5% des surfaces minimales ça vous impose automatiquement l'épaisseur du bâtiment ».

Un autre exemple est celui d'un bâtiment à superstructure organisée par des travées de 9 mètres de large, soit la portée (9,15 mètres) des dalles alvéolées en béton précontraint

(DAP) prenant appui sur des voiles de béton banché perpendiculaires aux façades. Soulignons que les DAP autorisent des portées bien supérieures, et que l'architecte (VITRUVÉ-ARC) voulait employer des portées de 12 mètres pour faire porter les DAP de façade à façade et supprimer ainsi les voiles de refend. En revanche, malgré la présence de parkings en sous-sol, VITRUVÉ-ARC n'a pas proposé d'augmenter l'épaisseur du bâtiment en superstructure. En fait, VITRUVÉ-ARC cherche plus à s'affranchir des travées d'une largeur de six mètres que de la trame de six mètres : à ses yeux l'intérêt des plateaux libres est de pouvoir mélanger petits et grands logements, autrement dit de pouvoir mélanger des trames de trois et six mètres.

Ainsi, VITRUVÉ-ARC a pu sur certains points accroître sa liberté de conception sans bouleverser ses habitudes, d'autant plus qu'une collaboration architecte/industriel s'est effectuée dès le démarrage de la phase conception. Ce qui n'est pas du tout le cas, dans un autre exemple d'utilisation de DAP (cité par LEKOKON-MAO) : suite à appel d'offre entreprises infructueux une offre basée sur des DAP à portée de douze mètres a fini par être retenue. Ce qui a obligé l'architecte à modifier son projet, initialement pensé sur des portées de six mètres.

Si les architectes se désintéressent généralement de l'architectonique, obnubilés par les jeux de façade et de composition de cellules, leur façon de concevoir n'en est pas moins tellement conditionnée par la portée des planchers les plus couramment utilisés, et les justifications économiques afférentes, qu'ils ont du mal à s'affranchir de leurs habitudes même lorsqu'ils sont conduits à constater que certaines techniques le leur permettent. Ce n'est peut-être pas un hasard que ce soit CALLICRATÈS-ARC, doté d'une stratégie technique, qui affirme : « *personne n'est capable de dire quelle est la trame optimale qui coûte le moins cher* ». Pour préciser tout de même « *en acier on dit... mais c'est complètement abstrait : il semblerait que ce qui consomme le moins de poids d'acier c'est une trame qui serait entre sept et huit mètres ; mais ça reste à vérifier parce que ça dépend tellement du programme et des superpositions !* ».

En somme, à l'hégémonie du voile correspond l'hégémonie d'une trame (6 mètres) qui correspond à l'hégémonie d'une portée de plancher qui correspond à un consensus technico-économique basé sur les épaisseurs minimales imposées par la réglementation acoustique (anciennement : 18 cm). Au point que le mur de refend paraît être vécu comme une contrainte incontournable pour maints architectes français, du moins dans le contexte du logement social. Soulignons à cet égard que les opérations de logement à ossature métallique tendent à reproduire en partie les habitudes liées au voile : en ossature métallique il y a coïncidence entre la structure et les séparatifs⁶⁸. De même, le poteau poutre béton, lorsqu'il y a retombées de poutres, ne parvient pas à s'affranchir du mur de refend, les architectes faisant, d'eux-mêmes ou sous pression du maître d'ouvrage, coïncider parois et retombées de poutres.

Finalement, le seul type de structure s'affranchissant totalement de la figure du voile est le poteau avec poutres noyées dans la dalle, ou plus généralement le poteau-dalle, dès lors que les séparatifs sont suffisamment légers pour pouvoir s'affranchir de l'alignement des poteaux. À cet égard VITRUVÉ-ARC fait remarquer que le poteau-dalle n'est économiquement possible, dans le contexte du logement social, que si la trame est petite ; sous-entendant ainsi qu'une forêt de poteau réduit fortement la liberté de conception. Pourtant VITRUVÉ-ARC n'hésite pas à affirmer « *il faut que le poteau permette d'implanter des cloisons d'un niveau à l'autre de manière différente, sinon ce n'est pas la peine d'en faire* ». Ce qui laisse entendre qu'il est prêt à dissocier les retombées de poutres des parois, du moins en théorie.

En fait, l'argument économique est à relativiser : le coût total d'un ouvrage résulte notamment de choix entre différentes prestations. Et surtout l'argument économique ne doit pas occulter que les poteaux peuvent être dissociés des cloisons : « *dans le principe même, le cloisonnement n'a aucune raison d'aller de poteau à poteau. Ce n'est pas du*

⁶⁸ Une structure métallique se décompose en structure primaire (poteaux et poutres), surtout porteuse, et structure secondaire (poutrelles, entretoises...), plutôt à rôle de contreventement et avec laquelle coïncident les séparatifs.

tout la logique de ces jeux d'enfants où le dessin se reconstitue en allant d'un numéro à l'autre... » (EUPALINOS-ARC). Mais si EUPALINOS-ARC peut jouer sur le placement poteau / cloison il ne les dissocie pas systématiquement : « C'est essentiellement un cas d'espèce. Pour des raisons de franchise constructive, j'aurais tendance à dégager au maximum les poteaux, mais parfois cela ne s'impose pas. L'épaisseur des poteaux et celle des cloisons n'ayant rien à voir, le poteau pris dans une cloison reste de toutes façons visible ».

Ces exemples montrent que la liberté de conception de trames, de portées de planchers, d'épaisseurs de bâtiments, et les optimisations de descentes de charges afférentes sont beaucoup moins réduites que ne l'affirment certains, y compris dans le contexte du logement social. Ce qui est à rapprocher du fait que l'architecte n'est porteur du projet d'innovation que pour une (n° 3) de nos huit études de cas. Le rôle effacé tenu par les architectes dans les choix techniques de gros œuvre tient moins à ce que leur liberté de conception peut être fortement conditionnée par la maîtrise d'ouvrage qu'à ce qu'ils s'y intéressent généralement peu. Pourtant l'architecte est censé être maître du détail : examiner sa façon de gérer les variantes d'entreprises permet d'illustrer comment il ne contrôle que les détails qui l'intéressent.

le détail et la variante : positions d'architectes

C'est sur les détails permettant de transposer le projet en ouvrage que se fait la rencontre avec les entreprises d'exécution concernant les choix techniques. Nous avons résumé cette rencontre à la négociation autour de la proposition de variantes, qui se produit lors de la consultation d'entreprise et/ou lors de la définition de l'exécution (tableau 2). Et nous avons posé que le plus souvent les négociations techniques se feraient après signature du marché, lors de la définition de l'exécution. Ce que confirme ANTHÉMIOS-ARC : « *lorsque l'entreprise a fait la réponse, lorsqu'on rencontre le programme et qu'on passe à la phase d'après... la négociation du marché, la mise au point du dossier d'exécution, là on discute...* ».

Le dossier d'exécution des ouvrages (DEO) cristalliserait l'intervention des entreprises d'exécution dans les choix techniques. Pour le gros œuvre c'est l'entreprise adjudicataire qui le monte, et l'architecte valide après vérification par l'ingénierie de contrôle. Processus qui implique aussi le maître d'ouvrage qui fait pencher la balance soit du côté de l'architecte soit du côté de l'entreprise, relance, s'abstient, choisit de s'en remettre au bureau de contrôle... DEO qui n'est bouclé qu'une fois l'ouvrage exécuté et tend ainsi à se confondre avec le dossier des ouvrages exécutés (DOE), car les modifications en cours d'exécution sont monnaie courante. En effet, l'anticipation dans l'exécution est une pratique fortement variable d'une entreprise à l'autre, voire même d'une opération à l'autre pour une même entreprise.

Si le détail d'architecture conditionne les propositions de variantes il ne les explique pas. Car sinon il suffirait de trouver la limite où le projet est suffisamment imprécis pour que toute entreprise puisse mettre en œuvre sans avoir à proposer des modifications. La fréquence des variantes vient aussi de ce que chaque entreprise a des méthodes et matériels différents, ce que ne peuvent pas prendre en compte les projets. Elle provient en outre de ce que certaines entreprises cherchent à optimiser le projet à partir de leurs propres méthodes et matériels.

On est là dans une rhétorique proche de celle évoquée pour l'optimisation des descentes de charges : on peut soit partir de la trame du parking et remonter, soit partir de la trame des logements et descendre. Pour optimiser un projet on peut partir de la conception ou de l'exécution. Dans le premier cas, partir de la conception, l'entreprise tend à être réduite à un rôle d'exécutant. Dans le second cas, partir de l'exécution, l'architecte tend à devoir accepter de perdre du pouvoir de conception. Dans la pratique, les variantes représentent une tentative de conciliation entre logiques différentes : la logique de prototype d'architecte, tempérée par la logique de série de maîtrise d'ouvrage, et la logique de prototype d'entreprise d'exécution.

C'est ce que reflètent en partie les propos de CALLICRATÈS-ARC « *la logique des entreprises générales c'était de faire en sorte qu'il y ait le moins d'études possible et puis sur le chantier il fallait se dépatouiller [...] c'est exactement l'inverse qu'il faut faire* ». C'est, entre autres, ce qui a conduit cet architecte à se tourner vers l'ossature métallique dont les entreprises lui paraissent pouvoir contribuer à l'optimisation d'un projet, contrairement aux entreprises de gros œuvre béton. D'autres architectes ne partagent pas cette conception très personnelle, mais de façon générale il ressort que les deux logiques ne sont pas nécessairement opposées.

En effet, tous les architectes interrogés, même les plus rétifs aux variantes, ont souligné que les entreprises pouvaient parfois leur apporter beaucoup. On peut tenir le discours de ANTHÉMIOS-ARC comme assez représentatif à cet égard : « *quelquefois c'est vrai que ça se transforme parce que c'est nous qui n'avons pas été jusqu'au bout de la démarche (...) les entreprises peuvent aussi nous apporter beaucoup parce qu'elles mettent le point sur des choses, par exemple difficiles à réaliser, etc... nous obligent à tirer un peu la substantifique moelle de ce qui a été conçu et on arrive à des choses plus simples et souvent mieux* ».

L'architecte établit généralement le dossier de consultation entreprises, même s'il est subordonné au maître d'ouvrage et doit parfois déléguer des parties plus ou moins importantes du DCE à la structure d'assistance à la conception. Du tableau 7 il semble ressortir qu'une part importante des architectes enquêtés poussent le souci du détail jusqu'à s'occuper des emplacements des trous de banche, des plans de coffrage, et du mode de mise en œuvre des planchers. En fait, il s'agit de cas exceptionnels : en témoigne la rareté des missions M1. Ainsi, MACKINTOSH-ARC affirme "*faire le Plan d'Exécution des Ouvrages c'est s'engueuler avec l'entreprise, qui conteste*", résumant l'avis général que confier la réalisation des plans d'exécution à la maîtrise d'œuvre est très mal vu par les entreprises d'exécution.

Tableau 7 : architectes, détails d'exécution et variantes d'entreprises

architecte	établissez vous le DCE ?	acceptez vous les variantes de l'entreprise en charge du gros œuvre?	qui détaille les plans de coffrages, spécifie la mise en œuvre des planchers ?	les entreprises proposent-elles systématiquement des variantes?
VITRUVÉ-ARC ISIDORE-ARC	toujours dans 90% des cas	peu enclin oui sauf parking	l'entreprise son BET et l'entreprise	souvent incitées à le faire
ICTINOS-ARC	variable	oui	pas toujours entreprise	souvent
MNÉSIDÈS-ARC ANTHÉMIOS-ARC IMHOTEP-ARC	toujours oui oui	oui on discute... réticent mais...	entreprise entreprise le + souvent pas toujours entreprise	variable toujours souvent
MACKINTOSH-ARC	toujours	réticent	entreprise	souvent
CALLICRATÈS-ARC	oui	oui si...	variable	souvent
EUPALINOS-ARC PIRANÈSE-ARC PHIDIAS-ARC CRONACRA-ARC	oui oui oui oui	oui si... oui oui si... oui si...	entreprise variable variable entreprise	souvent souvent toujours souvent

Revenons alors sur le cas de ISIDORE-ARC qui contrôle un BET qui a la particularité d'effectuer à la fois de la conception et de l'exécution. En effet, ISIDORE-ARC ne figure

pas parmi les architectes fournissant un projet très détaillé laissant pas ou peu de possibilités de variantes aux entreprises d'exécution. Au contraire, la stratégie d'intégration de ISIDORE-ARC a pour seul objectif d'accroître sa part d'honoraires, en jouant sur le fait que son BET est déjà partie prenante à la conception pour se faire confier la réalisation des plans d'exécution, souvent sous-traités par les entreprises d'exécution. Pour ce faire ISIDORE-ARC veille à laisser des possibilités de variantes aux entreprises, et les encourage même à faire des propositions, afin que la réalisation des plans d'exécution par son BET ne heurte pas leurs habitudes de travail.

En somme, le tableau 7 tend à illustrer que la façon de réduire l'écart entre ouvrage conçu et ouvrage exécuté varie d'un architecte à l'autre. Sur ce qu'il désire contrôler l'architecte pousse le détail de conception jusqu'à en faire un détail d'exécution, ou du moins fortement conditionner le détail d'exécution. Plus généralement, comme pour les maîtres d'ouvrage, on aurait des architectes dont le DCE laisse une faible marge d'intervention aux entreprises, et des architectes dont le DCE laisse une importante marge de proposition aux entreprises.

CALLICRATÈS-ARC est un représentant du premier type, affirmant à propos des descentes de charges « *là il y a des optimisations qui en principe sont faites au niveau des architectes. L'architecte qui ne le fait pas c'est qu'il ne fait pas bien son métier* ». PHIDIAS-ARC est plutôt un représentant du second type : « *il est bien évident que l'architecte ne peut pas proposer une solution ultra-économique au premier coup [...] s'il a la chance de passer dans les prix au premier coup son projet n'est pas altéré, et s'il est par contre très au-dessus de la barre son projet doit être profondément modulé* ». Pourtant ces deux architectes fournissent la même réponse dans le tableau 7 : ils acceptent les variantes à condition que... C'est parce que ces architectes ne cherchent pas à conserver le contrôle de la conception de la même façon : CALLICRATÈS-ARC est doté d'une stratégie technique et s'intéresse pas seulement à la façade et aux cellules de logement, comme PHIDIAS-ARC, mais aussi à la structure.

Il ressort du tableau 7 que la pratique des variantes est fréquente, même si les architectes rejettent le qualificatif de "systématique". Là encore, nous avons été confronté à une difficulté sémantique, comme l'illustre la remarque de CALLICRATÈS-ARC : « *en principe la loi MOP interdit les variantes. Ça s'appelle options, maintenant, et elles doivent obligatoirement être décrites* ». La réponse faite par ANTHÉMIOS-ARC est très intéressante : « *... on les demande toujours en prix de base, c'est-à-dire sur le projet. Après ça on discute, parce que de toutes façons on finit toujours par modifier des choses* ». Il est ainsi le seul architecte à reconnaître, implicitement, le systématisme dans la suggestion de contre-propositions par les entreprises. Néanmoins, la fréquence des variantes, telle que perçue par les architectes, pourrait dépendre de la taille moyenne des entreprises avec lesquelles ils travaillent, sachant que les petites entreprises auraient moins tendance à faire des contre-propositions que les grandes.

Les contre-propositions des entreprises sont parfois d'envergure, conduisant à d'importantes modifications des partis de gros œuvre. En dehors des cas d'appel d'offre infructueux ou de défaillance d'entreprise, il s'agit de situations où l'architecte n'a pas suffisamment convaincu le maître d'ouvrage de maintenir les choix de structure, ou préfère sacrifier la structure pour pouvoir maintenir d'autres caractéristiques du projet. VITRUVÉ-ARC admet ainsi avoir déjà dû modifier un projet poteau-poutre en projet voile banché sous pression de l'entreprise de gros œuvre, qui pourtant avait été sélectionnée pour réaliser le projet en poteau porteur. Plus généralement, les contre-propositions structure voile aux projets poteau porteur sont monnaie courante, sans quelles aient été pour autant acceptées. Les contre-propositions poteau aux projets voile existent aussi (études de cas n° 2 et n° 8) mais sont plus rares.

Néanmoins la tendance générale des entreprises de gros œuvre est beaucoup plus de fournir des propositions sur des détails de structure que sur l'ensemble de la structure. Ce qui tient à ce que les architectes détiennent avant tout un savoir de conception (projet) alors que les entreprises détiennent avant tout un savoir d'exécution. C'est ce que reconnaît CALLICRATÈS-ARC, qui est pourtant du type DCE laissant une faible marge d'intervention aux entreprises, et en outre doté d'une stratégie technique : « *le savoir de*

l'entreprise il commence là : c'est un savoir de détail ». Le concept du détail laissé à l'entreprise n'en varie pas moins d'un architecte à l'autre, voire même d'un projet à l'autre.

De façon générale, et étant donné que l'infrastructure n'est pas la tasse de thé de l'expression architecturale, c'est pour les parkings en sous-sol que les propositions des entreprises paraissent être les plus systématiques et être les plus facilement acceptées par les architectes. EUPALINOS-ARC admet ainsi à propos des parkings : « *souvent quand on cherche des économies c'est là qu'on les cherche : c'est moins contraignant du point de vue de l'aspect du bâtiment* ». ANTHÉMIOS-ARC précise : « *ce n'est pas uniquement le sous-sol, ça peut être la cage d'escaliers, ça peut être tous les éléments qui sont des éléments intérieurs, de structure du bâtiment, qui ne remettent pas en cause la fonctionnalité de l'architecture du bâtiment* ».

Plus généralement, l'architecte s'occupe peu des détails du projet qui lui paraissent être à faible signification architecturale, détails qui relèvent alors des compétences de l'entreprise. La notion de signification architecturale est variable mais se fonde en partie sur la visibilité : pour les façades MNÉSIDÈS-ARC et VITRUVÉ-ARC intègrent que là où certaines entreprises préfèrent le parpaing d'autres proposent le voile coulé en place et laissent la possibilité du choix à l'entreprise. Autrement dit, pour tenir compte des contraintes de disponibilités en matériel et main d'œuvre propres à chaque entreprise, ces architectes acceptent des propositions de variantes affectant les façades parce que ces choix de gros œuvre n'affectent pas l'aspect final de la façade, déterminé par les choix d'enduit. En effet, ces architectes refusent toute variante lorsque leur choix s'est porté sur des façades préfabriquées.

Plus exactement, l'architecte conçoit le projet avec des détails essentiels et des détails accessoires, accessoires qui lui serviront à préserver ce qui lui paraît le plus essentiel en fonction de l'évolution des négociations. C'est ce que résume ICTINOS-ARC de la façon suivante : « *pour moi discuter avec l'entreprise c'est ça, c'est-à-dire ne pas céder sur l'essentiel et puis en même temps rentrer dans le budget* ». Cette frontière essentiel / accessoire est très variable, y compris pour un même architecte, et évolue dans le temps.

ICTINOS-ARC est ainsi passé du poteau sans retombée de poutre au poteau avec retombée de poutre : parce que les entreprises ne cessaient de jouer sur l'argument que la poutre noyée coûte plus cher, argument efficace dans le contexte du logement social pour faire des contre-propositions avec retombée de poutre. PIRANÈSE-ARC soulève le même problème. À vrai dire ces architectes ont tout simplement fini par faire sortir la poutre noyée du détail essentiel, car d'autres paramètres leurs paraissaient plus importants. En effet, leur inspirateur était parvenu en son temps à faire accepter par une entreprise la poutre noyée dans le plancher. Notons que ses disciples auraient pu faire appel à la même entreprise pour profiter de la baisse de coût relative inhérente à la capitalisation provenant de la répétition des chantiers. Mais l'entreprise en question a fini par faire faillite. Et à terme risquait de se poser le problème de la compatibilité de cette façon de faire avec le code des marchés publics.

conclusion sur les architectes interrogés :

La façon dont l'architecte détaille son projet joue fortement sur la négociation des choix techniques. Cependant le projet d'architecte est conçu sous contrainte des désirs du maître d'ouvrage, ainsi que de la capacité à le réaliser des entreprises retenues. On se trouve donc dans un système de conception assez ouvert, où le projet va se préciser petit à petit par discussions, au sein de la maîtrise d'œuvre, avec la maîtrise d'ouvrage et ses conseils, et avec les entreprises d'exécution. L'architecte tend alors à concevoir le projet comme un ensemble modulable, avec des détails essentiels et des détails accessoires, ces derniers permettant de préserver l'essentiel en fonction de l'évolution des négociations. Les architectes français choisissent de placer les choix de gros œuvre dans le domaine de l'accessoire plutôt que dans celui de l'essentiel, et tendent ainsi à conforter l'hégémonie du voile banché.

Pourtant, les architectes ont les moyens de contrebalancer le conservatisme technique des maîtres d'ouvrages et d'imposer des choix de structure ne correspondant pas aux habitudes des entreprises dans le résidentiel : c'est ce que montre l'exemple des architectes à stratégie technique. En outre, la question des trames, des épaisseurs de bâtiments, et des optimisations de descentes de charges montre que les architectes tendent à sous-estimer leur liberté de conception, y compris dans le contexte du logement social. Et la place de l'architecte dans les choix techniques est moins une question de formation initiale que de choix personnel.

Si l'architecte "variantes autorisées" n'est pas nécessairement un architecte "faible", en termes d'implication dans les choix techniques, l'architecte à stratégie technique nous paraît plutôt être de type "variantes interdites" et plutôt être "fort". Dans tous les cas, le rôle de l'architecte dans les choix techniques dépendra du rôle du maître d'ouvrage, à savoir des croisements effectués dans le tableau 5 : les rares cas d'architectes acteur majeur des choix techniques correspondraient à des opérations à maîtres d'ouvrage à faible implication technique.

LA STRUCTURE D'ASSISTANCE À LA CONCEPTION : VÉRIFIER ET NON PAS ORIENTER

Alors que l'ingénierie de contrôle assiste le maître d'ouvrage, l'ingénierie de conception intervient aux côtés de l'architecte, comme assistante ou co-traitante selon les cas. De ces quatre acteurs elle est la plus qualifiée pour procéder à des choix techniques : la fonction première de l'ingénierie de contrôle est de réduire les risques de sinistres, alors que le rôle de l'ingénierie de conception est de vérifier la faisabilité technique et réglementaire du projet de l'architecte en fonction des contraintes économiques données par le maître d'ouvrage. Avec des architectes peu soucieux des choix de structures et aux côtés de maîtres d'ouvrage peu impliqués à cet égard, l'ingénierie de conception serait susceptible d'occuper une place de décideur majeur dans les choix constructifs. C'est bien le contraire qui se produit, l'ingénierie de conception tendant à se borner, pour les choix de structure, à des contrôles de conformité.

un acteur du logement dispensable et caméléon :

Du tableau 6 il ressort que lorsque le maître d'ouvrage n'exige pas la présence d'un BET dans l'équipe de maîtrise d'œuvre les architectes enquêtés s'en dispensent volontiers, se contentant de recourir à de l'ingénierie-conseil pour des points délicats ou lorsqu'ils s'attachent à maintenir un choix de conception suscitant des réticences. Or on signale chez POLONCEAU-BET : « *pour le logement, en clientèle privée il n'y a intervention du BET qu'à la demande du maître d'ouvrage. On peut dire que l'architecte il essaie de tout garder, sauf si le maître d'ouvrage le demande* ». On peut donc généraliser et poser que les architectes tendent à se dispenser d'un BET dès lors que le maître d'ouvrage n'en exige pas.

Dès lors, si la répartition du travail au sein de la maîtrise d'œuvre entre architecte et ingénierie est variable, on peut néanmoins distinguer deux cas de figure : l'architecte qui travaille avec un bureau d'étude ; l'architecte qui travaille avec un ou plusieurs conseils. Dans le cas du conseil l'ingénierie est exclusivement subordonnée à l'architecte l'assistant sur des points précis et uniquement sur ces points ; alors que dans le cas du BET l'ingénierie se substitue en partie à l'architecte, pouvant alors aussi assister le maître d'ouvrage.

Le travail du BET pour NERVI-BET est le suivant : « *on nous sollicite de plus en plus pour une compétence globale (...) pour tout ce qui n'est pas architecture. Autrement dit, tout ce qui est contenu même du projet, c'est-à-dire bien sûr la structure, le respect des réglementations, dont l'acoustique et la thermique, la conception des systèmes de fluides, l'économie de projet, la négociation avec les entreprises, consultation des entreprises et négociation, le suivi de chantier avec conformité pour l'exécution au dossier de consultation* ». C'est-à-dire que l'intervention du BET tend à être pluridisciplinaire alors que le conseil est monodisciplinaire.

Lorsqu'elle intervient, en particulier sous la forme BET, l'ingénierie de conception prend position à l'égard de l'architecte, mais aussi à l'égard du maître d'ouvrage et de l'entreprise de gros œuvre. Face au maître d'ouvrage et à l'architecte chez FARADAY-BET on définit ainsi le travail du BET : « ... *permettre la réalisation la meilleure du programme et la réalisation la meilleure du souhait de l'architecte. Et après je dirais qu'il y a une dialectique qui se met en place (...) notre rôle c'est effectivement de permettre à chacun de réaliser ce qu'il a envie de réaliser* ». Quant aux entreprises de gros œuvre, « ... *on ne peut pas se permettre de faire un projet sans se poser la question de comment l'entreprise va pouvoir le réaliser. C'est-à-dire il faut qu'il y ait au moins une solution économique de réalisation* » (FARADAY-BET).

En fait l'ingénierie de conception respecte une architecture qui ne s'intéresse qu'à la superstructure, respecte une maîtrise d'ouvrage qui cherche à réduire les risques en limitant les choix techniques, et tend à maintenir l'entreprise dans l'espace décisionnel qui lui est dévolu en termes de choix de gros œuvre. L'ingénierie de conception ne cherche à aucun moment à acquérir une autonomie en tentant d'occuper l'espace décisionnel affecté à l'entreprise en matière de choix techniques, à savoir l'espace décisionnel délaissé par l'architecte et le maître d'ouvrage. Elle conforte ainsi l'hégémonie du voile de béton banché.

Si l'intervention de l'ingénierie de contrôle varie selon les missions obtenues, le plus souvent elle ne démarre véritablement qu'au stade de l'élaboration du DCE : « *en général on a des missions complètes, c'est-à-dire non seulement DCE mais tout le suivi de chantier jusqu'à la livraison* » (POLONCEAU-BET). C'est ce qui ressort aussi de l'entretien chez SEGUIN-BET. Le plus souvent, le rôle de l'ingénierie de conception n'est donc pas d'orienter les choix techniques mais de vérifier la conformité technique et économique des décisions prises. Ainsi le rôle du BET est surtout d'analyser le projet et signaler, si nécessaire, les points susceptibles de poser problème et engager alors un dialogue à ce égard.

Certes chez FARADAY-BET et PERRONET-BET on affirme chercher à intervenir avant même que l'architecte n'ait commencé à dessiner. PERRONET-BET fait figure d'exception, car FARADAY-BET arrive toujours après que l'architecte ait commencé à dessiner. De même, chez POLONCEAU-BET on affirme d'emblée « *dès la phase esquisse en fait on intervient sur le principe structurel* ». Mais lorsque l'on demande si l'architecte fixe le parti structurel dès l'esquisse POLONCEAU-BET précise : « *il y a justement des habitudes (...) Un architecte il a pas les compétences pour faire les calculs mais il a en général de très bonnes notions structurelles (...) il sait comment grossièrement va tenir son bâtiment si c'est pas trop technique. S'il y a des points plus délicats effectivement dès l'esquisse c'est pris en compte* ». C'est-à-dire que POLONCEAU-BET n'intervient tôt que si le projet est techniquement complexe, or les projets de logement sont généralement considérés comme techniquement peu complexes.

L'ingénierie de conception n'est pas responsable de cette intervention tardive, donc de ce rôle limité dans les choix techniques, car elle ne peut intervenir que sur demande. Nonobstant, on observe un effet d'osmose : l'ingénierie de conception tendrait à ne s'intéresser qu'aux détails qui intéressent les architectes. C'est ce que dénotent les propos de SEGUIN-BET « *l'architecte s'intéresse beaucoup aux façades et à l'aspect des villes, des choses, et pas beaucoup à l'infrastructure. Donc en général il ne donne pas les éléments pour le faire. Mais souvent quand il y a un peu de temps on donne la structure de parking et puis là.. on peut toujours trouver des solutions différentes mais... c'est une question de temps* ». Mais du temps c'est des honoraires : le BET n'approfondirait donc pas ce qui n'est pas approfondit.

Dès lors, et bien que FREYCINET-BET n'intervient pas comme BET mais comme conseil qui plus est en charpente métallique, on peut considérer ses propos comme illustratifs de la pratique de la plupart des BET : « *Je vois les bureaux d'études en béton il savent très bien : au stade de l'APS on fait aucun calcul, on fait des plans à deux et ça suffit ; après, à l'APD, on commence à s'intéresser aux choses qui sortent de l'ordinaire, quelques détails ; et puis après, au stade de la consultation des entreprises on sera plus précis mais de toutes façons on est obligé de laisser une certaine marge de manoeuvre aux entreprises*

qui peuvent avoir des calculs plus précis qui leur permettent de mettre moins d'armatures (...) ou même de présenter des variantes... ».

Le rôle du BET est de valider mais, à la différence du maître d'ouvrage, ce rôle de validation ne lui permet pas d'être acteur majeur des choix techniques : le BET se contente de vérifier que les contraintes techniques économiques et réglementaires propres au projet sont respectées. Ainsi, le BET peut s'occuper de points intéressants peu pour l'architecte, mais seulement dans un souci de validation technique : « *Sachant que lui ce qui l'intéresse c'est la hauteur plancher/plafond (...) La vérification des plans de coffrage exécution souvent c'est ça : l'architecte vérifie les verticaux, l'équarissage, les positionnements, etc, et nous on vérifie les horizontaux, même si nous on fait les deux, parce que on est obligés* » (POLONCEAU-BET). Sachant que pour les éléments horizontaux (planchers) « *en général on laisse aux entreprises le soin de faire leurs propositions sur le sujet, qu'on valide* » (POLONCEAU-BET).

Le BET joue donc un rôle de gardien de la conformité. À l'égard des entreprises il veille, lorsqu'il est chargé de la consultation entreprises et de la négociation résultante, à ce qu'elles ne débordent pas de l'espace décisionnel qui leur a été affecté par le maître d'ouvrage et/ou l'architecte. C'est ce qu'illustre le discours du directeur technique de POLONCEAU-BET : « *On accepte sans difficultés tout ce qui n'altère pas la qualité du produit. C'est le respect d'un contrat (...) Le contrat c'est pas de réaliser tel mur en béton... enfin, les planchers oui, les voiles séparatifs de logements oui, parce qu'il faudrait augmenter l'épaisseur pour avoir le même isolement acoustique et donc perdre de la surface. Par exemple en façade (...) quoique en façade on n'accepte pas le passage au parpaing parce que de toutes façons ça fissure tout le temps. Enfin, je ne sais pas moi, si à tel endroit dans les infrastructures s'il veut passer du parpaing enduit à la place d'une voile en béton on n'appelle pas ça une variante* ».

Le cas de ISIDORE-ARC, architecte-ingénieur qui contrôle un BET de conception mais aussi d'exécution, conforte notre analyse. En effet, ISIDORE-ARC cherche surtout à augmenter sa part d'honoraires sur l'ensemble du marché relatif à une opération. Il incite ainsi les entreprises de gros-œuvre, pour les plans d'exécution relatifs à la structure « *à sous-traiter au même bureau d'étude qui a déjà travaillé en amont* », à savoir celui qu'il contrôle. Sa stratégie n'est donc qu'une stratégie d'opportunité et se coule dans le mode d'intervention dominant de l'ingénierie, à savoir respecte l'habituelle dissociation conception / exécution. Ainsi « *au niveau du DCE on préconise des choix de structure... on laisse des possibilités de variantes parce qu'il faut savoir que les entreprises peuvent être structurées différemment et être plus compétitives justement avec les variantes... au moment où les plans d'exécution s'établiront ils s'établiront effectivement en accord avec l'entreprise et en fonction de la variante qu'elle aura retenue financièrement, sur laquelle on se sera entendus* ».

Le cas ISIDORE-ARC peut être généralisé : les BET pratiqueraient une stratégie d'opportunité. Car ils cherchent à anticiper les choix techniques d'entreprises, quand les honoraires le permettent, et non à les remettre en question. On peut rapprocher du discours de ISIDORE-ARC celui tenu chez NERVI-BET sur les variantes d'entreprises : « *on essaie de les avoir trouvées avant eux ! C'est ça notre plus : si on vient nous chercher c'est parce qu'on apporte au fond la culture entreprise aux architectes avant que les entreprises ne soient là* ».

Notons toutefois que l'ouverture aux pratiques d'exécution qu'autorise l'ingénierie de conception, tout au moins dans le contexte des BET, est assez limitée. En effet, les BET détiennent surtout un savoir de conception, le savoir d'exécution étant détenu par les entreprises. La maîtrise d'œuvre d'exécution permet certes de se frotter aux méthodes, procédés et tours de main d'exécution. Mais la maîtrise d'œuvre, même d'exécution et à compétences d'ingénierie, n'est pas de l'ingénierie d'exécution et reste dans le prolongement de la maîtrise d'œuvre de conception : pour du logement l'architecte peut se dispenser du BET pour acquérir ce savoir, en obtenant les missions de maîtrise d'œuvre d'exécution.

Pour tous les BET interrogés c'est sur les parkings que les entreprises proposent le plus souvent des modifications. Chez NERVI-BET on va jusqu'à dire : « *Là où on voit que ça va très mal, c'est extrêmement fréquent ça, c'est quand on arrive à mettre des parkings sous des bâtiments on peut arriver carrément à des aberrations. Si le parking n'a pas été pris en compte dans la conception première (...) il peut y avoir nécessité de remettre en question l'architecture* ». Autrement dit, lorsque NERVI-BET est sollicité sur les parkings ce problème ne se pose pas : « *on a optimisé les trames, on a optimisé la quantité de béton, on a optimisé les descentes de charges, on a regardé tous les problèmes de réglementation, de sécurité... Normalement si on a bien fait notre boulot, ce qu'on essaie de faire en général, les entrepreneurs n'ont plus grand chose à proposer* ». Tous les BET interrogés ont ce discours.

Selon FARADAY-BET le rôle d'un BET dans le logement serait moins important que ce qu'il est pour d'autres bâtiments, équipements notamment : en logement, une structure d'assistance à la conception ne jouerait un rôle important sur les choix techniques qu'en ce qui concerne les façades et les opérations comprenant des commerces et/ou des parkings. FARADAY-BET affirme même que le choix des façades, en ce qui concerne la technique constructive (parpaing, banché, préfabriqué...), ne peut être confié à une entreprise de construction. Pourtant, nous avons pu voir que certains maîtres d'ouvrage et architectes laissent aux entreprises la liberté du choix parpaing/banché sur les façades tant étaient fréquentes les "variantes" à cet égard. Certes les BET interrogés ne travaillent pas forcément avec les maîtres d'ouvrages et architectes en question. Mais si les BET font leur métier pourquoi les "variantes" entreprises sont-elles si fréquentes, en particulier sur les parkings et les façades ?

FARADAY-BET lève un lièvre : les projets sont si souvent conçus en voiles banchés, y affirme-t-on, qu'en fin de compte le bureau d'études (assistance à la conception) n'apporte pas beaucoup dans les choix de gros œuvre. De là à dire que l'intervention d'un BET conception en gros œuvre est étalonnée sur une intervention en projet voile banché il y a un pas que nous n'hésitons pas à franchir : la rémunération des BET, étalonnée sur une intervention minimale en gros œuvre, tendrait à réduire le champ des solutions envisageables.

La citation du conseil FREYCINET-BET faite plus haut sur le BET béton corrobore notre analyse. Tout comme les propos tenus chez POLONCEAU-BET : « *en phase conception un des grands éléments à vérifier c'est le contreventement, par exemple, c'est sûr que si il y a du voile partout ça simplifie les choses quoi (...) Dans un bâtiment tout en voile à la limite le contreventement on le vérifiera en phase DCE* ». En d'autres termes, un bâtiment poteau-poutre béton tend à bouleverser les habitudes de travail, car exigeant une intervention plus tôt du BET. Or il faut tenir compte de l'effet d'alignement des honoraires sur le moins coûteux⁶⁹ : rémunéré au coût d'une intervention pour un bâtiment à structure voile, le BET a d'autant moins intérêt à inciter à sortir de l'habituel, que cette sortie de l'habituel risque de se traduire par un surcroît de travail non rémunéré ; sauf si un impondérable technique le justifie.

Cette question ne se pose pas que pour le contreventement. En effet, alors que le voile de béton banché et son monolithisme relatif sont censés résoudre à eux seuls toute une série de problèmes, en particulier acoustiques et thermiques, dès que l'on passe à des structures mixtes (plusieurs matériaux) se pose le problème du traitement des points singuliers de jonction. Ce qui requiert un travail de préparation plus important que doit intégrer la conception. En d'autres termes, le rôle de l'assistance à la conception serait plus important dans les opérations n'étant pas basées sur le voile banché ou la maçonnerie classique, lorsque l'architecte n'a pas des compétences techniques suffisantes pour traiter à lui seul ces points singuliers, ce qui peut être le cas des structures métalliques.

⁶⁹ Ce qui ne veut pas dire que, dans l'absolu, les structures à poteau-poutre requièrent plus d'heures d'ingénierie que les structures à voile de béton banché : il faudrait comparer avec les pays où domine l'emploi du poteau-poutre.

Surcroît de travail dont ne tiennent pas nécessairement compte les honoraires les plus fréquemment pratiqués.

Ainsi l'échelle d'honoraires des BET, basée sur les interventions voile banché, favoriserait l'hégémonie du voile banché. Pas forcément du fait des BET : la perspective de devoir céder davantage d'honoraires au BET peut freiner, en logement, l'enthousiasme de l'architecte pour une structure autre que du voile de béton banché. De plus, les architectes ne sont pas très enthousiastes pour s'associer avec un BET : avec un projet voile les maîtres d'ouvrages se soucieraient moins de s'assurer que l'architecte réunit bien toutes les compétences nécessaires, et donc d'imposer le recours à un BET, qu'avec un projet poteau-poutre.

Un tel contexte contribue à expliquer la fréquence des "variantes". Si l'architecte intervient sans BET, il tend d'autant plus à laisser une marge de manœuvre importante aux entreprises qu'il s'intéresse peu aux détails de structure, ou tout au moins d'infrastructure. S'il y a présence d'un BET, le souci de ce dernier sera de réduire au minimum son intervention sur le gros œuvre, d'autant plus que sa rémunération est minimale et que l'architecte s'y intéresse peu. A ceci s'ajoute la distance entre savoirs de conception et d'exécution : l'expérience de chantier de l'architecte et du BET n'est pas la même que celle de l'entreprise de gros œuvre.

La rémunération n'est pas le seul paramètre qui pousse le BET à ne pas sortir de l'habituel. Il y a aussi le risque de sinistre, même si risque et rémunération tendent à se rejoindre. En effet, notre interlocuteur chez FARADAY-BET précise : « ... *je crois qu'il faut bien voir que, en tant que maître d'œuvre on est bien sûr co-traitant de l'architecte mais on est aussi face au maître d'ouvrage, quand il y a des problèmes techniques notre responsabilité est engagée...* ». Bien plus, c'est l'argument du risque de sinistre qui est invoqué, aussi bien chez POLONCEAU-BET que chez SEGUIN-BET, pour justifier des résistances contre l'emploi de parpaing en façade.

En somme, lorsque le BET est en position de trancher il le fait dans le sens qui est le moins risqué pour lui : il tendra à ne pas donner un avis favorable à des propositions d'entreprises basées sur du parpaing en façade, lorsque le projet n'intègre pas cette solution. En revanche le BET ne s'opposera pas si le maître d'ouvrage et l'architecte choisissent d'accepter du parpaing en façade : il y a partage de responsabilités. L'ingénierie d'études de conception à un effet similaire à l'ingénierie de contrôle : conforter les plus rétifs dans leurs convictions, favoriser une inertie du débat technique.

Ce qui ne veut pas dire que le BET ne puisse jouer un rôle majeur conduisant à sortir de l'habituel : dans l'étude de cas n° 4 l'architecte n'est pas maître du processus de conception, puisqu'il est amené à reconcevoir en acier, avec l'aide d'un BET qu'il n'a pas choisi, un projet initialement réalisable en béton banché. Le BET n'est pas non plus maître du processus de conception, car il aide à adapter un projet et que son intervention tient à ce qu'il a su convaincre le maître d'ouvrage. Le BET est certes acteur majeur des choix de gros œuvre, mais au même titre que le maître d'ouvrage. Et il s'agit là d'une situation exceptionnelle, ce BET étant en fait un outil de lobbying de la sidérurgie, oeuvrant pour la promotion de l'acier.

Même si le BET tend à ne faire que le strict minimum, son rôle est de fournir une assistance technique, et notamment de vérifier que le projet tel qu'il est conçu peut être réalisé. Ce qui peut le conduire, très occasionnellement, à exercer une influence importante sur les choix de structure. En effet, c'est ainsi que SEGUIN-BET a été conduit à faire transformer un projet voile en béton banché en projet poteau-poutre/parpaing car la flèche d'une église voisine interdisait tout montage de grue, ce que l'architecte n'avait pas intégré en concevant son projet. De même, POLONCEAU-BET a amené un architecte à modifier en partie son projet poteau-poutre pour rajouter des voiles afin de rigidifier la structure en raison de contraintes d'usage (équipement sensible aux vibrations). Mais ces exemples tendent à faire office d'exceptions confirmant la règle, d'autant plus qu'aucun ne concerne le logement.

Étude de cas n° 5 : le site conduit au choix de l'acier

L'opération : La particularité de cette opération est qu'il s'agit de construction de logements neufs dans le cadre d'une réhabilitation. Cette opération, de quelques centaines de logements en locatif, surélève de deux étages quatre bâtiments R+5, et est répartie sur quatre tranches. Il s'agit de dédensifier le bâti ancien tout en augmentant le nombre de logements, après avoir supprimé des parties d'immeubles pour permettre la réalisation d'un parking enterré. La capacité des immeubles existants à supporter des charges supplémentaires, excluant le rajout d'une structure lourde, a conduit au choix de l'ossature acier. La première tranche s'est insérée dans le cadre des réalisations expérimentales dites de la "filière acier". On en est actuellement à la quatrième tranche.

Le Maître d'Ouvrage : DOULOJI-MAO ne referait plus cette expérience si c'était à refaire. Le financement lié au caractère REX de la première tranche l'a probablement poussé à se lancer dans une opération qui paraissait coûteuse. Elle s'est avérée beaucoup plus coûteuse qu'initialement prévu, le maître d'ouvrage ayant dû se résoudre à engager une partie importante de ses fonds propres pour la mener à bien. C'est surtout la première tranche qui a posé problème. Tranche à l'issue de laquelle DOULOJI-MAO a modifié l'équipe de maîtrise d'œuvre en congédiant le bureau d'études initial. D'après les échos recueillis auprès des autres partenaires, une partie aussi de l'équipe d'exécution de la première tranche n'a pas été reconduite, et l'architecte n'aurait été maintenu que parce que c'était la solution la plus simple. Des changements de conception sont intervenus, principalement en termes de descentes de charges. Les autres tranches se sont mieux déroulées. Cette réalisation n'a pas conduit DOULOJI-MAO à s'intéresser au poteau porteur ou aux plateaux libres, et encore moins à lever ses réticences concernant les parois légères (PLACOSTIL).

La maîtrise d'œuvre : Suite à la première tranche le maître d'ouvrage a changé de bureau d'études. NERVI-BET affirme que la première tranche n'a pas posé de problèmes importants d'exécution et de coordination, et qu'il referait à l'identique si c'était à refaire. Il semblerait que ce soient plus les compétences de coordination que les compétences techniques qui aient posé problème, pour un marché en corps d'état séparés alors que le maître d'ouvrage préfère généralement travailler en entreprise générale. Le successeur, SEGUIN-BET, insiste en tous cas sur les problèmes de coordination que pose l'opération : près d'une demi-douzaine d'entreprises à coordonner pour la structure, avec en plus des changements en cours de chantier. Une des principales difficultés a résulté de ce que la charpente métallique a été réalisée sur plans sans mesures sur le site, d'où d'importants problèmes de tolérances. Mais on note aussi une modification des descentes de charges sur les tranches suivantes ayant permis de réduire le nombre de poteaux apparents.

Les entreprises : L'entreprise de gros œuvre béton YY, liée à Y, renonce et c'est Y, une de ses filiales, qui réalise les deux premières tranches ; elle n'est pas reconduite pour la troisième tranche. Chaque tranche a donné lieu à consultation d'entreprise. YY, entreprise générale travaillant souvent en corps d'état séparés, estime que le principal problème de l'opération résidait dans la segmentation des corps d'états. YYY, grosse PME indépendante, en charge de la structure métallique, partage cet avis. Avec la troisième tranche on est passé d'un corps d'état séparé classique à des groupements par lots cohérents. Suite à cette réorganisation une des filiales gros œuvre béton de Y est retenue comme mandataire du groupement clos et couvert de la surélévation. Notons que YY est intervenu dans les trois premières tranches sous trois entités distinctes.

acier, béton, et culture technique des bureaux d'études :

Le BET conforte donc un contexte où l'architecte ne détaille que ce qui l'intéresse, et fait du reste des éléments de négociation, y compris pour les bâtiments à structure métallique. En effet, lorsque l'on demande si le fait que le degré de détail des projets à ossature métallique soit élevé est à attribuer à des exigences de l'architecte ou aux nécessités de la construction métallique, FREYCINET-BET répond : « *Un peu des deux. Alors évidemment l'ingénieur est quand même là pour lui dire attention ça ça va coûter trop cher ou on ne pourra pas le faire parce que sur ce chantier là on ne peut pas accéder pour faire les tâches que vous prévoyez...* ». Ce qui ne diffère pas du rôle d'un BET pour les bâtiments à structure béton.

En fait, FREYCINET-BET travaille avec des architectes comme CALLICRATÈS-ARC et MNÉSIDÈS-ARC qui considèrent que « *l'ossature, le gros œuvre ça fait partie de l'architecture. Même en béton la façon dont la poutre arrive sur le poteau c'est pas indifférent, ils ne laissent pas l'entreprise faire ce qu'elle veut. En charpente métallique c'est pire : quand on me demande de dessiner (...) l'assemblage du hauban il y a cinquante façons de le faire et il n'y en a qu'une qui plaît à l'architecte !* ». Alors que dans son passé en entreprise de charpente métallique FREYCINET-BET a pu cotoyer des architectes qui demandaient juste au charpentier de respecter « *les hauteurs, les dimensions générales et puis dedans vous faites ce que vous voulez. Plus simple et moins cher ce sera mieux ça vaudra. C'est surtout vrai quand tout est habillé* ».

En fait, comme pour un projet béton, un architecte peut se dispenser d'une assistance en ingénierie de conception pour un projet à structure acier, avec la réserve, importante, qu'il trouve un maître d'ouvrage lui faisant confiance : l'architecte s'en remet, pour la structure, aux entreprises d'exécution. En revanche, lorsqu'il se fait assister l'ingénierie de conception lui reste subordonnée : « *ça m'arrive de faire des dessins de détail dès le début au dixième mais c'est à la demande de l'architecte* » (FREYCINET-BET).

Chez FARADAY-BET on souligne que le rôle du bureau d'étude ne sera pas du tout le même, selon que l'opération métal est réalisée par un cabinet d'architecte connu pour sa pratique de l'architecture métallique, tel CALLICRATÈS-ARC, ou par un architecte ayant peu de pratique de l'acier. Dans ce dernier cas, le bureau d'études pourra éventuellement jouer un rôle prédominant dans la maîtrise d'œuvre : c'est l'exemple du BET de l'étude de cas n° 4. Mais nous avons vu qu'il s'agit plutôt d'une exception. Bien plus, les BET métal sont peu nombreux et se font concurrencer, pour les projets charpente métallique, par les BET béton. Ainsi, tous les bureaux d'études de conception interviewés, ayant le béton pour domaine principal d'intervention, ont affirmé maîtriser la construction métallique.

Tableau 8 : compétences en acier de structures d'assistance à la conception

nom	type de structure	spécialité	compétences acier
FARADAY-BET	BET indépendant	béton	en interne
PERRONET-BET	BET indépendant	béton	en interne
POLONCEAU-BET	BET passé sous contrôle d'un groupe d'ingénierie international	béton	en interne + externe
NERVI-BET	BET lié à un major	béton	en interne
SEGUIN-BET	BET lié à un groupe immobilier	béton	en externe (conseil)
FREYCINET-BET	conseil en charpente métallique	acier	en interne

Parmi les six structures examinées dans le tableau 8, seul FREYCINET-BET est spécialiste de l'acier. Ce qui n'empêche pas les autres structures d'assistance à la conception

d'avoir des réalisations métalliques à leur actif. SEGUIN-BET est le seul à sous-traiter les études de structures en métal. SEGUIN-BET est le bureau d'études qui a pris la place de NERVI-BET, après que ce dernier ait été désavoué par la maîtrise d'ouvrage, en ce qui concerne l'étude de cas n° 5. Notons que dans les tranches postérieures à la première, les compétences requises sont surtout des compétences de coordination et non pas de calcul de structure.

Le problème qui s'est posé avec la première tranche est moins un problème de connaissances en structure métallique qu'un problème d'organisation et d'habitudes de travail. Certes, des études un peu plus poussées auraient peut-être permis de réduire le nombre de poteaux dès la première tranche. Mais c'est avant tout un problème d'organisation qui se pose. D'autant plus que l'entreprise adjudicataire du lot charpente métallique, TRUELLE-BÂT, a en fait sous-traité à une des ses filiales, spécialisée dans la construction métallique. Or la charpente a été réalisée intégralement à partir des plans, sans mesures sur le site. Et NERVI-BET ne s'est pas soucié de vérifier que des mesures sur le site avaient été effectuées en préalable à la réalisation de la charpente. Ceci a posé problème : certains des éléments n'étaient pas aux bonnes dimensions.

Cet exemple tend à illustrer les propos de FREYCINET-BET, affirmant que les compétences en construction métallique se mesurent beaucoup plus en termes d'expérience que de connaissances théoriques. Ce conseil en charpente métallique, convient que les plus importantes écoles formant au génie civil ont un cours de construction métallique : l'ECP, l'ENPC, l'ENTPE... Bien que centralien, il confie n'avoir jamais ouvert son cours car trop désuet, et que, généraliste, il aurait pu travailler dans le béton comme certains de ses camarades⁷⁰. Il a immédiatement constaté, au sortir de l'école, qu'il ne savait rien faire : "un ancien m'a dit, c'est normal, il faut cinq ans de bureau d'études pour apprendre le métier". Il insiste particulièrement sur l'importance de l'expérience pour les compétences d'un bureau d'études : "la plupart des BET béton sont persuadés qu'ils peuvent faire du métal, mais ce n'est pas vrai car il faut 30% de science et 70% d'expérience". En revanche il connaît des BET métal capables de faire du béton "car sinon ils ne pourraient pas vivre".

En somme, le problème du BET béton, et plus généralement de la construction métallique, serait le problème de la capitalisation d'expériences dans le contexte du logement collectif en France. Or, les réalisations à ossature métallique en résidentiel sont non seulement peu nombreuses, mais de plus leur capitalisation tend à se disperser entre divers BET. Ainsi qu'en sera-t-il de l'expérience accumulée par SEGUIN-BET, une fois que la dernière tranche du programme relaté dans l'étude de cas n° 5 sera achevée ? Qu'advient-il de l'expérience accumulée, en dépit de l'échec, par NERVI-BET ? Par ailleurs, sur les deux opérations de logement ossature acier auxquelles a été associé FARADAY-BET, et dont nous ayons eu connaissance, son intervention portait sur les fluides et non pas sur la structure. En effet, la structure était à la charge d'un BET spécialisé lié à la sidérurgie (voir étude de cas n° 6).

Par ailleurs, pour POLONCEAU-BET nous n'avons pas connaissance d'opération ossature acier concernant le logement. Ce BET possède pourtant en interne des compétences en construction métallique, qu'il utilise pour d'autres types d'opérations, et peut par ailleurs s'appuyer sur une autre structure, spécialiste renommé de la construction métallique, du même groupe. La tendance générale serait donc à la dispersion d'expériences. Dispersion qui, à partir d'un certain stade, est utile à la diffusion de nouvelles pratiques. Mais dispersion qui peut être aussi néfaste à une bonne capitalisation d'expériences.

FREYCINET-BET insiste sur une importante différence entre le béton et le métal en matière d'expérience : « *L'ingénieur qui sort d'une école (...) il peut se spécialiser dans la*

⁷⁰FREYCINET-BET sort de l'ECP en 1947 et débute dans la construction navale. Déçu, il quitte l'activité au bout de sept mois, puis opte pour la construction métallique après avoir hésité pour l'aéronautique. COFFREUR-BET, de la même promotion, est certes devenu un spécialiste du coffrage métallique, mais à partir d'une réflexion sur la préfabrication lourde, et donc sur le béton armé. Et tous deux avaient comme camarade de promotion le fondateur d'un des majors actuels du BTP, à culture béton armé. Les deux derniers ont d'ailleurs débuté dans la même entreprise de gros œuvre.

mesure où il traite un plus grand nombre que d'autres d'affaires dans lesquelles il y a de la charpente métallique. Mais il a pas le contexte des usines : le chantier il peut l'avoir mais les usines elles sont fermées (...) et c'est là que les choses se passent (...) ». En revanche, « dans le béton presque tout se passe sur le chantier donc même s'ils ne sont pas dans des entreprises ils peuvent avoir une expérience du chantier pour des années ». Propos qu'il relativise toutefois en les limitant au contexte français, en raison du cas des bureaux d'études anglo-saxons.

Mais au delà des problèmes de compétences et de capitalisation on en vient à ce que nous disions pour les architectes : c'est surtout la motivation qui joue, au niveau des BET et de façon générale. Ce qu'illustre FREYCINET-BET : *« on parle des systèmes secs... mais je pousse à ça : c'est bien ! Mais c'est pour dans cinquante ans c'est pas pour maintenant ! Maintenant on fait des coups, on fait des expériences, avec l'aide plus ou moins des pouvoirs publics, et puis ça marche si on trouve des entreprises assez soigneuses pour se défoncer là-dessus ! Des bureaux de contrôle, des entreprises, des ouvriers depuis le soudeur jusqu'au chef de chantier, qui s'intéressent à la chose et qui le font proprement ! À Grenoble ça a été flagrant ! Il y a eu une extension qui n'a pas été faite par le même monteur que la première partie. La première partie ça a marché (...) La deuxième ça a beaucoup moins bien marché ! ».*

Le fait que des BET béton sont capables de concurrencer des BET métal, en se faisant confier des missions de maîtrise d'œuvre d'opérations à structure métallique, démontre-rait la primauté de la question de la rémunération dans le rôle d'inertie que tendent à jouer les BET en termes de choix technique dans le logement collectif. En effet, l'appréhension du risque d'une sortie de l'inhabituel n'est apparemment pas suffisante pour cantonner les BET béton dans leur spécialité. Elle n'empêche pas non plus les BET métal à traiter des opérations béton. Ce qui confirme le caractère relativement dispensable de l'ingénierie de conception, pour la structure de bâtiments résidentiel. C'est-à-dire que l'ingénierie de conception ne constitue pas un verrou à une éventuelle sortie de l'hégémonie du voile banché. Au contraire, elle peut être un auxiliaire précieux pour l'architecte motivé par cette sortie.

conclusion sur les représentants de l'assistance à la conception interrogés

L'architecte conçoit le projet avec des détails essentiels et des détails accessoires, ces derniers lui servant à tenter de préserver les premiers. L'architecte travaille soit seul soit avec une ingénierie de conception. Dans ce dernier cas : soit cette association est de circonstance, le BET se bornant à vérifier que l'architecte respecte les contraintes techniques et économiques ; soit l'architecte a choisit de se faire conseiller, mais essentiellement sur les détails qui l'intéressent et dans l'objectif de conserver la maîtrise de ces détails. Dans tous les cas, l'ingénierie de conception pourra au plus modifier la valeur qu'attribue l'architecte à certains détails, à savoir à faire basculer certains détails dans le champ de l'essentiel ou inversement.

Il fut pourtant une époque où l'ingénierie de conception, sous la forme BET, pouvait jouer un rôle beaucoup plus important dans les choix techniques. En effet, vers les années 1960, POLONCEAU-BET a participé à la conception et à l'exploitation d'un procédé de construction industrialisé de logements ; époque où il réalisait aussi bien des études de conception que des études d'exécution. Or, les cas de BET ayant breveté et exploités des procédés industrialisés sont nombreux. Comme le sont les cas d'entreprises d'exécution : associées à ces BET ; ou seules, avec des compétences d'ingénierie d'études (d'exécution et de conception).

L'ingénierie d'études participait ainsi à une logique de série. Aujourd'hui, les BET ont une autre logique de série : chaque chantier n'est pas un cas d'espèce pour lequel on réinvente des méthodes de contrôle et calculs ; au contraire ce sont des routines de travail typifiées que l'on applique aux chantiers de caractéristiques comparables, ne serait-ce que pour réduire le temps passé sur le projet. La spécialisation par corps d'états et la dissociation conception/exécution correspondraient à un renforcement du caractère routinier de l'ingénierie d'études.

La logique de série actuelle de l'ingénierie de conception, du moins sous la forme BET, consiste à appréhender le plus grand nombre de chantiers dans une même routine de travail. Cette logique de série est compatible avec la logique de prototype de l'architecte parce que ce dernier s'intéresse peu aux questions de structure. Elle reste compatible lorsque l'architecte s'intéresse à la structure du fait que la construction résidentielle est techniquement peu complexe. L'architecte chercherait d'ailleurs à s'entourer des compétences nécessaires en ingénierie de conception, lorsqu'il ne les a pas, surtout en raison de la relative difficulté à faire accepter par les maîtres d'ouvrages des structures sortant de l'ordinaire.

Cette logique de série de l'ingénierie est compatible avec la logique de série du maître d'ouvrage et tend même à la conforter. Cette logique de série est aussi compatible avec la logique de prototype de l'entreprise d'exécution, dans la mesure où le BET respecte l'espace réservé, par le maître d'ouvrage et l'architecte, à l'exécution en matière de choix techniques. La logique de série de BET est d'autant plus compatible que l'hégémonie du voile banché permet de traiter un très grand nombre de chantiers dans une même routine de travail. Avec un effet d'inertie au travers de la rémunération de l'ingénierie : généralement rémunéré sur la base de cette routine, le BET est d'autant plus respectueux des logiques des autres acteurs qu'il n'a pas économiquement intérêt à sortir de son rôle de vérificateur de conformité.

CONCLUSION SUR LE RÔLE DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE DANS LES CHOIX TECHNIQUES :

La maîtrise d'œuvre pourrait jouer un rôle majeur dans les choix de gros œuvre mais ne le fait pas : l'architecte se désintéresse de la structure et l'ingénierie de conception est coulée au moule de l'architecte. Seuls sont susceptibles de jouer un rôle majeur dans les choix de gros œuvre les architectes dotés d'une stratégie technique, dès lors qu'ils ne sont pas en présence d'un maître d'ouvrage à forte implication dans les choix techniques. L'architecte est donc coincé entre la stratégie de réduction du risque de la maîtrise d'ouvrage, et les stratégies des entreprises découlant de leurs habitudes et modalités de travail : on a un acteur sans stratégie technique coincé entre deux acteurs à stratégie technique. Et le rôle de vérification de conformité ne confère pas à l'ingénierie de conception une stratégie technique propre.

Sur la base de l'examen des rôles de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre dans les choix techniques, nous serions tentés d'affirmer que seuls les acteurs dotés d'une stratégie technique sont les acteurs majeurs des choix techniques, indépendamment du fait d'avoir une logique de série ou pas. C'est ce qu'illustrerait le tableau 9 à une exception près.

Tableau 9 : acteurs, logiques, stratégie technique et rôle dans les choix de gros œuvre

acteur	logique	stratégie technique	rôle dans choix techniques
maîtres d'ouvrage	de série	oui	majeur
architectes	de prototype	non	mineur
assistance à conception	de série	non	mineur
assistance à réalisation	de série	non	mineur
entreprises de gros œuvre	de prototype	oui	majeur
fournisseurs	de série	oui	mineur

Pour être un acteur majeur des choix techniques il faut non seulement être doté d'une stratégie technique, mais de plus participer directement à la conception du bâtiment : condition que ne rempliraient pas les fournisseurs. En d'autres termes, c'est sur la maîtrise du détail de gros œuvre que se jouent les choix techniques qui nous intéressent. Les architectes, à de rares exceptions près (architectes à stratégie technique), tout comme l'ingénierie de conception, tendent à laisser la maîtrise de ces détails aux acteurs majeurs. L'ingénierie d'études d'exécution n'exercerait une maîtrise que par procuration. Les fournisseurs seraient le plus souvent exclus du circuit des plans de conception et d'exécution, et ne pourraient tenter d'infléchir les choix que de façon très générale (marketing, communication, lobbying...)

Le Bâtiment apparaît comme une industrie à logique de prototype contrariée. En effet, une seule logique de série émerge, celle du maître d'ouvrage, que ne contrarie pas l'ingénierie de conception. Cette logique de série structure la logique de prototype de l'architecte, tendant ainsi à délimiter l'espace de liberté attribué à la logique de prototype d'entreprise d'exécution. Analyse non contredite par le cas des architectes à stratégie technique : ils ne sont pas dans une stratégie de limitation de la variabilité, au contraire, exploitant des structures peu utilisées censées en outre donner plus de liberté de création. Certes, CALLICRATÈS-ARC trouve aussi dans le métal une façon de s'opposer à la logique de prototype d'entreprise de béton. Ce qui montre tout simplement qu'architectes et entreprises n'ont pas les mêmes logiques de prototype. Logiques néanmoins compatibles, même pour les architectes plaçant le gros œuvre dans le champ de l'essentiel : CALLICRATÈS-ARC, malgré un effort d'études préalables, se voit proposer des variantes par les charpentiers métalliques, ce qu'il trouve très bien.

L'EXÉCUTION, PLACE DE L'AUTRE ACTEUR MAJEUR DES CHOIX DE GROS ŒUVRE

L'entreprise d'exécution, en charge du gros œuvre, est, face au maître d'ouvrage, l'autre acteur majeur des choix techniques de gros œuvre. Cette entreprise évolue sur un registre limité de techniques. Ce qu'elle fait d'autant plus aisément que sa capacité de proposition de modifications au projet est importante. Ce qui signifie que le rôle tenu par l'entreprise dans les choix techniques peut varier en fonction de certaines caractéristiques : son rôle est moindre en corps d'états séparés qu'en entreprise générale. Par ailleurs, la logique d'entreprise relèverait surtout d'une gestion d'opportunité, résultant largement de décisions individuelles, en particulier des conducteurs de travaux. Avant d'examiner les pratiques d'entreprises, comme actrices principales des choix techniques du côté de l'exécution, nous examinerons la relation entre BET exécution et entreprises dans les choix de gros œuvre.

LA STRUCTURE D'ASSISTANCE À LA RÉALISATION, UN ACTEUR EFFACÉ

L'ingénierie d'études d'exécution joue dans les choix techniques de gros œuvre un rôle aussi mineur que celui de l'ingénierie d'études de conception. À deux différences près : elle est l'auxiliaire d'entreprises d'exécution ; elle réalise à ce titre davantage un travail de sous-traitance qu'un travail d'assistance. Comme pour l'ingénierie d'études de conception, l'ingénierie d'études d'exécution ne possède pas de stratégie technique propre. En revanche, la logique de série ne serait pas identique, des différences existant entre le béton et le métal.

davantage une relation de sous-traitance qu'un travail d'assistance

Chez CAQUOT-BET, structure d'assistance à l'exécution, on résume ainsi le rôle des BET (conception comme exécution) : ceux-ci n'ont pu jouer un rôle important dans les choix constructifs qu'à l'époque du recours intense à la préfabrication, car l'agrément des modèles constructifs passait par eux ; aujourd'hui, les BET se borneraient à indiquer si tel choix constructif est réalisable ou pas, et à déclarer forfait ou exiger des suppléments d'honoraires pour les cas sortant de l'ordinaire. Ce qui étaye l'analyse faite dans la précédente section.

Toutefois, chez CAQUOT-BET on tend à considérer tous les BET de la même façon : « ... le plus évident c'est que l'architecte fait des choix pour des raisons esthétiques, des raisons de qualité du projet, d'usages, etc. et l'entreprise fait des contre-choix souvent, des contre-propositions, en essayant de faire une optimisation économique. Le bureau d'études fait les plans comme on lui demande. Qu'il soit intégré à la maîtrise d'œuvre, qu'il soit sous-traitant de l'entreprise générale, ou qu'il soit un acteur indépendant, je crois qu'il a un rôle relativement effacé... ». Or nous avons pu voir que les BET conception pouvaient jouer un rôle dans l'optimisation économique du projet. Quant à l'ingénierie d'études d'exécution il faut distinguer, à notre sens, les BET structure des autres types de BET ; et, au sein des BET structure, distinguer le béton du métal. Ainsi, aux côtés de structures se voyant sous-traiter la confection des plans d'exécution on a des structures réalisant un travail d'optimisation.

À la différence des BET conception, il n'existerait pas de BET exécution pluridisciplinaire. On n'aurait que des BET monodisciplinaires, petites structures spécialisées par corps d'états. Pour le gros œuvre, les structures d'ingénierie d'études non intégrées, se voyant sous-traiter la réalisation de calculs et de plans par les entreprises de gros œuvre, serait le cas de figure le plus courant. Ce qui est lié à l'hégémonie du béton armé : en béton les études seraient surtout sous-traitées, au contraire de la charpente métallique.

Le cas des BET d'exécution béton soulève la question de savoir si ceux-ci participent au processus de proposition de modifications au projet émanant des entreprises de gros œuvre. Si l'on se base sur l'exemple du BET lié à ISIDORE-ARC on répondrait par la négative. Car celui-ci n'intervient pour réaliser les plans d'exécution qu'une fois que ISIDORE-ARC, en accord avec le maître d'ouvrage, s'est entendu avec l'entreprise de

gros œuvre sur les variantes proposées, à savoir une fois que la négociation concernant les optimisations proposées par l'entreprise d'exécution est achevée. Dans un tel contexte, l'intérêt de la structure d'ingénierie d'exécution gros œuvre sera de réaliser avec le moins de travail possible les plans, à savoir optimiser le rapport temps de travail/honoraires perçus, ce qui laisse peu de place à une recherche d'optimisation, sauf lacunes de la part de la conception que n'auraient pas relevées l'entreprise sous-traitant les plans d'exécution.

Ce schéma est généralisable : sous-traitante, l'ingénierie d'études d'exécution spécialiste en béton armé n'interviendrait jamais avant que l'entreprise adjudicataire ne signe le marché. Mais comme il s'agit plutôt de petites structures, qui travaillent avec un assez petit nombre de clients, généralement les mêmes, on peut poser qu'elles travaillent plutôt en fonction des méthodes et matériels de leurs clients. Cependant, même si ce point reste à vérifier, c'est l'entreprise de gros œuvre qui conserverait la haute main sur l'optimisation du projet en fonction de son équipement et de ses habitudes de travail. Ne serait-ce parce que le mode de rémunération du BET d'exécution le conduirait à diminuer le plus possible la valeur du ratio travail / honoraires, surtout en contexte de sous-traitance et de crise du Bâtiment.

En charpente métallique, en revanche, l'ingénierie d'études d'exécution serait au cœur du processus d'optimisation du projet en fonction des modes opératoires, étant donné que les entreprises de construction métallique intégreraient pour la plupart ces compétences d'études. C'est ainsi que FREYCINET-BET, qui travaillait au sein d'une entreprise de charpente métallique avant de s'installer comme ingénieur-conseil en conception, souligne : « ... dans le prix d'une charpente métallique montée je compte qu'il y a 10% à 15% de frais d'études. Alors évidemment ce sont des frais d'études qui ne sont pas forcément de la conception, c'est plutôt de la préparation du travail en usine. En charpente métallique il faut dessiner tous les assemblages. On a essayé de les typifier : ça n'a pas marché (...) jusqu'à maintenant parce que justement à chaque fois il faut que l'on réinvente ! ».

De façon générale, étant donné la fréquence du recours au voile de béton armé, dans le logement l'ingénierie d'études d'exécution effectue plus un travail de sous-traitance qu'un travail d'assistance. Mais dans la charpente métallique le rôle de cette ingénierie d'études serait plus proche de celui que joue CAQUOT-BET. En l'occurrence, il s'agit d'un BET méthodes et non pas structure. Compétences méthodes qui sont intégrées à l'entreprise de gros œuvre lorsque celle-ci est suffisamment structurée pour mener une réflexion à cet égard.

CAQUOT-BET est donc surtout une structure de conseil. Son rôle est d'assister l'entreprise de construction dans l'utilisation optimale de son matériel et de son personnel, en fonction des disponibilités en matériel et personnel, et des contraintes du projet. CAQUOT-BET peut donc être ainsi amené à proposer à l'entreprise des aménagements au projet, que l'entreprise choisira ensuite, ou pas, de proposer à l'architecte et au maître d'ouvrage.

En somme, l'ingénierie d'exécution ne joue qu'un rôle mineur dans le choix des partis techniques. Certes, des différences existent, puisque certains BET échappent au schéma de la sous-traitance et réalisent un travail d'assistance : ceux-ci peuvent être à l'origine de proposition de "variantes". Néanmoins dans tous les cas l'ingénierie d'exécution est subordonnée à l'entreprise d'exécution, lorsqu'elle n'y est pas intégrée, et tendrait à jouer un rôle encore plus discret que l'ingénierie d'études de conception dans les choix techniques. À l'instar de cette dernière, cette subordination contribue à ce que l'ingénierie d'études d'exécution ne possède pas non plus de stratégie technique propre.

En revanche, la logique de série des BET d'exécution n'est pas aussi marquée que celle des BET de conception : elle serait plus marquée chez les BET d'exécution de structures béton que chez ceux liés à l'exécution de structures métalliques, en fonction d'une frontière liée à l'indépendance juridique du BET. En d'autres termes, si le peu d'intérêt que portent les architectes aux procédés constructifs a probablement facilité la dissociation entre conception et exécution dans l'ingénierie d'études orientée béton, l'accumulation

d'expérience voile banché a assurément facilité l'externalisation de l'ingénierie d'études d'exécution par les entreprises d'exécution. Dans le cas des entreprises de charpente métallique, la relative étroitesse du marché n'autoriserait pas une répétitivité des études suffisamment importante pour favoriser une externalisation des compétences d'études d'exécution.

le matériau, l'ingénieur, la routine et l'optimum économique :

Les propos de FREYCINET-BET cités plus haut illustrent qu'en charpente métallique l'ingénierie d'études d'exécution a des difficultés à appréhender un grand nombre de chantiers dans une même routine de travail : à l'en croire, les tentatives de typification des assemblages auraient été jusqu'à présent vaines, malgré les apports de l'informatique. À notre sens on a là une illustration d'une importante différence entre charpente métallique et maçonnerie béton : dans le premier cas c'est le fabricant de profilés métalliques qui s'adapte au chantier, alors que dans le second cas c'est le chantier qui s'adapte à la banche. La rigidité de la banche, la souplesse du béton frais et les tours de main de chantier facilitent la limitation de la variabilité du travail de l'ingénierie d'études. La rigidité d'assemblage d'une charpente métallique limite cette quête d'invariants d'ingénierie d'études, lorsqu'elle requiert une prise en compte des spécificités de chaque chantier, ce qui est le cas en logement. Mais la mise en place de routines d'études et de calculs est avant tout liée au volume de chantiers traités.

C'est ce que nous paraissent traduire les propos tenus chez CALLICRATÈS-ARC : « *vous avez optimisé à fond votre charpente (...) avec votre ingénieur-conseil (...) et vous êtes arrivés admettons à 45 kg du m² de charpente (...) une entreprise de charpente métallique vous dit "moi ça sera pas 45 kg ça sera 35 kg" (...) et effectivement (...) elle a réussi à faire encore des économies sur votre propre construction, parce que ces gens-là savent vraiment optimiser* ». Ces gisements d'économies résulteraient non pas d'une plus forte capacité d'optimisation des constructeurs métalliques au regard des entreprises de maçonnerie béton, mais de ce que, en France, la construction métallique résidentielle ne serait pas assez développée pour égaler le niveau d'optimisation du voile banché.

« On a commencé à faire des poutres triangulaires (...) parce que l'architecte a insisté pour qu'on le fasse, on n'avait jamais fait de tubes avant (...) on arrive à 75 heures tonne pour ces poutres (...) Pendant cinq ou six ans on a fait des devis avec 75 heures tonne : on était cher ! Alors finalement je suis arrivé à sortir une affaire à Douai, avec des poutres triangulaires un peu analogues que j'avais compté 75 heures tonne, et le directeur (...) m'appelle et me dit voilà vous êtes 10% plus cher (...) il faut faire un effort (...) On l'a fait et on est arrivés à 35 heures tonne ! Pardi moi ça fait cinq ans que je fais des devis avec 75 et on arrive à 35 ! Avec les mêmes procédés, la même machine, les mêmes personnes, tout : c'est les tours de main ! ». FREYCINET-BET illustre ainsi l'importance de l'accumulation d'expériences. Ces propos tendent à confirmer que l'on a pas encore atteint en charpente métallique, en France et dans le logement, les économies d'échelle et les gains de répétitivité du béton banché.

Toujours est-il que chez CAQUOT-BET on insiste sur la relativité d'un optimum économique : « *Si on est arrivés au voile banché c'est probablement parce qu'à une époque donnée, et peut-être encore aujourd'hui, le voile banché représente une solution qui globalement est plus économique que les solutions concurrentes. En sachant que dans le plus économique ce n'est jamais définitif et ce n'est jamais absolu* ». Une fois qu'une technique a imposé sa domination, parce qu'étant la plus économique, CAQUOT-BET fait remarquer que les adaptations et perfectionnements successifs au niveau de la réalisation contribuent à conforter cette technique, retardant la diffusion éventuelle d'une nouvelle technique plus économique.

L'accumulation d'expérience, par la multiplication du nombre de chantiers, réduit relativement la logique de prototype, en réduisant l'aléatoire d'un chantier à l'autre. En particulier pour l'ingénierie d'études, qui peut ainsi regrouper de plus en plus de chantiers sous une même routine de travail. Par cette quête d'invariants les BET d'études

d'exécution peuvent aussi contribuer à accroître la performance économique d'un procédé et à perpétuer son hégémonie. Tout au moins un BET tel que CAQUOT-BET : « *les gens comme nous on a mis au point des procédures, on a optimisé, on a développé toute une technique d'organisation du chantier autour de ces procédés qui ont contribué à les rendre encore plus compétitifs, etc.... Jusqu'au jour où effectivement il y aura autre chose qui viendra remplacer* ».

L'étroitesse du marché de la construction métallique résidentielle en France signifierait qu'à terme l'ossature métallique pourrait éventuellement se révéler plus économique que la structure voile banché. Toutefois avec le béton coulé en place des gisements d'économie paraissent encore possibles, ne serait-ce qu'avec les nouvelles pistes de recherche du béton (BHP...). Et le rôle joué par les BET d'exécution, dans les perfectionnements successifs qui permettront peut-être à des projets ossature métallique de concurrencer sérieusement des projets voile banché, sera moins important que le rôle potentiel des autres acteurs mineurs des choix techniques, architectes et BET de conception, dans la promotion du métal.

L'ingénierie d'études d'exécution est un acteur mineur des choix techniques, même si les nécessités d'optimisation économique peut parfois amener un BET d'exécution à faire infléchir des choix. CAQUOT-BET prend l'exemple d'un immeuble R+5 avec une surface de 150 m² par niveaux : « *... 150 m² au niveau ce n'est pas une surface suffisante. Pour pouvoir optimiser l'usage d'une grue et d'une équipe de planchers et de voiles qui tourne régulièrement, il faut au moins 400 m² au niveau* ». Sauf autres contraintes particulières, CAQUOT-BET remettra en question le choix voiles/planchers en béton banché pour des immeubles de faible hauteur ayant moins de 400 m² par niveau. Les remises en question porteront plus sur des projets voiles banchés que des projets poteaux, car ces derniers sont rares et s'ils sont conçus c'est que « *... il y a de bonnes raisons pour ça, donc des exigences, soit au niveau de l'évolutivité de l'usage du bâtiment ou pour d'autres raisons* ».

Ceci dit, cette forme de remise en question n'est pas courante. Car on peut prendre comme contre-exemple toutes les nombreuses entreprises qui réalisent des immeubles de 10 logements et moins avec voile banché, grue et coffrages-outils : on sera généralement sous les 400 m² par niveau. On aborde là la question de l'écart entre la science, supposée s'appliquer chez les majors, et la pratique générale ou du moins celle des petites entreprises.

En revanche, le travail d'optimisation économique de CAQUOT-BET le conduit très souvent à proposer de remplacer quelques voiles par des cloisons en plâtre ou en maçonnerie classique. C'est-à-dire que CAQUOT-BET serait généralement conduit à ne proposer que des variantes non conflictuelles, à savoir réaliser une optimisation économique en fonction des choix de l'architecte. Du moins dans le cas de figure de l'appel d'offre classique et lorsque celui-ci a été fructueux. En cas d'appel d'offre resté infructueux CAQUOT-BET peut être conduit à faire des propositions remettant en cause le projet. Et lorsque l'entreprise cliente est promoteur-constructeur, CAQUOT-BET réalise un travail d'équipe avec la maîtrise d'œuvre et tente de faire travailler l'architecte en fonction de l'optimisation économique.

Plus encore que l'ingénierie de conception, l'ingénierie d'études de réalisation est un acteur dispensable : il se substitue en tout ou partie à l'entreprise d'exécution dans l'élaboration des plans d'exécution et l'optimisation du projet. Mais l'entreprise d'exécution reste seul décisionnaire pour proposer ou pas les "variantes" résultantes et les négocier. L'ingénierie d'études de réalisation tend à relever d'une logique de série lorsqu'elle est indépendante : c'est le cas des BET béton. En revanche, ses routines de travail tendent à être soumises à la logique de prototype d'entreprise d'exécution lorsqu'elle y est intégrée : c'est le cas du métal.

conclusion sur les représentants de l'assistance à la réalisation interrogés :

Comme pour l'ingénierie de conception, en gros œuvre, la rémunération de l'ingénierie d'études exécution est basée sur les interventions les plus courantes, à savoir les inter-

ventions voile banché. Ce qui incite d'autant plus à avoir le moins d'initiative possible en matière de choix techniques, pour maximiser le ratio honoraires / temps de travail, que l'intervention de l'ingénierie d'études exécution est souvent limitée à un travail de sous-traitance, ce qui est généralement le cas des BET structure. Comme en conception, en réalisation l'ingénierie d'études cherche à appréhender le plus grand nombre de chantiers dans une même routine de travail. Mais, en raison de la subordination et du manque de stratégie technique propre de l'ingénierie d'études, cette logique de série ne fait pas contrepoint à la logique de prototype d'entreprise d'exécution.

Pourtant, le rôle d'un BET méthodes tel CAQUOT-BET est de mettre au point des procédures et méthodes d'optimisation des pratiques de travail de chantier, reproductibles d'un chantier à l'autre, et donc de rompre avec la logique de prototype. Toutefois, cette pratique transversale n'est accessible qu'à une minorité d'entreprises : les majors et leurs filiales. En outre, cette pratique transversale ne parvient qu'en partie à échapper aux contraintes d'organisation propres à chaque chantier, et aux disponibilités en moyens et en hommes variables d'une entreprise à l'autre. Bien plus, l'exemple de la maçonnerie béton où la tendance a été à l'externalisation des compétences d'ingénierie d'étude, contrairement à la construction métallique, tendrait à faire croire que l'entreprise d'exécution cherche à externaliser le travail relevant de routines typifiées, du moins l'ingénierie non directement liée à la mise en œuvre.

L'ingénierie d'études de réalisation peut jouer un rôle, très accessoire, dans les choix techniques au travers du système des "variantes". Encore faut-il que l'entreprise d'exécution accepte les suggestions que lui fait cette ingénierie. Et si l'entreprise accepte de proposer une variante, encore faut-il qu'elle soit acceptée par la maîtrise d'œuvre, d'une part, et la maîtrise d'ouvrage, d'autre part. En d'autres termes, encore faut-il que l'un des partenaires, BET d'exécution, entreprise d'exécution, architecte, BET de conception ou maître d'ouvrage accepte de prendre en charge le surcroît de travail résultant (modification des plans...). Directement partie prenante au processus des choix de gros œuvre, l'ingénierie d'études d'exécution non intégrée en est le plus petit acteur et n'est pas incitée à sortir de ce rôle.

L'ENTREPRISE EN CHARGE DU GROS ŒUVRE, L'AUTRE ACTEUR MAJEUR :

L'entreprise de gros œuvre est soumise à des contraintes d'architecture, de délais, de site et de sol qui varient d'un chantier à l'autre. Ce n'est pourtant pas sur la base de cette variabilité que nous qualifions "de prototype" la logique de l'entreprise de gros œuvre, bien au contraire : cette définition s'appuie sur le présupposé qu'à contraintes de site, de sol, de délais et d'architecture identiques il n'y a pas les mêmes choix techniques d'une entreprise à l'autre, ni même pour une même entreprise d'un chantier à l'autre.

Il s'agit donc bien d'une logique de prototype intrinsèque à l'entreprise d'exécution. D'autant plus intrinsèque que cette entreprise cherche à réduire cette variabilité d'architecture, de délais, de site et de sol. Réduction de variabilité qui prend notamment la forme d'une reconduction relative des mêmes choix de mise en œuvre d'un chantier à l'autre : des multiples combinaisons de mise en œuvre possibles chaque entreprise d'exécution n'en pratique qu'un très petit nombre. Mais si l'on peut entrevoir la série au travers de la reconduction de certains choix de mise en œuvre, la logique de l'entreprise d'exécution n'en reste pas moins une logique de prototype, contrariant, dans l'espace qui lui est réservé, la logique de prototype de l'architecte et celle de série du maître d'ouvrage.

Nous confirmerons ici que la négociation sur les choix techniques peut se voir comme négociation sur les contraintes architecturales ; car les conditionnants de site, de sol, de délais motivent moins les propositions de variantes. Logique dira-t-on : c'est censé avoir été intégré par la conception. Pourtant, c'est justement la partie la plus sensible à ces contraintes, la structure, qui est peu prise en compte par l'architecture française. Bien plus, c'est sur la partie la plus sensible de la structure, l'infrastructure, que l'entreprise a le plus de latitude en matière de choix techniques. Mais nous n'avons pu mettre en évidence de relation de cause à effet.

entreprises d'exécution, stratégie technique et logique de prototype:

Dans le contexte d'hégémonie du voile qui caractérise le logement collectif aujourd'hui en France, les entreprises que nous avons approchées ne maîtrisent pas une mais plusieurs techniques. Plus exactement, elles évoluent entre un petit nombre de techniques compatibles entre elles. Ne serait-ce que pour mener simultanément le plus grand nombre de chantiers possible. Nous allons donc atténuer le panorama d'hégémonie du voile, pour analyser la relative mixité technique dans laquelle évoluent les entreprises approchées.

Tableau 10 : éventail théorique d'options possibles pour l'exécution de structures

combinaisons	éléments	mode de fabrication			recours au parpaing ?		
		coulé s/site (chantier)	préfabriqué (chantier)	manufacturé (usine)	murs	cloisons	façades
plancher + poteau + façade	plancher						
	poteau						
	façade		?				
plancher + poteau + poutre + façade	plancher						
	poteau						
	poutre						
	façade		?				
plancher + mur porteur + façade	plancher						
	voile		(pignon)	(panneau)			
	façade		?				
plancher + mur porteur + poteau + poutre + façade	plancher						
	voile		(pignon)	(panneau)			
	poteau						
	poutre						
	façade		?				
plancher + mur porteur + poteau + façade	plancher						
	voile		(pignon)	(panneau)			
	poteau						
	façade		?				
plancher + mur porteur + poutre + façade	plancher						
	voile		(pignon)	(panneau)			
	poutre						
	façade		?				

les cases en gris indiquent que ce cas de figure est pratiqué.

A notre connaissance, les panneaux lourds préfabriqués, sur chantier ou en usine, utilisés en refends ne sont plus utilisés en résidentiel collectif. En revanche, il est courant de préfabriquer sur chantier (couler hors place) les murs de pignon en cas de mitoyen fragile. Nous n'avons pu vérifier si les éléments de façade se préfabriquent encore sur chantier.

Nous avons déjà posé que pour réaliser une structure en béton armé dans le résidentiel collectif, une entreprise de gros œuvre avait théoriquement le choix entre 75 combinaisons [Theile 1995 p. 20]. Ce chiffre est largement sous-estimé, car il faudrait examiner les différentes parties de la structure et leurs différents modes opératoires : planchers ; façades ; pignons ; refends ; cloisons. On atteindrait alors très vite la dizaine de milliers de combinaisons. Le tableau 10 se limite au béton armé et au parpaing pour examiner, dans leurs combinaisons, les possibilités d'exécution de structures.

Ce tableau est complètement théorique car il est certain que les entreprises de construction n'examinent jamais l'ensemble de ces combinaisons lorsqu'elles doivent procéder à un choix. Il nous a surtout servi comme support pour interroger les entreprises sur leurs

pratiques de choix techniques, et mettre en évidence qu'elles utilisent un éventail très réduit de choix.

Un responsable de DOLOIRE-BÂT s'est montré très surpris que nous puissions considérer que l'entreprise a plusieurs solutions techniques à sa portée, et peut procéder à un choix rationnel. Il relativise toutefois et reconnaît qu'il a une position très radicale : « *Attention, je ne me réfère qu'à l'habitat social. C'est à son égard que je parle de monoculture en termes de parti constructif. Monoculture au niveau du refend, duquel on ne parvient pas à s'extraire, quand bien même on utilise des produits manufacturés, des parpaings (...)* Regardez par exemple la "filiale sèche" en mixte, le bois par exemple : ce sont des refends avec des bouts de métal à l'intérieur. Je n'ai pas encore vu de "sec" s'extrayant complètement du banché ».

Pour le responsable de SOLIN-BÂT une entreprise de gros œuvre examinerait, pour chaque chantier, une ou deux combinaisons au plus, en résidentiel : « *Y a les refends, les refends c'est prédéfini, on les fera pas en préfa, c'est clair. Les façades on se posera la question. Façades : je fais du banché ou je fais du parpaing. Ensuite il y a les planchers. Les planchers : je met des tables, j'utilise des coffrages sur place, ou je fais de la pré-dalle, de la pré-dalle foraine ou de la pré-dalle usine. Et voilà les grandes options que l'on va prendre en termes de techniques de construction* ». Ce qui fait quand même huit combinaisons possibles. C'est sur cet éventail de huit combinaisons que se situent les entreprises de gros œuvre résidentiel.

En fait, maintes entreprises de gros œuvre opèrent sur plusieurs marchés, en plus du résidentiel neuf, y compris des PME indépendantes telle PIGNON-BÂT. Le tableau 10 peut donc être largement noirci pour un certain nombre d'entreprises mais de façon compartimentée. Par exemple, le poteau-poutre-dalle est plutôt spécifique au bureau, alors que le voile-dalle est plutôt spécifique au logement. Même si dans le bureau on emploie des voiles, ne serait-ce que pour contreventer. Et que dans le logement on recourt au poteau et à la poutre, en association avec le voile, essentiellement en infrastructure (parking) ou en rez-de-chaussée (commerces).

Cette compartimentation peut paraître curieuse, lorsque la même entreprise coule des poteaux en infrastructure pour ensuite couler des voiles en superstructure. En infrastructure on cherche avant tout à ranger et à faire circuler un grand nombre de véhicules dans un espace réduit, ce à quoi le voile se prête plutôt mal. En revanche, dans les étages on cherche plutôt à limiter les circulations, ou plus exactement à isoler les logements les uns des autres : ce au quoi le voile se prête plutôt bien, dans le contexte technico-historique et architectural du résidentiel collectif, décrit plus haut. Par ailleurs, le marché du bureau est très différent de celui du logement : des normes acoustiques moins contraignantes, des enveloppes financières plus conséquentes, et une priorité accordée à la souplesse d'aménagement et non pas à l'isolation, favorisent une façon de construire peu transposable au logement, comme alternative économique directe au voile parmi les choix qu'opère l'entreprise de gros œuvre.

Les entreprises de gros œuvre évoluent donc sur un registre de techniques compartimentées en fonction de la segmentation des marchés. À cette compartimentation de techniques peut correspondre une compartimentation d'équipes. Ceci est moins vrai pour les techniques béton, surtout pour les PME où les équipes sont assez polyvalentes. Ceci est par contre flagrant pour le métal ou le bois, malgré le phénomène de développement par acquisition.

Dès lors, les grandes entreprises, par le biais des différentes filiales, maîtrisent certes un nombre relativement élevé de techniques, mais de façon très compartimentée. C'est ainsi que HOURDIS-BÂT, PLATRAS-BÂT, ou encore SOLIN-BÂT possèdent des compétences en construction métallique, ce qui n'en fait pas pour autant des constructeurs métalliques. Bien sûr, la compartimentation peut varier. Le constructeur métallique BANCHE-BÂT est contrôlé par une entreprise de maçonnerie béton, ce qui l'a conduit à intervenir comme entreprise générale ; elle ne sous-traite pas pour autant le gros œuvre béton à des entreprises liées à sa maison-mère. En revanche, TRUELLE-BÂT, certes plus proche de la PME que du major, n'hésite pas à intervenir de façon concertée avec sa filiale char-

penne métrallique (étude de cas n° 5). Mais malgré ces éventuels jeux entre filiale, le registre courant de choix techniques est restreint.

Malgré tout, il n'a pas été aisé de faire émerger des choix préférentiels de structure chez les responsables interrogés. Autrement dit, le fait que les entreprises de gros œuvre évoluent pour le logement sur un registre réduit à huit combinaisons n'empêche pas ce genre de réponse : « *on est pas mariés avec une technique en fait : chaque fois on regarde les différentes possibilités et on optimise en fonction de ces différentes possibilités* » (PLATRAS-BÂT). Nous avons tout de même pu faire émerger une relative reconduction d'une même combinaison, d'un chantier de logement à un autre, pour six entreprises de gros œuvre.

Tableau 11 : solutions privilégiées en gros œuvre logement par quelques entreprises

	COULIS-BÂT	IMPOSTE-BÂT	LINTEAU-BÂT	MAÇON-BÂT	MEULIER-BÂT	PLATRAS-BÂT
superstructure	voile	voile	voile	voile	voile	voile
infrastructure :	voile / poteau / poutre	voile / poteau / poutre	voile / poteau / poutre	poteau / poutre	voile / poteau / poutre	voile / poteau / poutre
planchers :	pré-dalle	coulé en place, pré-dalle for.	coulé en place	coulé en place	pré-dalle	coulé en place
murs :	voile	voile	voile	voile	voile	voile
cloisons :	à base plâtre	à base plâtre	à base plâtre	à base plâtre	à base plâtre	à base plâtre
façades :	parpaing	voile, parfois parpaing	voile	voile	parpaing, voile (peu)	voile, parfois parpaing
localisation :	Champagne	Ile de France	Ile de France	Ile de France	Pays de Loire	Ile de France

Croyant que la pré-dalle était surtout fabriquée en usine nous avons omis de faire préciser s'il s'agissait de pré-dalle manufacturée ou foraine. Dans les cas répertoriés ici il s'agirait plutôt de pré-dalle foraine.

Au vu du tableau 11, ces six entreprises utilisent les mêmes solutions en ce qui concerne les cloisons et la structure porteuse verticale intérieure⁷¹. Ce qui n'est pas le cas pour les éléments porteurs horizontaux et les façades. En effet, en ce qui concerne les planchers certaines privilégient le coulé en place, alors que d'autres préfèrent la pré-dalle. Les premières privilégient les façades coulées en place, alors que les secondes préfèrent le parpaing en façade. L'association dalle + façade coulés en place paraît parisienne, contrairement à l'association pré-dalle + façades en parpaing. Nous reviendrons sur ces similitudes.

Pour l'instant, nous mettons plutôt en évidence la présence d'une logique de série chez les entreprises d'exécution gros œuvre, quand bien même cette logique de série paraît différer d'une entreprise à l'autre. Toutefois, le tableau 11 se situe à un degré élevé de généralité et doit être fortement pondéré. D'une part, parce que reconduire un même choix butte sur le fait que les disponibilités en hommes, matériels et matériaux sont rarement exactement les mêmes d'un chantier à un autre. D'autre part, reconduire un même choix est conditionné par les contraintes de site et subordonné à l'accord des maîtrises d'œuvre et d'ouvrage.

C'est ce qu'illustrent les propos d'un responsable commercial de IMPOSTE-BÂT : « *c'est pour chaque affaire que l'on étudie le type de matériel qu'il faut* ». De même, chez RIFLARD-BÂT, on pondère le cas de figure général, par exemple pour les planchers : « *c'est plutôt du coulé en place avec des tables (...) mais ça n'est pas vrai à 100% (...) on peut très bien utiliser de la pré-dalle de place en place (...) ça c'est de la méthodolo-*

⁷¹Toutes ne mentionnent pas le voile en infrastructure c'est sans doute par omission. Il semble en fait que les six entreprises utilisent la même combinaison en sous-sol : voile en périphérie + poteau + poutre.

gie de chantier ». Chez MEULIER-BÂT on affiche une nette préférence pour la pré-dalle, mais on reconnaît rencontrer des réticences : « *On nous a parfois très fortement sollicité pour faire du coulé en place. Donc à ce moment-là il y a une étude économique qui est faite au niveau du service travaux pour voir quelle est la meilleure option. En fonction du planning, parce que du coulé en place il y a une contrainte de planning non négligeable par rapport à de la pré-dalle* ». Et on y admet ne pas toujours parvenir à convaincre le client et devoir ainsi parfois couler intégralement en place.

La logique des entreprises de gros œuvre présente donc deux caractères : un caractère de série, mis en valeur par le tableau 11 ; un caractère de prototype, qui est le caractère dominant. En d'autres termes, le tableau 11 met en évidence que les entreprises de gros œuvre sont dotées d'une stratégie technique ; néanmoins cette stratégie technique va de pair avec une logique de prototype comme le soulignait le tableau 9. Bien plus, le caractère de prototype serait plus dominant dans la logique de l'entreprise de gros œuvre métal que dans la logique de l'entreprise de gros œuvre béton armé, en résidentiel. Alors même que pour le métal il y a peu de mise en forme sur le chantier contrairement au béton.

À cet égard l'étude de cas n° 2 est très intéressante. Suite à l'expérience accumulée en individuel, ARMATURE-BÂT a figé un procédé constructif qu'il tente de reconduire tel quel de chantier en chantier en logement collectif. Ce qui s'est terminé en échec⁷². Soulignons alors que, contrairement aux entreprises de gros œuvre béton, les entreprises de gros œuvre métal ne contrôlent pas l'exécution de la totalité de la structure. En effet, en résidentiel à structure béton, même lorsqu'elle intervient en corps d'états séparés, l'entreprise de maçonnerie béton contrôle l'ensemble de la structure, même si elle peut en sous-traiter une partie.

Pour le métal, en résidentiel, ARMATURE-BÂT est une exception : les charpentiers métalliques n'interviennent que sur des parties de bâtiment, pas nécessairement en structure, et jamais en infrastructure. Or, nous avons pu voir qu'il y a deux types d'architectes. Soit l'architecte a un choix bien arrêté quant au type de profilé métallique : « *il peut demander une poutre-treillis ! On ne remplacera pas une poutre-treillis par un I.P.E. bien évidemment !* » (BANCHE-BÂT). Soit l'architecte ne s'intéresse pas à la structure métallique, celle-ci étant camouflée, auquel cas le charpentier a carte blanche mais son intervention est conditionnée par les choix techniques du gros œuvre béton : « *au niveau des planchers c'est un des rares endroits encore où on utilise le béton dans nos constructions, donc plancher-dalle ou pré-dalle ou plancher avec béton et bac acier collaborant* » (BANCHE-BÂT).

L'entreprise de construction métallique tend donc à avoir moins de liberté sur les choix de gros œuvre que l'entreprise de maçonnerie béton. Par exemple, une entreprise de construction métallique doit pouvoir travailler avec trois types de plancher, alors que les entreprises béton tendent à travailler avec deux types de plancher, voire à n'en privilégier qu'un seul (tableau 11). Certes, chez BANCHE-BÂT on affirme « *notre objectif est d'arriver à une filière totalement sèche à terme* ». Néanmoins, pour du logement, l'entreprise générale de béton armé est bien plus en mesure que sa consœur évoluant en construction métallique de figer une stratégie technique pour tenter de la perpétuer d'un chantier à l'autre. Elle n'en participe pas moins d'une logique de prototype qui lui est largement imputable.

⁷² Dans l'étude de cas n° 2 cette tentative de production en série butte sur la logique de prototype de l'architecte. Et si le souci de respect de l'enveloppe budgétaire a poussé le maître d'ouvrage vers l'inhabituel, son souci de réduction de la variabilité ne le pousse cependant pas à trancher pour l'entreprise dans le conflit avec l'architecte.

Étude de cas n° 6 : un BET propose du poteau acier

L'opération : Deux tranches, totalisant une centaine de logements en locatif répartis sur deux bâtiments R+4 et R+5, avec parkings en sous-sol. Les infrastructures sont en béton armé. Les superstructures sont en ossature acier avec plancher en béton armé coulé intégralement en place. Les façades de la première tranche sont composées de carreaux en béton, contrairement à la seconde tranche aux façades en bardage acier. L'opération relève des réalisations expérimentales dites de la "filière acier". L'initiateur est le bureau d'études, lié aux actions de promotion de l'acier de la sidérurgie, le même que pour l'étude de cas n° 4. Si la première tranche n'a pas posé de problème majeur, la seconde a connu de grosses difficultés du fait du dépôt de bilan de l'entreprise générale, la même que sur la première tranche. Des problèmes de fissuration de poteaux sont récemment apparus sur la seconde tranche.

Le Maître d'Ouvrage : Bien que LEKOKON-MAO ait eu quelques difficultés pour conclure la seconde opération, en raison de la défection de l'entreprise générale, il n'en tire pas un bilan négatif. Il serait même prêt à refaire une opération acier, à la condition de pouvoir s'impliquer davantage dans le contrôle de l'opération. Il reconnaît toutefois que le choix de l'acier a été essentiellement dicté par des considérations financières, à savoir les conditions de crédit d'une REX. Ceci explique sans doute pourquoi il n'y a pas eu de suites. En dehors des problèmes découlant d'une défaillance d'entreprise, LEKOKON-MAO signale des sinistres en façade (rouille, infiltrations) pour le bâtiment aux façades en bardage acier. Ce qui le fait dire que les carreaux béton (première tranche) vieillissent mieux que le bardage acier. Il signale aussi des problèmes de fissuration avec les cloisons légères intérieures (Pregymétal). Parois légères qui auraient posé quelques problèmes "psychologiques" aux locataires, ce que n'arrangeaient pas les fissurations. Cette expérience a d'ailleurs conforté le directeur technique de LEKOKON-MAO dans son préjugé contre les parois légères.

La maîtrise d'œuvre : FARADAY-BET a capitalisé ces deux chantiers dans son expérience acier. Toutefois, sur ces chantiers FARADAY-BET est intervenu comme bureau d'étude fluides à la demande des architectes. La structure, comme les façades pour la seconde tranche, ont été conçues par le bureau d'étude émanant d'un sidérurgiste. Nous ne sommes pas parvenus à contacter les architectes.

Les entreprises : Nous ne sommes pas parvenus à retrouver des responsables de l'entreprise générale en charge de ces deux chantiers, qui a entre-temps disparu. Il s'agissait d'une entreprise de gros œuvre béton, qui avait la structure béton (fondations, planchers) en production propre et sous-traitait le reste. Son dépôt de bilan au cours de la seconde tranche a fait ressortir qu'elle travaillait à perte, payant des sous-traitants plus cher que ce qu'elle demandait.

site et choix techniques d'entreprise :

Face à nos tentatives de dégager des modes opératoires préférentiels on nous fit remarquer : « *on ne décide pas comme ça en disant tiens ce matin, je me lève, il fait beau, 17 degrés à l'ombre, je vais faire de la prédalle. C'est clair : c'est pas l'entreprise qui décide ! On va s'adapter au marché qu'on nous propose* » (IMPOSTE-BÂT). De même, chez HOURDIS-BÂT on insiste sur les diverses contraintes, de site notamment, qui à la fois limitent les choix et empêchent de les figer : « *on avait à un moment une usine à côté du Mans, la livraison c'était une heure et demie pour un chantier situé à l'ouest de Paris. Le même chantier situé à l'est de Paris c'est trois heures, quatre heures* ». Pourtant, face au maître d'ouvrage, seule l'entreprise de gros œuvre émerge comme autre acteur majeur des choix techniques. Il faut alors examiner un peu plus l'incidence des contraintes de site, en particulier sur le tableau 11.

Au vu du tableau 11, les entreprises de province tendent à ne bancher que les refends, alors que celles d'Île de France tendent à bancher refends, façades et planchers. Le propos ici n'est en aucun cas de tenter une généralisation. Car nous n'avons même pas pu obtenir d'ordres de grandeur. De plus, nous avons vu que DOMUS-MAO et OMAUFOYER-MAO, maîtres d'ouvrage franciliens, sont ouverts au parpaing en façade. Par ailleurs, plusieurs architectes nous ont signalé qu'une même entreprise pouvait faire du parpaing sur une opération et du voile sur une autre. Enfin, chez PLATRAS-BÂT la tendance de l'entreprise à tout bancher serait récente : « *En ce moment, c'est des façades fermées en béton armé. Mais ce n'était pas le cas il y a... je sais pas deux/trois ans* », époque où l'entreprise aurait préféré les façades en parpaing.

Chez HOURDIS-BÂT on nous a avancé le principe général suivant : « *l'ajustement de la charge de grue c'est un élément fondamental de choix des modes opératoires (...) on va choisir des modes opératoires qui nécessitent de la grue jusqu'à ce que la grue soit saturée, et quand elle sera saturée on choisira des modes opératoires où on n'a plus besoin de grue* ». À partir de ce principe on va beaucoup plus loin chez PLATRAS-BÂT : « *c'est évident que les façades ouvertes permettent l'optimisation de l'organisation du chantier* » ; pour finir par admettre qu'en termes de façades « *un parpaing plus un enduit monocouche oui c'est ce qu'il y a de moins cher* ». Dès lors, tout au moins dans le contexte des années 1990, la structure verticale optimale paraît être : voile pour les murs porteurs, parpaing pour les façades.

Toutefois chez MAÇON-BÂT on explique que le choix du parpaing « *dépend de la hauteur de l'immeuble. Vous pouvez passer en parpaing jusqu'à un R+3 éventuellement. Mais à partir du moment où vous dépassez le R+3 vous devez passer avec du béton et en plus vous mettez une grue (...) à partir du moment où vous équipez une grue et que vous avez des banches le prix du mètre carré de voile est moins cher que le prix du mètre carré de parpaing* ». En fait, l'entreprise francilienne MAÇON-BÂT s'intéresse peu à l'enduit monocouche : elle réalise plutôt du logement de standing avec habillage pierre, auquel se prêterait mieux le voile.

Il faudrait peut-être prendre en compte les contraintes d'urbanisme, à savoir l'impossibilité à faire des immeubles de moins de 6 étages dans de larges secteurs de l'agglomération parisienne. Toutefois on fait observer chez LINTEAU-BÂT, entreprise francilienne, que « *même si sur des bâtiments bas, qui font R+2 ou R+3, on a toujours vu du parpaing, on en voit aujourd'hui sur du R+5 ou R+6 avec des façades souvent non porteuses* ».

Chez IMPOSTE-BÂT, entreprise francilienne, on avance : « *c'est en province qu'on a plus l'habitude de traiter les façades en maçonnerie, pour un problème de coût (...) je pense qu'il y a encore une notion d'artisan, il y a encore existence d'artisans compétitifs qui sont capables de monter de la maçonnerie, en province. Il y en a aussi à Paris, mais il y en a moins* ». Cette explication paraît insuffisante, sachant qu'il existe en région parisienne des entreprises spécialisées dans la maçonnerie parpaing travaillant comme sous-traitants d'entreprises de gros œuvre. Mais l'effet d'inertie concurrentielle pourrait ne pas

être négligeable : lorsque le parpaing domine en façade il est plus difficile de proposer du voile.

Toujours est-il que les contraintes de site, de marchés, et les exigences de maîtrise d'œuvre et d'ouvrage paraissent n'expliquer que partiellement ces différences de mise en œuvre de façades. Il faut aussi chercher des raisons propres aux entreprises. Ainsi, chez LINTEAU-BÂT, entreprise francilienne, on souligne que la question du parpaing en façade dépend d'une culture d'entreprise : « *Si vous parlez de la culture de LINTEAU-BÂT là-dessus, nous on refuse toujours, on perd des marchés d'ailleurs à cause de ça (...) Il y a plusieurs raisons. Il y a une raison technique (...) les jonctions entre le béton armé (...) et la maçonnerie, qu'on ne sait pas toujours traiter* ». On y évoque en particulier les nombreux sinistres découlant de l'emploi combiné du coffrage-tunnel (murs et planchers) et de la maçonnerie parpaing (façades).

Pour le logement social le parpaing apparaît comme un substitut très valable au voile en façade. Dès lors, le fait qu'en région parisienne on souligne plutôt les inconvénients du parpaing en façade alors qu'en province on soulignera plutôt ses avantages, tend à indiquer que l'on est dans un système d'habitudes. Ainsi chez MEULIER-BÂT (Nantes) on affirme : « *que l'on soit béton ou parpaing, le côté intérieur de cet ouvrage sera doublé d'un placomur. Et sur le côté extérieur il y aura une finition, très souvent du monocouche. Et le monocouche s'adapte mieux au parpaing qu'au béton* ». Ce que l'on contredit chez LINTEAU-BÂT (Paris) : « *Et puis au lieu de projeter un monocouche là-dessus de 25 mm direct qui fait à la fois enduit d'imperméabilisation et enduit d'aspect de façade, eh ben on fait comme on faisait les pavillons avant (...) on fait des choses qui soient correctes* ». Habitudes favorisées certes par des contraintes de site, de marché et autres, mais de façon partielle et non totale.

On a remarqué qu'à des façades banchées correspond plutôt des planchers intégralement coulé en place, alors qu'à des façades en parpaing correspond des planchers à pré-dalles. Or on fait remarquer chez PIGNON-BÂT : « *l'avantage en province c'est qu'on a de la place pour stocker ; je vois à Paris, ils utilisent beaucoup de coffrage dalle pleine parce que c'est un problème de stockage* ». En extrapolant, on pourrait poser que la densité urbaine inhibe l'emploi du parpaing en façade. Cependant le stockage du parpaing est d'autant moins dépendant des contraintes de densité urbaine, au regard de la préfabrication foraine de pré-dalles, qu'il peut être facilement stocké dans les étages. En outre, si le coulage en place des planchers prédomine chez IMPOSTE-BÂT (Paris) la pré-dalle foraine y est aussi très utilisée.

Notons que la combinaison parpaing en façade et pré-dalle correspond à une utilisation différente de la grue que la combinaison façades et planchers à banchage intégral, surtout quand on emploie pour les planchers des coffrages démontables et manportables à poutrelles bois ou aluminium. Certes, ces combinaisons ne paraissent pas équivalentes en charge de grue : la plus forte mobilisation de la grue sur les planchers dans le premier cas ne correspond pas à la plus forte mobilisation de la grue sur les façades dans le second cas. En revanche, elles correspondent à des façons de travailler différentes, et on revient là aux habitudes.

En fait, il faut s'intéresser à l'histoire des entreprises, et notamment de leurs investissements en matériel. Par exemple, le banchage des façades et la préfabrication foraine des planchers peuvent être perçus comme des adaptations, liées à la diminution de la taille moyenne des chantiers, issues de la préfabrication lourde et du coffrage-tunnel. Et si IMPOSTE-BÂT pratique encore beaucoup la pré-dalle foraine c'est peut-être parce qu'elle a ses propres bancs de préfabrication. Chez PLATRAS-BÂT la sous-traitance de la fabrication des pré-dalles foraines pourrait avoir facilité la transition vers le banchage intégral des planchers. PLATRAS-BÂT chez qui le parpaing est aussi totalement sous-traité. Mais on y affirme « *il faut bien comprendre que ce n'est pas parce qu'on soustrait le parpaing qu'on va favoriser les voiles* ».

À vrai dire, les entreprises peuvent relativement choisir leurs marchés et donc choisir de s'affranchir ou pas de certaines contraintes. Ainsi chez LINTEAU-BÂT, où l'on préfère éviter le parpaing en façade, on possède le matériel de coffrage des planchers (poutrel-

les aluminium). En revanche, ce matériel est loué chez IMPOSTE-BÂT : cette dernière entreprise cherche une plus grande souplesse au regard des contraintes architecturales. Ce que tend à confirmer cette observation : « *on fait très peu de chantiers en table de coffrage, parce que pour faire de la table il faut qu'il y ait des voiles dans un sens et pas dans l'autre sinon c'est dur à sortir les tables* » (IMPOSTE-BÂT). Recours aux tables de coffrage qui tend à prédominer chez RIFLARD-BÂT : cette entreprise évoluerait plutôt sur des marchés qui s'y prêtent.

Les contraintes de site ne sont donc pas un paramètre susceptible de remettre en cause notre analyse du rôle de l'entreprise de gros œuvre dans les choix techniques. L'exemple des centrales à béton de chantier le confirme. En effet, on pourrait être tenté de poser qu'une forte densité urbaine est un obstacle à une centrale de chantier, qui mobilise une certaine surface de chantier. Or chez LINTEAU-BÂT (Paris) c'est notamment les embouteillages, à forte corrélation avec la densité urbaine, qui poussent à utiliser des centrales de chantier. À l'inverse, nous avons l'exemple de deux PME, d'une soixantaine de salariés chacune, implantées dans des régions à densité urbaine moindre que l'agglomération parisienne (Pays de la Loire et Champagne) et possédant chacune une centrale à béton.

Chez l'une, PIGNON-BÂT, on y explique : « *J'ai une centrale. Mais pour la monter il faut avoir un minimum de 1 200 m³ de béton, donc il faut déjà trouver le chantier par les temps qui courent. Sinon ça n'a pas d'intérêt* ». Ce qui signifie que l'on pourra éventuellement décider de bancher les façades pour atteindre ce seuil de 1200 m³. Mais on affirme aussi « *Une entreprise comme la mienne les investissements ne sont pas inconsiderés donc même si mes banches restent sur le dépôt je préfère ça que de les traiter à pas cher* ». Pour ensuite préciser : « *la moitié des murs en béton qui sont à Reims sont faits par des PME ! (...) nos gars peuvent aussi bien demain couler du béton que monter du parpaing ou faire de la pierre* ». Ce qu'on corrobore chez COULIS-BÂT, filiale de major, en insistant beaucoup sur la souplesse des PME qui lui font concurrence dans la région de Reims.

Soulignons que la notion de structure porteuse est fluctuante : lorsque l'on choisit de couler en place les façades celles-ci peuvent être porteuses, alors que choisir du parpaing pour les façades signifie le plus souvent que les façades ne sont pas porteuses. Or chez PLATRAS-BÂT on souligne que l'entreprise est souvent amenée à modifier les épaisseurs de voile « *pour des raisons acoustiques ou parce que justement on passe de parpaing à béton ou de béton à parpaing* ». Les entreprises de gros œuvre ont donc une liberté de manœuvre assez importante pour la descente de charges, conditionnée certes par leurs capacités de négociation et d'études. Ce qui relativise encore plus l'impact des contraintes de site.

Remarquons que c'est sur la partie de la structure la plus sensible aux contraintes de site et de sol, l'infrastructure, que l'entreprise de gros œuvre dispose de la plus grande liberté de manœuvre. Nous avons alors cherché à cerner si la fréquence des propositions d'adaptations aux projets concernant les parkings n'était pas liée à des contraintes de site et de sol. Les réponses des entreprises à cette question ont souvent été négatives mais jamais positives.

Certes chez LINTEAU-BÂT on tente de dédouaner les architectes en affirmant : « *ils ont un terrain exigü, ils ont des contraintes de plafond de PAZ, ils ont des prospects, et puis on leur dit il faut absolument rentrer tant de logements dans ce volume pour amortir la charge foncière* ». Mais chez MEULIER-BÂT on avance : « *Je pense que c'est plus l'architecte qui n'a pas une gestion relativement cohérente du coût qu'autre chose, mais ce n'est pas spécialement lié à la configuration du site. C'est vrai que ça a une incidence, ça c'est sûr, mais ce n'est pas la principale raison* ». Et on ne prend pas de gants chez COULIS-BÂT : « *C'est essentiellement un problème d'esthétique (...) plus votre architecture est compliquée au-dessus moins elle va s'adapter. C'est clair que si vous ne faites pas une boîte à savon au-dessus (...) vous avez un transfert de charges qui se fait mal entre la superstructure et l'infrastructure* ».

Si les entreprises de gros œuvre évoluent sur un registre limité et compartimenté de techniques, elles ont suffisamment de souplesse technique pour pouvoir jouer entre au moins deux modes de mise en œuvre même si elles tendent à n'en privilégier qu'un seul. Certaines entreprises joueraient davantage la souplesse technique, d'autres seraient moins flexibles. En tous cas, le principal outil permettant à l'entreprise de gros œuvre de disposer d'une importante liberté de manœuvre, et donc d'être un acteur majeur des choix techniques, est sa capacité à proposer des modifications au projet. Il s'agit là de son principal outil d'absorption de contraintes, la souplesse technique le complétant plus ou moins selon les cas.

la pratique de la "variante" : une prescription qui tend aussi à être suggestive

On peut dire que les deux acteurs majeurs des choix techniques tendent à pratiquer une prescription suggestive, car leur pouvoir de prescription au regard du code des marchés publics et de la Loi Spinetta est en fait très restreint au regard de leur influence réelle. Autrement dit, pour le gros œuvre dans le logement, les acteurs à faible pouvoir juridico-administratif de prescription sont les acteurs forts des choix techniques, alors que les acteurs à fort potentiel juridico-administratif de prescription en sont les acteurs mineurs.

À vrai dire, on n'est pas dans le même contexte que le maître d'ouvrage, qui doit faire couvrir tous ses choix et est ainsi constamment dans la prescription suggestive. L'entreprise a généralement la charge des plans d'exécution qu'elle fait valider par l'architecte : l'architecte est responsable sur la conception alors que l'entreprise est responsable sur l'exécution. La prescription suggestive est donc censée ne se faire que là où la validation des plans d'exécution amène à devoir modifier les plans de conception. Or, le code des marchés publics permet aux entreprises de proposer des modifications avant adjudication : comme variantes, si elles sont autorisées ; sinon, comme options obligatoirement décrites. Dans la pratique, une part importante des modifications sont suggérées après adjudication.

« L'entreprise pourrait se contenter de répondre le plus scrupuleusement possible au dossier qui lui est fourni, lorsqu'il est précis mais elle sait que le désir du maître d'ouvrage est avant tout de réaliser ses objectifs même s'il faut, pour y parvenir, remettre partiellement en cause le travail de l'architecte et du BET. Aussi l'entreprise se doit de rechercher des variantes ou adaptations qui, sans dénaturer le but final, conduisent à un moindre coût de l'ouvrage » [A. Coin p.1]. Ce discours nous paraît d'autant plus intéressant qu'il provient de quelqu'un qui a exercé à la Socotec, autrement dit dont le rôle était d'assister des maîtres d'ouvrage. Il est prononcé en introduction à un cours sur la construction de bâtiments en béton armé.

Ce discours est très représentatif du discours qui nous a été tenu chez les entreprises de construction interrogées. Bien plus, dans cette citation se trouve le mot clef "adaptations" à connotation plus positive que le terme "variante" en raison de la Loi Sapin. Ainsi chez RIFLARD-BÂT on préfère dire "adaptations à l'outil de production" ; lesquelles, en logement social, sont proposées dans 98% des cas. De même chez PLATRAS-BÂT on fait observer que *« on peut appeler ça variante, optimisation, mise au point, c'est en tous cas une modification... ce que j'appelle variante c'est une modification au dossier initial »*.

Les entreprises reprochent à la loi Sapin d'inhiber toute recherche d'optimisation du projet : *« personne n'a intérêt à se creuser la tête pour trouver une variante économique puisqu'elle va être distribuée à tout le monde »* (LINTEAU-BÂT). N'en étant pas moins en situation de concurrence, elles présentent ce qui est défini comme la solution de base, conforme au DCE, permettant donc au maître d'ouvrage de disposer d'une offre comparable à toutes les autres ; avec des options, à savoir des modifications susceptibles d'optimiser le projet. Options décrites par ailleurs, conformément à la loi, sur une note technique jointe.

Un exemple de prescription suggestive est donné chez LINTEAU-BÂT pour la substitution de voiles de béton par des parois légères : *« la liberté, dans un CCTP, sur des refends en disant vous pouvez les faire en béton ou en cloison légère (...) je n'ai jamais vu ça. C'est toujours des propositions qui viennent après coup suggérées par l'entreprise (...)*

on peut, ça nous arrive (...) quand on le sent ça au niveau de l'appel d'offre, (...) dans la note technique on précise qu'il y a possibilité de supprimer des éléments porteurs et de mettre des cloisons légères à la place et que on le suggérera (...) lors d'une mise au point du marché ».

La proposition par l'entreprise de transformer l'ouvrage à exécuter en ouvrage exécutable se fait en trois temps : avant adjudication (réponse globale) ; après adjudication mais avant la signature du marché (mise au point générale) ; après signature du marché (mise au point par le conducteur de travaux). Les entreprises avaient déjà tendance à fournir une réponse surtout économique, pour limiter l'investissement consacré (frais d'études, personnel mobilisé...) aux réponses aux appels d'offre. La loi Sapin aurait contribué à accentuer ce phénomène, à savoir déplacer le moment principal de négociation technique après l'adjudication. La phase avant adjudication ne serait moment principal de négociation qu'en cas d'appel d'offre infructueux : *« s'il y a remise en question du projet c'est avant le marché, c'est qu'il y a un problème, c'est que l'appel d'offre est infructueux »* (LINTEAU-BÂT). La loi Sapin aurait contribué à modifier le rôle de l'exécution dans les choix techniques tant sur la forme (rôle plus discret) que sur le fond (remise en cause plus difficile du parti architectural).

Concernant la phase de réponse à la consultation d'entreprise les propos tenus chez PLATRAS-BÂT peuvent être considérés comme significatifs : *« en phase d'appel d'offres il est évident que souvent on est assez pressés, donc on n'a pas énormément de temps pour mener toutes les études détaillées à fond »*. Ces études ne se feront donc de façon poussée que dans la deuxième phase : *« à ce stade post-adjudication mais avant signature on va faire ce qu'on appelle des avant-projets béton, c'est-à-dire qu'on va calculer des descentes de charges, on va vérifier que tout se passe normalement au plan technique »* (ibid.).

Chez PLATRAS-BÂT on semble réaliser l'essentiel de la transposition à ce moment-là : *« une fois qu'on a signé le marché on a un bon à exécuter (...) c'est pour ça qu'on met du temps souvent à signer un marché c'est qu'on règle tous les problèmes avant de manière à ce que après ça se déroule sans problèmes »*. En revanche, chez LINTEAU-BÂT une part plus importante de cette transposition serait effectuée lors de la troisième phase, par le conducteur de travaux. En fait, la répartition entre les trois phases pourrait être moins différente d'une entreprise à l'autre chez les majors et leur filiales, qu'entre ces derniers et les PME.

En effet, les majors et leurs filiales peuvent mobiliser davantage de ressources que les PME dans ce processus de transposition : chargé d'affaire, services études de prix, méthodes, travaux, spécialistes de l'optimisation des descentes de charges et des parkings... Ce qui est loin d'être le cas pour les PME indépendantes : *« quand vous présentez des variantes il faut quand même amener des solutions techniques mais il faut en faire les études. Et les petites entreprises avec la crise qu'il y a eu ont souvent réduit leurs frais généraux et puis ont laissé partir des ingénieurs »* (PIGNON-BÂT). Ces dernières seront peu enclines à revoir toute la conception des descentes de charges : *« on peut pas tellement changer le sens des cloisons. Ça c'est guère possible car tout le chantier a été fait par rapport aux études béton »*.

En outre, les PME indépendantes interviennent plutôt peu en entreprise générale. Or, ce dernier mode de passation de marché confère une plus grande capacité de proposition d'adaptations : *« on ne fait pas de logement en gros œuvre seul aujourd'hui (...) c'est ce qui nous permet aussi éventuellement de varier (...) quand on est en corps d'état séparés c'est très difficile, beaucoup plus difficile »* (LINTEAU-BÂT). Il est plus facile de faire accepter une adaptation en faisant valoir l'économie globale du projet, surtout lorsque cette adaptation modifie la répartition entre le gros œuvre et le second œuvre.

Ce qui ne veut pas pour autant dire que l'entreprise générale procède à des optimisations en dehors de ce qu'elle possède en production propre : elle ne procèdera pas ou peu sur le second œuvre au travail d'optimisation sur la base du passage du plan d'architecte au plan d'exécution. Ainsi chez LINTEAU-BÂT les adaptations second œuvre *« c'est la personne des études de prix qui les négocie et non pas le conducteur de travaux »* : on n'y

réalise pour le second œuvre que la première phase de transposition, essentiellement économique. Schéma qui est confirmé par un chargé d'affaires de PLATRAS-BÂT : « *Notre bureau d'études ne s'occupe que du gros œuvre (...) Tout ce qui concerne le second œuvre est fait au commercial* ». Toutefois, un autre responsable de PLATRAS-BÂT affirme que le conducteur de travaux en charge du second œuvre ne réalise pas que de la coordination, et travaille à une optimisation avec les sous-traitants correspondants.

Si les PME indépendantes ont moins de possibilités de faire des variantes que les entreprises plus importantes ou liées à des majors, leurs possibilités de variantes sont très loin d'être inexistantes : « *ça arrive très souvent qu'on fait des propositions en variantes. À la limite, je dirais, tout dépend du matériel dont dispose l'entreprise* » (PIGNON-BÂT). Mais la marge des PME pour transposer l'ouvrage à exécuter en ouvrage exécutable paraît plus réduite, leurs logiques paraissent plus contraintes par les logiques de maîtrises d'œuvre et d'ouvrage.

Sous cet angle on pourrait poser que la logique des PME, logique de prototype, est en partie induite. Par ailleurs, les tentatives d'entreprises de reconduire une même combinaison opératoire d'un chantier à l'autre peuvent, en se heurtant aux logiques de maîtrises d'œuvre et d'ouvrage, induire du prototype. C'est ce qui se produit avec ARMATURE-BÂT dans l'étude de cas n° 2. Néanmoins, la logique de prototype des entreprises d'exécution est en bonne partie intrinsèque, en ce que maints choix opératoires relèvent d'une gestion d'opportunité.

des choix techniques conditionnés par une gestion d'opportunité :

Nous avons tenté de mettre en valeur une logique intrinsèque de série chez les entreprises au moyen du tableau 11. Les difficultés pour ce faire ne résulteraient que partiellement du fait que les choix de modes opératoires ne dépendent pas que de l'entreprise d'exécution. En effet, on pourrait poser que le caractère intrinsèque de la logique de prototype de l'entreprise d'exécution se serait accentué : la logique intrinsèque de série aurait été plus marquée du temps de la préfabrication lourde et des coffrages-tunnels que de nos jours. L'affirmation maintes fois faite de la recherche de souplesse technique et de choix techniques étudiés au cas par cas ne serait pas simple rhétorique mais traduirait l'accentuation de l'importance d'une logique intrinsèque de prototype dans les stratégies d'entreprise.

Mais ici nous ne nous intéressons pas à l'éventualité d'entreprises acceptant plus facilement de ne pas figer leurs modes opératoires que par le passé. Nous nous intéressons au fait que les modalités de transformation de l'ouvrage à exécuter en ouvrage exécutable peuvent empêcher de figer les modes opératoires. En effet, la loi Sapin, en accentuant le déplacement des décisions techniques de la phase un, du processus de conception d'ouvrage exécutable, vers les phases deux et trois, pourrait avoir accentué le caractère intrinsèque de la logique de prototype des entreprises d'exécution. En tous cas, nous nous intéressons ici à la troisième phase, à savoir au rôle du conducteur de travaux gros œuvre dans les choix techniques : phase où les décisions peuvent être beaucoup plus individuelles que dans les précédentes.

On peut distinguer entre une phase commerciale et une phase travaux dans l'organisation du travail d'entreprise de construction : la phase commerciale correspondrait à nos phases un et deux, la phase travaux correspondant à notre phase trois. Cette distinction est assez ancienne, puisque [Campagnac] la décrit chez Bouygues dans les années 1960, précisant même : "*libre d'adopter ses propres modes d'exécution, à la condition qu'ils améliorent les résultats prévus au commercial, le responsable travaux pouvait s'en tenir aux méthodes qu'il connaissait le mieux...*" [ibid. p. 58]. À la fin des années 1960, Bouygues instituait le transfert avec responsabilisation afin de favoriser une meilleure articulation entre la phase commerciale et la phase travaux, et notamment limiter la capacité du conducteur de travaux à remettre en cause les options techniques prises en phase commerciale.

Trente ans plus tard cette façon de fonctionner n'a pas fondamentalement changé. On a ainsi une phase commerciale, parfois nommée études, où les compétences mobilisées

pour les choix techniques sont surtout : négociation commerciale, études de prix, études techniques, méthodes ; avec une mobilisation plus importante après adjudication qu'avant. Et une phase travaux, où les principales compétences mobilisées sont celles du conducteur de travaux gros œuvre ; la mobilisation de ce dernier pouvant varier d'une entreprise à l'autre.

Néanmoins à un moment ou un autre le conducteur se retrouve principal décisionnaire, même si le terme "transfert" a plutôt une connotation négative : « *Il n'y a pas de transfert chez nous (...) la communication horizontale entre les services est permanente (...) quand le marché est traité on désigne un conducteur ou un directeur de travaux qui va prendre en charge l'ouvrage (...) le responsable de travaux a trois mois à ce moment-là pour élaborer un budget d'exécution* » (LINTEAU-BÂT). Une partie des choix techniques laissés à l'entreprise, ou sur lesquels celle-ci peut influencer, dépend donc de la direction de chantier. Ces choix varient d'un conducteur de travaux à l'autre, même si celui-ci est conditionné par les décisions prises en phase commerciale, ainsi que par les moyens et méthodes de travail de l'entreprise. En outre, suivant le contexte un même conducteur de travaux ne prendra pas les mêmes décisions.

L'importance et l'autonomie du conducteur de travaux dans les choix opératoires ne fait pas mystère : « *Il n'y a pas trente six solutions pour les différents bâtiments : il y a quelques méthodologies, les modes constructifs sont à peu près cernés, une fois que l'on a fait ça c'est fini. Après c'est de l'adaptation, de la mise au point, du détail d'exécution, dans lequel on n'a pas besoin de tenir la main au directeur de travaux (...) les méthodologies d'exécution ne sont pas écrites noir sur blanc (...) vous allez le parcourir d'une certaine façon, moi d'une autre, et une troisième personne d'une autre façon (...) La seule chose importante c'est qu'on arrive au même but, au même coût, en ne perdant pas d'argent* » (RIFLARD-BÂT).

Chez RIFLARD-BÂT on finit par souligner que « *... le concept études est une chose, le concept exécution en est une autre ; seul le résultat compte* ». Ainsi, ce n'est pas le maintien des décisions prises en phase études qui prime, ni une stratégie technique, ni même l'observation scrupuleuse de règles d'organisation du travail. L'objectif est avant tout financier et la marge de liberté laissée au responsable de chantier est assez importante à cet égard : « *Si telle ou telle technique est mieux maîtrisée par une équipe travaux il peut très bien utiliser d'autres systèmes du moment, encore une fois, qu'il justifie l'arrivée au même but en maintenant l'objectif financier* » (RIFLARD-BÂT). Il y a donc bien quelque part une gestion d'opportunité.

Ces propos de RIFLARD-BÂT soulignent que l'entreprise de construction peut ne pas être homogène techniquement. Ce qui est confirmé chez LINTEAU-BÂT en soulignant que « *pour les planchers on est passé en plusieurs phases, je crois que chez nous d'ailleurs il y a encore quelques équipes...* », à propos du passage de la pré-dalle foraine aux planchers totalement coulés en place. Ainsi, à ouvrage comparable, une même entreprise de gros œuvre ne fournit pas toujours la même réponse, puisque celle-ci dépend de la disponibilité des équipes.

Le travail du conducteur de travaux consiste en bonne part à parachever la transformation du projet en ouvrage exécutable, à savoir préciser et compléter ce qui résulte des phases un et deux. Néanmoins, les propos de [Campagnac] et de RIFLARD-BÂT montrent que le conducteur de travaux peut aussi être amené à proposer des modifications contradictoires avec la phase commerciale. Tout comme ceux tenus chez MAÇON-BÂT : « *quelques fois au niveau des balcons on essaie de passer avec des balcons en préfa (...) peut-être qu'à l'étude ça avait été prévu coulé sur place, enfin bon, c'est le genre de chose qui effectivement peut changer* ».

Bien plus, il n'est pas rare que l'entreprise revienne en phase travaux sur une variante qu'elle avait proposé en phase consultation : « *un exemple c'est en toiture (...) quelquefois il est proposé un Placopan (...) et on passe en variante en disant on fait nous une dalle béton (...) et au moment de l'exécution il s'avère que par rapport au charpentier, qu'on a trouvé pour exécuter la charpente, par rapport au plaquiste qui fait des bons prix de plâtre, le prix économique s'inverse et c'est le Placopan qui devient moins cher par*

rapport au béton » (IMPOSTE-BÂT). Pour une opération MNÉSIDÈS-ARC signale qu'il avait dû renoncer au poteau-dalle car l'entreprise préférait des planchers à retombées de poutre ; cette dernière demanda finalement à revenir à la poutre noyée lors de l'exécution du plancher du rez de chaussée, parce que les gains de ferrailage ne compensaient pas l'allongement des temps d'exécution.

Chez LINTEAU-BÂT on admet aussi que le conducteur de travaux puisse négocier un retour en arrière : « *s'il dit si je reviens à la base je fais une économie et je vous la répercute monsieur le maître d'ouvrage, le maître d'ouvrage peut toujours faire un avenant pour revenir au point de départ* ». Chez RIFLARD-BÂT on affirme qu'il n'y a généralement pas de retour en phase travaux sur une proposition de modification soumise et acceptée en phase commerciale. Peut-être parce que chez RIFLARD-BÂT on utiliserait moins la phase commerciale pour faire des propositions de modifications. En effet, ces retours sur décisions antérieures sont surtout dues à l'écart entre la fixation des prix en phase commerciale (plutôt estimative) et celle effectuée en phase travaux (sur la base d'un budget et d'une marge à respecter).

Qu'il y ait retour sur des propositions antérieures ou pas, tout est négociable même à un stade avancé de l'exécution, dès lors que l'entreprise d'exécution ne remet pas en cause des détails considérés essentiels par l'architecte et/ou le maître d'ouvrage, et surtout si elle accorde au maître d'ouvrage le bénéfice de l'économie réalisée. On est en pleine logique de prototype du fait de l'entreprise : « *le produit sera mis au point tout au long du chantier, c'est-à-dire que (...) on a traité tous les problèmes de gros œuvre et après vous traitez tous les problèmes des corps d'état, un par un. Et puis vous les traitez jusqu'à la réception* » (RIFLARD-BÂT).

Soulignons que la gestion des achats n'a jamais spontanément émergé comme paramètre d'importance dans le travail d'optimisation, à une exception : « *Le logement social c'est tout à fait différent (...) l'optimisation ne va pas être sur la conception de la cellule, la conception du bâtiment elle-même, elle va beaucoup plus être sur le choix des techniques, la façon dont on achète les types de matériaux...* » (IMPOSTE-BÂT). Ce qui est peut-être à lier au fait que IMPOSTE-BÂT est en train de se doter d'une centrale d'achat. Cette expérience n'en est toutefois qu'à ses débuts, et c'est généralement chaque conducteur de chantier qui gère ses achats.

La très faible fréquence de la centralisation des achats chez les entreprises de gros œuvre, liée aux difficultés qu'éprouve IMPOSTE-BÂT à instituer cette centralisation, souligne à notre sens l'importance d'une gestion au coup par coup dans les pratiques d'entreprises. Le prix d'un matériau pouvant varier, selon la conjoncture économique ou commerciale, le conducteur de travaux pourra être amené à faire tel choix plutôt que tel autre, surtout si les prix fixés en phase commerciale le gênent au regard du budget qu'il doit respecter.

La stratégie technique d'une entreprise de gros œuvre serait donc davantage marquée par une gestion d'opportunité, où chaque chantier est un cas particulier, que par une gestion transversale. Plus exactement, la stratégie technique d'une entreprise ne résulte pas que de choix effectués au sommet de l'entreprise en termes de moyens matériels et humains, politique d'approvisionnement et méthodes de travail. Elle résulte largement de décisions individuelles : des chargés d'affaire en phase commerciale, mais surtout des conducteurs de travaux. Chaque conducteur a assurément une gestion transversale du chantier, mais elle n'est pas nécessairement la même d'un conducteur à l'autre : l'objectif commun, pour lequel on leur laisse une large latitude, est financier et non pas technique. Cette gestion d'opportunité participe non seulement à ce que le caractère dominant de la logique d'entreprise de gros œuvre puisse être qualifié de prototype, mais à ce qu'il lui soit largement intrinsèque. C'est ce que nous paraît fort bien illustrer la réflexion suivante sur l'ingénierie d'exécution : « *comme ce n'est pas une science exacte il n'y a rien de figé* » (IMPOSTE-BÂT).

Étude de cas n° 7 : le maître d'ouvrage propose du poteau

L'opération : Une opération d'une centaine de logements en locatif, répartis sur deux bâtiments R+4, avec parking en sous-sol. Jusqu'au niveau R+2, la structure est en béton armé, poteaux et planchers à retombées de poutre, avec façades en parpaing. Les autres niveaux sont en bois. Le maître d'ouvrage, ou plus exactement le chargé de projet, est à l'origine de l'opération. Il est l'initiateur des principaux choix techniques adoptés. Cette opération n'est pas une REX. Toutefois elle est en partie le résultat de réflexions développées dans certaines REX entreprises par BILMO&CO-MAO. L'opération s'est dans l'ensemble bien déroulée, bien qu'il y ait eu quelques problèmes avec les retombées de poutres : jours au niveau des séparatifs de logement, poutres trop basses au dessus des portes (problèmes avec les impostes).

Le Maître d'Ouvrage : Le directeur de NIDOUYÉ-MAO est en fait un cadre de l'entité d'assistance à la maîtrise d'ouvrage TOURÉBAR-MAO, elle-même liée à BILMO&CO-MAO. L'opération est en quelque sorte le résultat d'une capitalisation d'environ vingt ans d'expériences, entre autres de REX, notamment en termes d'ossature bois et de direction globale de projet. Ce cadre a constaté qu'un même type de logement était demandé par des familles à revenus très différents, d'où l'idée de proposer une demi-douzaine de variantes, en termes de surface habitable, pour un même type de logement. La réflexion du directeur de NIDOUYÉ-MAO a été menée parallèlement à la sélection de l'architecte, de sorte que la conception initiale n'intégrait pas le parti technique finalement retenu. Ce directeur a fini par conclure que ce qu'il recherchait n'était réalisable qu'en poteau-poutre, avec une trame de 6 mètres et une largeur de bâtiment de 18 mètres. Il a donc été amené à convaincre l'architecte de réaliser un bâtiment en poteau-poutre avec des puits de lumière. Se basant sur son expérience d'ingénieur, et secondé par la filiale direction globale de projet de BILMO&CO-MAO, ce directeur a joué un rôle central dans les principaux choix techniques retenus.

La maîtrise d'œuvre : L'architecte n'avait aucune expérience du poteau-poutre lorsqu'il a été sélectionné. Il a dû quelque peu modifier son projet pour satisfaire au programme du maître d'ouvrage, que celui-ci a notamment traduit par des choix particuliers en termes de structure. Pour pallier son manque d'expérience technique il a été amené à se rapprocher d'un bureau d'étude. Exception faite des puits de lumière, le parti pris architectural n'a pas été fondamentalement bouleversé. Toutefois le projet prévoyait un retrait d'un peu plus d'un mètre du dernier étage par rapport à la façade porteuse, ce qui ne pouvait se faire en béton sans importantes retombées de poutre, dont ne voulait pas le directeur de NIDOUYÉ-MAO. C'est de ce dernier qu'est venue la solution satisfaisant les deux parties : les derniers étages en bois.

L'entreprise : PME indépendante locale elle n'avait pas d'expérience du poteau dans le logement. Elle n'a pourtant pas opposé de réticence majeure au projet, sa seule exigence ayant été de pouvoir installer une centrale à béton. Le directeur de NIDOUYÉ-MAO souligne que, pour la consultation d'entreprises, les variantes voiles étaient autorisées. La filiale locale d'un major proposa une variante intégralement redessinée en voile, pariant sur le fait qu'aucune entreprise ne parviendrait à rentrer dans les prix avec la solution de base (poteau). Selon ce directeur, non seulement le pari fut perdu, mais le retravail de la solution poteau en solution voile amenait à des cuisines extrêmement étroites.

l'infrastructure : place forte de l'espace décisionnel réservé à l'exécution

Nous n'avons cessé de souligner que la précision du projet architectural détermine la latitude octroyée à l'entreprise d'exécution en termes de choix techniques. Ce qu'il faut mettre en parallèle avec l'opposition des entreprises aux missions M1 : « *plus la mission est étendue au maître d'œuvre et moins l'entreprise a de latitude en ce qui concerne ses modes opératoire, en ce qui concerne les optimisations de matériaux* » (MEULIER-BÂT). Mais la frontière entre détail de conception et détail d'exécution peut être très élastique : c'est ce que tend à indiquer la sous-traitance des plans d'exécution par les entreprises de maçonnerie béton. C'est sur l'infrastructure que maîtrises d'œuvre et d'ouvrage accordent à l'exécution le plus de latitude en matière de choix techniques et, par conséquent, de conception⁷³.

Chez RIFLARD-BÂT on affirme "... *si on touche à ce qui se voit on se fait jeter, alors que c'était courant à la belle époque*", en précisant que l'infrastructure est ce qui ne se voit pas, et que la "belle époque" remonte à une dizaine d'années. Mais on se refuse à dire que l'infrastructure est systématiquement retouchée. En revanche, on y procède assez souvent à une optimisation de l'infrastructure, en termes de descentes de charges mais aussi en termes de surfaces. Cette optimisation n'est pas non plus systématiquement acceptée, le responsable de RIFLARD-BÂT insistant notamment sur le fait que la tolérance à l'égard des variantes varie, en ce qui concerne la maîtrise d'ouvrage, d'un chargé d'opération à un autre.

Chez IMPOSTE-BÂT on souligne également que l'acceptation des variantes est liée à la visibilité : "*ce qui est accepté le plus facilement est ce qui ne touche pas à l'architecture*". Affirmation relative surtout aux architectes, puisque l'on précise que les maîtres d'ouvrages rejettent "*tout ce qui touche à la finalité de leurs besoins*". Chez COULIS-BÂT on a une analyse similaire en apportant une précision supplémentaire à l'égard du maître d'ouvrage : "*l'infrastructure c'est là où l'on a le plus de latitude, car on ne touche pas à la sacro-sainte surface habitable*".

Les entretiens avec les entreprises confirment donc l'existence d'un espace décisionnel réservé à l'exécution par les maîtrises d'ouvrage et d'œuvre : « *dans le logement pur ça ne peut être que varier les sous-sols. Dans les logements, dans les superstructures, c'est supprimer des voiles, remplacer des voiles en baie onnette par du parpaing, parce que ça nous permet d'avoir un cycle plus court au niveau de la construction* » (IMPOSTE-BÂT)

Et il n'est pas abusif de parler d'espace réservé, à savoir octroyé, par les maîtrises d'ouvrage et d'œuvre : un responsable de IMPOSTE-BÂT n'hésite pas à affirmer que l'infrastructure est "*un os à ronger laissé aux entreprises*". Un autre responsable de la même entreprise est moins catégorique mais n'en souligne pas moins que « ... *il le sait, maintenant c'est rentré dans les moeurs. L'architecte ne va pas chercher à faire 36 plans sur son sous-sol parce qu'il sait que systématiquement l'entreprise sur les sous-sols va trouver sa solution optimum.* ». Les modifications le plus souvent proposées par les entreprises de gros œuvre concernent les descentes de charge en infrastructure d'immeuble résidentiel avec parking en sous-sol.

⁷³ On nous a aussi signalé qu'il était plus facile en infrastructure qu'en superstructure de procéder à des modifications sans toucher au permis de construire. À notre sens, il s'agit d'un paramètre explicatif secondaire et concourant.

Tableau 12 : parking en infrastructure de résidentiel et fréquence des variantes

entreprise	localisation	fréquence variante parking	acceptation variante parking	fréquence reprises charges
LINTEAU-BÂT	Ile de France	très souvent	souvent hors accession	souvent
MAÇON-BÂT	Ile de France	systématique	souvent	souvent
MEULIER-BÂT	Pays de la Loire	systématique	très souvent	très souvent
HOURDIS-BÂT	Ile de France	variable	variable	variable
RIFLARD-BÂT	Ile de France	souvent	variable	souvent
COULIS-BÂT	Champagne	souvent	souvent	très souvent
IMPOSTE-BÂT	Ile de France	systématique	très souvent	presque toujours
PLATRAS-BÂT	Ile de France	systématique	souvent	souvent

Le tableau 12, synthèse des points de vue d'entreprises de construction, présente un certain contraste avec certaines colonnes des tableaux 6 et 7, qui synthétisent les points de vue d'architectes. Ainsi, chez les architectes le terme "systématique" n'apparaît pas en ce qui concerne la fréquence des variantes. Le tableau 12 n'est certes pas au même niveau de généralité que le tableau 7, mais si les variantes de parking sont systématiques chez une entreprise, cela se traduit par une pratique fréquente de la variante de la part de cette entreprise ; du moins là où il est courant de réaliser des bâtiments à parkings en sous-sols.

Il y a aussi divergence sur l'acceptation des variantes. Mais le tableau 7 ne traduit que la position de l'architecte, alors que le tableau 12 traduit l'acceptation d'ensemble (maîtrise d'œuvre et d'ouvrage) : l'architecte n'est pas seul à décider, et sa position paraît pouvoir être sensiblement infléchie par le maître d'ouvrage et/ou le bureau d'étude conception. Enfin, il y a divergence sur la fréquence des reprises de charges. D'après les architectes (tableau 6) elles sont beaucoup moins fréquentes que d'après les entreprises (tableau 12). Il y a tout de même lieu de relativiser ces divergences par le fait que selon la catégorie d'interlocuteur, architecte ou entreprise, on ne saisit pas les mêmes réseaux relationnels. En effet, parmi les architectes interrogés, très peu travaillent souvent avec les entreprises enquêtées, et inversement. Et on perçoit sans doute aussi, au travers de ces différences, la défense de chaque profession.

On aurait une ingénierie d'études d'exécution spécialisée en parkings. MAÇON-BÂT travaille avec un ingénieur conseil : « nous avons un ingénieur qui ne fait que de la conception de parkings, c'est-à-dire qu'on lui donne un volume et dans le volume il essaie de voir comment trouver au mieux positionner le stationnement des véhicules ». Cette spécialisation serait due à ce que « souvent l'ingénieur béton a une parfaite connaissance des ouvrages mais il a pas forcément une vue sur une distribution d'un parking ». C'est aussi le cas chez PLATRAS-BÂT, où ces compétences sont toutefois internes. Ce qui signifie que même pour l'infrastructure les PME ont moins de latitude pour proposer des adaptations que les majors et leur filiales.

Chez BANCHE-BÂT, entreprise de construction métallique qui n'intervient que comme entreprise générale, nous ne sommes pas parvenus à faire émerger la question des variantes relatives aux parking et aux descentes de charges. Ce qui serait à rapprocher du fait que CALLICRATÈS-ARC affirme ne pas effectuer de reprises de charges en parking (tableau 6) : une structure acier est moins lourde qu'une structure béton armé comparable. On aurait peu de problèmes de reprises de charges en parking en cas d'ossature métal : « une structure légère qui descend sur cinq étages nécessite peu de reprise » (LINTEAU-BÂT).

Mais ceci tend à confirmer aussi que les entreprises, même générales, n'optimisent que ce qui relève de leur production propre. En effet, l'infrastructure n'est jamais réalisée par les charpentiers métalliques car presque toujours en béton armé. En outre, BANCHE-BÂT intervient comme entreprise générale dès lors qu'il y a une partie du bâtiment à réaliser

en métal : les bâtiment qu'elle réalise ne sont pas forcément légers. Dès lors, si problème il y a, il n'est pas forcément porté à la connaissance de BANCHE-BÂT, voire ignoré, car sous-traité.

Toutefois ARMATURE-BÂT intervenait en entreprise générale mais n'hésitait pas à proposer des variantes sur des corps d'états qu'elle n'avait pas en production propre, dont les parkings en sous-sol. Car, contrairement à BANCHE-BÂT, ARMATURE-BÂT proposait un système constructif figé à ossature métallique : elle cherchait à remporter un marché, pour alors proposer le plus d'adaptations possibles afin d'avoir à adapter le moins possible son système constructif. ARMATURE-BÂT menait donc une réelle analyse globale de projet et avait même un architecte, étant donné que ses variantes sortaient souvent des limites desquelles les entreprises de béton armé sortent généralement peu. Elle proposait donc une reconception globale du projet, ce qui nécessitait d'intégrer la conception des parkings, moins pour des questions techniques que pour pouvoir trouver le plus d'économies possibles pour mieux négocier des modifications.

Le fait que les entreprises de construction métallique ne réalisent jamais l'infrastructure et interviennent rarement en entreprise générale signifie-t-il qu'elles ne peuvent jouer un rôle majeur dans les choix techniques, contrairement aux entreprises de gros œuvre béton, en particulier les majors et leurs filiales ? Ce n'est pas sûr, car souvent dotées d'un bureau d'études et en raison des importants gisements d'économie que recèle encore le métal, ces entreprises sont susceptibles d'avoir sur la charpente métallique une capacité d'optimisation au moins comparable à celle que possèdent les entreprises de maçonnerie béton sur les descentes de charges en cas de parking en sous-sol. En tous cas, il apparaît que certaines entreprises peuvent jouer un rôle moins important que d'autres dans les choix techniques.

conclusion sur les entreprises de gros œuvre interrogées :

Des acteurs directs des choix techniques, l'entreprise en charge du gros œuvre apparaît comme ayant la pratique des choix techniques la plus structurée : c'est la dimension "série" de sa logique (voir tableau 11). Certes les pratiques varient, notamment en fonction de la taille de l'entreprise. Mais dans la plupart des cas, l'entreprise tentera d'optimiser l'adéquation de ses moyens (matériels, hommes, matériaux et composants), au cours d'un chantier donné, aux contraintes du projet : c'est la dimension "prototype", la principale, de sa logique.

De nos jours, les entreprises de gros œuvre ne remettent généralement pas en cause le parti architectural, tout au moins sur les détails jugés essentiels par les architectes français (façades, cellules...), exception faite des appels d'offre infructueux. Ce n'a pas toujours été le cas et il fut une époque où certaines entreprises n'hésitaient pas à aller jusqu'à remettre en question des aspects essentiels du projet. Cette façon de faire était probablement très répandue avec l'apogée des grands ensemble, époque où l'architecte pouvait céder d'importantes compétences de conception à l'ingénierie et à l'exécution. La rétraction de la commande publique, et l'acceptation progressive du discours de la diversité architecturale comme réponse aux maux des grands ensembles ont probablement rendu plus malaisées les remises en cause du parti architectural par l'exécution. Tout comme la loi Sapin qui a incité l'exécution à plus de discrétion en matière de prescription de partis techniques.

Par ailleurs, si aujourd'hui les parkings en sous-sol constituent le principal espace d'expression reconnu à l'entreprise cette situation est susceptible d'évoluer. En effet, plus un bâtiment est léger moins il pose de problèmes de reprises de charges. Or substituer des voiles par des cloisons légères peut-être aussi une façon de résoudre ce type de problème. Dans l'hypothèse d'une maîtrise d'ouvrage moins rétive aux séparatifs légers on assistera à une modification de l'espace décisionnel attribué à l'entreprise de gros œuvre en matière de choix techniques : par son déplacement de l'infrastructure vers la superstructure, par exemple ; on peut aussi imaginer des architectes traitant eux-mêmes ces problèmes de descentes de charges en prescrivant des cloisons légères, tendant à réduire la marge de manœuvre de l'entreprise.

Par ailleurs le rôle des entreprises d'exécution dans les choix techniques est conditionné par la conjoncture économique. Ainsi, dans une conjoncture où les prix sont très tirés vers le bas, les entreprises auraient plus de mal à faire accepter des modifications, y compris en sous-sol. C'était le cas à l'époque de nos entretiens (1996-1997) nous a-t-on plusieurs fois signalé. Ce qui veut dire que les entreprises peuvent mieux proposer des adaptations lorsqu'elles peuvent plus facilement les présenter dans une optique de réduction du coût de l'ouvrage.

CONCLUSION SUR LE RÔLE DE L'EXÉCUTION GROS ŒUVRE DANS LES CHOIX TECHNIQUES :

C'est en ce qui concerne le squelette de l'édifice que les entreprises constituent un contre-pouvoir, pour ce qui est des choix techniques, aux décisions prises au niveau de la conception jusqu'à la consultation. C'est l'architecte qui détermine, plus ou moins tôt et plus ou moins précisément, le squelette de l'édifice, assisté par le bureau d'étude et sous contrainte de la stratégie de réduction du risque du maître d'ouvrage. Mais c'est l'entreprise qui va contribuer à fixer la forme définitive de ce squelette. Dans certains cas, maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre peu actifs, on peut même poser que l'acteur principal de la fixation du parti architectural est l'entreprise responsable du gros œuvre.

Soulignons que, dans la recherche des conditions d'exécution optimales, les entreprises tendent partiellement à rejoindre les maîtres d'ouvrage dans leur stratégie de réduction du risque. En effet, elles cherchent à reconduire d'un chantier à l'autre les procédés qu'elles maîtrisent le mieux. En d'autres termes, les procédés qui leurs sont moins familiers présentent un risque : celui de ne pas maîtriser les coûts et de voir leur marge fondre. Cependant, l'entreprise responsable du gros œuvre cherche moins à utiliser le procédé qu'elle maîtrise le mieux, qu'à optimiser l'exécution en fonction des moyens en matériel, en hommes, mais aussi en matériaux et composants, dont elle dispose au cours d'un chantier donné. Disponibilités en moyens qui ne sont pas souvent identiques d'un chantier à l'autre.

Notons que les entreprises ont tendance à résumer l'ouvrage au chantier. Contrairement au maître d'ouvrage pour qui le chantier n'est qu'une petite partie de la vie d'un ouvrage. Cette différence de temporalité contribue à ce que si les entreprises tendent à reconduire de nombreuses constantes d'un chantier à l'autre, cette stratégie ne se recoupe pas forcément avec la stratégie de réduction du risque du maître d'ouvrage.

De nos jours, l'architecte se retrouve quelque peu coincé entre la logique de maîtrise d'ouvrage et la logique d'entreprise en charge du gros œuvre. Logique de maîtrise d'ouvrage que nous avons décrite, en matière de choix techniques, comme une logique de série. Logique d'entreprise que nous venons de décrire, en matière de choix techniques, comme une logique de prototype. Série que l'on peut toutefois entrevoir chez l'entreprise, dans la tentative de reconduire d'un chantier à un autre une même combinaison constructive. Série dont nous allons maintenant traiter, au niveau des comportements de fournisseurs.

INDUSTRIE ET CHANTIER : RÔLE DES FOURNISSEURS, LOGIQUES DES ACTEURS

LE FOURNISSEUR, FANTÔME DE LA SCÈNE DES CHOIX TECHNIQUES

Les fournisseurs, à première vue, paraissent peu impliqués dans les choix techniques. Certes, leurs pratiques de production structurent les pratiques de choix techniques des acteurs de la construction situés en "aval" (du point de vue des matériaux et composants). Pratiques qui relèvent de la recherche de la série, au sens de produire le plus grand nombre d'unités pour le plus petit nombre de références, et d'une perception plus par groupe de chantiers que chantier par chantier. En ce sens, les fournisseurs apparaissent comme très passifs.

Cependant, les fournisseurs peuvent être perçus d'une façon plus dynamique. D'une part, parce qu'ils réagissent aux comportements des autres acteurs en matière de choix techniques, ne serait-ce que pour améliorer la pénétration de leurs produits. D'autre part, ils peuvent concourir de façon active et directe à la fixation du parti technique d'un ouvrage donné : lorsqu'ils se voient impliqués dans les études effectuées par les entreprises lors d'une consultation, pouvant alors être impliqués dans le processus de proposition de variantes.

Mais, alors qu'il est délicat de s'intéresser à la prescription médicale sans s'intéresser aux laboratoires pharmaceutiques, on pourrait sans mal terminer le présent rapport sans s'intéresser aux fournisseurs. Alors même que l'ensemble des choix techniques constructifs sont conditionnés par les caractéristiques et disponibilités des matériaux de construction, lesquelles dépendent des décisions de fonctionnement des fournisseurs. En ce sens, il s'agit d'une catégorie d'acteur incontournable de la scène des choix techniques. Elle n'en joue pas moins le rôle le plus mineur des choix techniques, plus moindre encore que celui des ingénieries d'études ; quand bien même dotée d'une stratégie technique : ce qui tient à sa place dans le circuit d'élaboration des plans de conception et d'exécution.

un relatif rôle d'assistance, davantage à la réalisation qu'à la conception

Les fournisseurs jouent, dans le choix des partis constructifs, un rôle à deux égards : en termes de prescription, en termes de disponibilité des produits. En termes de prescription, le rôle des fournisseurs est mineur : il s'effectue au travers du conseil à la clientèle. Il s'agit surtout d'une assistance à l'exécution, qui peut se répercuter sur les variantes d'entreprises. L'importance de ce rôle nous paraît résulter du croisement de deux paramètres : la nature de la clientèle ; la place occupée dans le processus de production d'un bâtiment. On peut ainsi établir une échelle mesurant le rôle des fournisseurs dans les choix techniques.

Sur cette échelle théorique, les cimentiers figurent parmi les fournisseurs ayant la plus faible influence sur les choix de gros œuvre, en termes de prescription. Ainsi, le cimentier PORTELAND-MAT fournit des centrales à béton, des préfabricants et des entreprises de BTP. Mais, en ce qui concerne les constructeurs il ne s'agit que de gros chantiers, et l'aide à la décision qu'il est susceptible de fournir n'est généralement sollicitée que pour des ouvrages assez particuliers (travaux publics, bâtiments exceptionnels). Elle n'est donc pas susceptible de se manifester de façon significative dans le logement collectif.

Le cimentier se trouve en amont du fabricant de béton prêt à l'emploi, dans le processus de production vu sous l'angle des fournitures : le ciment est un des constituants du béton. Le béton prêt à l'emploi peut ainsi être considéré comme un produit semi-fini, qu'il ne manque plus qu'à ferrailler et à mettre en forme. Les entreprises de construction constituent le gros de la clientèle de LIANT-MAT, fabricant de béton prêt à l'emploi qui fournit une aide à la décision. Et il est fréquent que LIANT-MAT conduise ses clients, entreprises d'exécution pour la plupart, à choisir une autre formulation que celle initialement retenue. Mais ce cas de figure est peu fréquent pour des opérations logement. En outre, ce rôle

d'assistance à l'exécution se limite à la composition du béton : le béton armé relève surtout d'un savoir d'entreprise d'exécution.

Dans tous les cas, si les suggestions faites par un fabricant de béton prêt à l'emploi peuvent conduire l'entreprise d'exécution à modifier ses choix initiaux, elles ne conduisent pas cette entreprise à proposer des modifications au projet, dans le contexte du résidentiel. Certes il peut y avoir le cas des façades, lorsque la composition du béton est importante pour l'aspect final de la façade (béton apparent). Mais lorsqu'il y a béton apparent en façade de résidentiel collectif, il s'agit d'un choix d'architecte, lequel a généralement creusé la question. POUZOLANN-MAT signale ainsi qu'il est régulièrement sollicité par des architectes pour des conseils, notamment pour le béton désactivé. Les commerciaux de POUZOLANN-MAT vont même jusqu'à démarcher des architectes pour présenter leurs différents bétons. Ce qui ne fait pour autant pas sortir POUZOLANN-MAT de son rôle d'acteur très effacé des choix techniques.

En revanche, les préfabricants béton peuvent jouer un rôle un peu plus important dans les choix de gros œuvre, allant jusqu'à l'élaboration des propositions de modification au projet présentées par les entreprises d'exécution. On peut même considérer que le fournisseur constitue alors un réservoir à variantes pour l'entreprise d'exécution.

Prenons le cas d'une entreprise responsable du gros œuvre participant à une consultation pour une opération de logements où l'architecte a requis des façades préfabriquées en béton architectonique. Cette entreprise consultera des fournisseurs du type de façade requise, en les mettant en concurrence. Ce faisant, elle se délestera sur ces fournisseurs d'une bonne partie du travail d'études concernant les façades, d'autant plus qu'il s'agit dans ce cas d'une production sur commande. Le fournisseur lui, tentera d'optimiser l'utilisation de ses moyens de production et donc tendra à faire une proposition de variante au projet, en ce qui concerne les façades. Proposition que l'entreprise de construction choisira de présenter ou pas. Variante que fera retravailler par l'ensemble des fournisseurs de façades l'entreprise d'exécution, en cas d'obtention du marché, avant d'effectuer son choix de fournisseur.

On retrouve des mécanismes déjà décrit. En effet, les entreprises n'aiment pas proposer ouvertement des variantes, pour ne pas risquer de fournir gratuitement des idées à la concurrence, mais n'hésitent pas à exploiter les capacités d'études des fournisseurs. Plus généralement, l'ingénierie d'études permet une grande marge de délégation, exploitable par le maître d'ouvrage et/ou l'entreprise d'exécution. Et quand le maître d'ouvrage choisit de ne pas mettre de BET conception dans l'équipe de maîtrise d'œuvre, l'entreprise d'exécution peut être conduite à faire le travail de ce BET. De même, le préfabricant peut être conduit à effectuer une partie des études d'exécution pour le compte de l'entreprise d'exécution.

Notons que PRÉFAB-MAT, qui préfabrique notamment des panneaux de façades en béton architectonique, réalise surtout des études de prix, n'effectuant le travail plus poussé d'ingénierie d'études d'exécution (calepinage, coffrage, ferraillage...) que de façon optionnelle, travail qui est alors sous-traité. En revanche, COMPOZ-MAT, préfabricant de produits de gros œuvre en béton (poutres, poutrelles, pré-dalles...), possède ces compétences d'assistance à la réalisation en interne. Différence qui tiendrait aux différences de taille et de développement : implantation nationale pour COMPOZ-MAT, contrairement à PRÉFAB-MAT (rayon de 300 kms) lequel a possédé par le passé ces compétences. De toutes façons, ce travail ne diffère pas, au regard du rôle dans les choix techniques, d'une structure externe d'ingénierie d'études : le fournisseur propose et l'entreprise d'exécution dispose.

Soulignons que le rôle de prescription du préfabricant est beaucoup plus important dans le résidentiel individuel que dans le résidentiel collectif. Pour les chantiers de résidentiel individuel, généralement sans ingénierie d'études et même sans ingénierie du tout, le fournisseur peut assumer la fonction d'ingénierie, en particulier béton. C'est le cas pour COMPOZ-MAT surtout sur les planchers qui sont en fait la partie la plus délicate, en termes de solidité d'ouvrage. Sachant que COMPOZ-MAT écoule la totalité de ses produits destinés à l'individuel, qui sont des produits de stock, au travers de revendeurs : il fournit

à ceux-ci les outils (formation spécifique et logiciels de calculs) pour cette fonction d'assistance.

Chez COMPOZ-MAT, on affirme que cette fonction d'assistance était à une époque directement assurée par le préfabricant. Depuis, COMPOZ-MAT a progressivement transféré ce travail d'ingénierie d'études aux revendeurs. Toutefois, chez BRICOLES-MAT, groupe spécialisé dans le commerce des matériaux de construction, on présente la création d'un service d'études de réalisation de plancher comme le résultat d'un développement ayant conduit ce revendeur à se diversifier pour sortir d'un simple rôle de stockage et de fractionnement.

En fait, BRICOLES-MAT assume aussi une activité de préfabrication. À cet égard, ce revendeur ne paraît pas être une exception à notre esquisse d'échelle d'influence des fournisseurs sur la prescription. Les revendeurs paraissent plutôt refléter cette échelle d'influence : BRICOLES-MAT joue essentiellement un rôle de fractionnement pour le ciment qu'il distribue ; et sa filiale de béton prêt à l'emploi ne paraît pas se distinguer du rôle joué par les fabricants de béton que nous avons interrogés (LIANT-MAT, POUZOLANN-MAT, et MALAXEUR-MAT). Les revendeurs ne sortiraient pas ou peu du rôle tenu par les fabricants, en matière de prescription gros œuvre. Leur rôle se ferait surtout sentir sur la construction individuelle ; ils ne joueraient pas de rôle sur la prescription gros œuvre en collectif, sauf lorsqu'ils sont aussi fabricant.

On remarquera qu'avec la préfabrication béton on se situe à la frontière entre fourniture et exécution. Car, la préfabrication béton a d'abord été assurée par des entreprises d'exécution : PRÉFAB-MAT est né ainsi, et est encore aujourd'hui financièrement lié à PLATRAS-BÂT. Il est vrai que le béton prêt à l'emploi peut être vu comme une émanation de l'exécution. Mais le béton n'est qu'un des constituants, certes important, du composant de béton armé.

Si une dissociation entre fourniture et exécution s'est généralisée dans le béton, rappelons que les charpentiers métalliques tendent à fabriquer les charpentes qu'ils posent, à savoir que le poseur tend en partie à se confondre avec le fournisseur. Ceci a une incidence en termes de proposition de variantes, au sens où l'entreprise d'exécution a une plus grande maîtrise du détail d'exécution. Mais ceci ne modifie guère le rôle joué par les fournisseurs indépendants.

Cette frontière fluctuante entre fourniture et exécution tend à coïncider avec la fluctuation de la frontière entre détail d'exécution et détail de conception. De même, ces fluctuations coïncident avec celle du partage des compétences d'ingénierie d'études entre conception, exécution et fourniture. Dans cet espace d'indéfinition de frontières peuvent se glisser, en tant que prescripteurs, les fournisseurs de matériaux, à la demande des uns ou des autres, voire de leur propre chef (devoir de conseil). Rôle prescriptif qui a surtout un impact sur des choix d'exécution, et se répercute peu souvent sur des choix de conception.

Certes, le fabricant de façades PRÉFAB-MAT évolue sur un domaine réservé à l'architecte, alors que le préfabricant COMPOZ-MAT évolue sur un domaine qui intéresse assez peu l'architecte, la structure. Par conséquent, les variantes proposées par PRÉFAB-MAT ont des implications directes sur les choix de l'architecte. Mais il s'agit de choix pour un même mode opératoire, les façades préfabriquées, et non entre différents modes opératoires : il paraît improbable, malgré l'étude de cas n° 1, qu'une entreprise d'exécution propose des façades préfabriquées quand l'architecte a choisi des façades banchées. Et surtout, le travail sur variantes paraît plus occasionnel chez PRÉFAB-MAT (sous-traité) que chez COMPOZ-MAT (en interne). À vrai dire, PRÉFAB-MAT est souvent contacté par les architectes, pour les choix de teintes.

Le fournisseur apporte une touche supplémentaire au décor de la pièce que nous avons décrite mais ne modifie pas le jeu d'acteur. Au contraire, il tend à le souligner. Ainsi COMPOZ-MAT préfère travailler avec des entreprises générales : « *si l'entreprise est en entreprise générale les solutions variantes pour nous, avec l'entreprise avec laquelle on va discuter, sont plus facilement vendables et acceptables ; sous réserve, bien sûr, de la maîtrise d'œuvre en final. Alors que si l'entreprise n'est adjudicataire que d'un lot (...) ça a*

des ramifications sur le lot de l'autre qui lui ne voudra pas céder alors que globalement le chantier s'y retrouve ».

Là encore il s'agit de prescription suggestive : nous l'avons vu, exception faite des EPERS, les fournisseurs ne sont pas soumis à l'assurance responsabilité. Les prestations d'études sont donc faites à titre indicatif, la responsabilité revenant à ceux dont la qualité de prescripteur est reconnue du point de vue de la législation afférente à l'assurance construction. Mais ce point mériterait d'être approfondi : COMPOZ-MAT est assuré en garantie décennale, mais pas au titre d'EPERS. Néanmoins notre interlocuteur n'a pas su préciser exactement à quel titre, sachant que COMPOZ-MAT commercialise par ailleurs des ouvrages préfabriqués fournis posés.

Enfin, une autre facette des fournisseurs doit être évoquée en ce qui concerne le choix des partis techniques : les institutions de promotion d'un matériau. Le béton s'illustre particulièrement en la matière, tant en ce qui concerne le béton commun, avec DIFUZZ-MAT, que le béton architectonique, avec PROMO-MAT. DIFUZZ-MAT s'illustre particulièrement avec une promotion ciblée sur les écoles d'architecture avec maquettes pédagogiques, conférences, expositions... PROMO-MAT est un peu moins offensif, s'attachant surtout à promouvoir le béton architectonique auprès d'architectes professionnels par des publications, visites et conférences, ainsi que par l'animation d'un réseau d'experts en béton architectonique.

Ce travail de fond n'est pas spécifique au béton. Il existe actuellement dans l'acier, avec l'association Acier-construction, et il a existé dans l'aluminium. Le béton se distingue en ce qu'il s'agit d'un travail constant et ancien, alors que l'aluminium a abandonné ce travail de promotion, et qu'il est plutôt récent en ce qui concerne l'acier. Notons que pour le béton ce travail de promotion est plutôt ciblé sur l'acteur au plus fort potentiel juridico-administratif de prescription, à savoir l'architecte. Du moins PROMO-MAT n'effectue pas de prospection auprès des maîtres d'ouvrages, ceux-ci n'étant pas considérés comme cible prioritaire. En revanche, on peut noter que les opérations des études de cas n° 4 et 6 sont le fruit du démarchage mené par l'association Acier-construction auprès de maîtres d'ouvrage.

une mise à disposition des produits pouvant jouer sur les choix opératoires

Un prescripteur effectue des choix, notamment en fonction de l'éventail de produits disponibles. Disponibilité dans un sens général, c'est-à-dire la capacité du fournisseur à satisfaire la demande sur les points suivants, par ordre décroissant d'importance : caractéristiques du produit, prix, délais de mise à disposition, conditions de paiement, services d'accompagnement (conseils, produits complémentaires...).

Pour le gros œuvre les pratiques des fournisseurs, en ce qui concerne la disponibilité des produits, jouent beaucoup plus sur les entreprises que sur le maître d'ouvrage ou la maîtrise d'œuvre. Certes les améliorations successives apportées par les fabricants, et plus généralement les efforts de communication des fournisseurs, intéressent les maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre, tout comme les entreprises d'exécution, et peuvent les conduire à modifier leurs points de vue sur certaines techniques constructives.

Néanmoins, maîtres d'ouvrage et d'œuvre ne s'intéressent généralement au matériau de gros œuvre que quand il est apparent ou joue sur l'aspect du bâtiment : poutre-treillis, béton architectonique, panneaux de façade préfabriqués... Ce qui n'est pas très fréquent, surtout en logement social. Ils peuvent aussi s'intéresser à la qualité des matériaux fournis, bien que très accessoirement pour ce qui est du gros œuvre. Enfin, les formulations et les résistances requises pour le logement en matière de bétons et d'aciers pour le logement sont rarement exceptionnelles ; et l'ingénierie d'études de conception et de contrôle s'y intéresse assez peu, hormis pour ce qui concerne ses rôles de prévention des sinistres.

En revanche, les disponibilités en matériaux de gros œuvre sont beaucoup plus susceptibles d'intéresser les entreprises, car elles conditionnent les choix de modes opératoires. Certes, en dehors de la préfabrication béton, plus ou moins pénalisée par les coûts de transport, les disponibilités en béton, parpaing, acier, bois et autres matériaux sont rela-

tivement homogènes sur le territoire français. Toutefois, nous avons vu que le conducteur de travaux avait un grand degré d'initiative et gérait les achats de matériaux : les fluctuations de prix ou de conditions de livraison peuvent éventuellement le conduire à modifier ou prendre certains choix opératoires. Plus généralement, l'entreprise peut être conduite tôt ou tard, dans le processus de précision des détails d'exécution, à effectuer des choix en fonction des disponibilités en matériaux et des pratiques des fournisseurs : choix entre livraison de béton prêt à l'emploi et production foraine du béton, choix entre préfabrication foraine de poutres et poutres manufacturées, choix entre utilisation du propre matériel de coffrage et location...

Tant chez MALAXEUR-MAT, que chez LIANT-MAT ou POUZOLANN-MAT, fabricants de béton prêt à l'emploi, on trouve des services susceptibles de conditionner le choix entre achat de béton d'usine et production foraine du béton : matériel de pompage du béton, camions-tapis, assistance technique avec collaboration des fournisseurs (granulats, adjuvants)... LIANT-MAT propose par ailleurs la location de silos mobiles de mortier prêt à l'emploi, avec l'avantage de ne payer que la quantité consommée. Ce qui est, théoriquement du moins, susceptible de jouer pour un choix de parpaing en façade au lieu de façades en béton armé banché.

Concernant les coffrages nous n'avons pu mettre en évidence d'impacts sur les choix de modes opératoires autres que les disponibilités en location de matériel de coffrage, si tant est qu'elles aient une réelle incidence. Par contre, on note une influence dans la durée par l'évolution des matériels : les progrès de stabilité des banches, de simplicité d'assemblage, et de pressions admissibles, ont assurément joué sur les choix de modes opératoires. Concernant les évolutions à venir, seules les peaux de coffrage auraient un important potentiel, au regard de la qualité de finition : DÉCOFRAZ-MAT dit s'intéresser plutôt au coffrage sans huile de décoffrage, alors que chez TUNNEL-MAT on affirme réfléchir à la nature des peaux, ce qui quelque part se rejoint. On signale chez TUNNEL-MAT que l'essor des coffrages modulaires horizontaux, pour le coulage en place intégral des planchers, est lié à une percée des fabricants britanniques et allemands, ce créneau ayant été négligé par les français.

Notons que l'accentuation de la concurrence entre producteurs de béton prêt à l'emploi à conduit certains d'entre eux à chercher à se différencier en tentant de se rapprocher des clients, d'autant plus que ceux-ci devenaient plus exigeants. Ainsi POUZOLANN-MAT est engagé avec des entreprises d'exécution dans un travail sur l'amélioration des qualités de parement des bétons employés pour les voiles banchés : *« on a toujours le coup de téléphone désagréable du matin disant "vos états de banche sont dégueulasses". Alors on ne peut pas en rester là à savoir qu'il y a une partie qui est bien sûr tenue pour compte sur l'élaboration de la formule, mais il va de soi que le produit de décoffrage utilisé, l'état des banches, la méthode de vibration sont aussi déterminants pour l'aspect du produit »*.

Bien que faisant partie du même groupe, ce point n'a pas été souligné chez LIANT-MAT. En revanche, on y a insisté sur l'importance de la qualité de la prestation de livraison : *« le produit en soi il n'est pas très sophistiqué, donc ce n'est pas tellement ça qui l'intéresse, c'est d'être livré : il n'a pas à s'en occuper, il appelle, le camion arrive, il met ça dans ses bennes et c'est terminé »*. Il est vrai que l'on se trouve dans des régions (Paris pour ce dernier cas, Nantes pour l'autre) où les problèmes de livraison ne se posent pas de la même façon.

Efficacité des livraisons et qualité du béton livré constituent les deux principaux axes de travail, des producteurs de béton prêt à l'emploi, pour améliorer la disponibilité du produit. Chez ces deux producteurs, certes du même groupe, des efforts ont été effectués et continuent à être effectués pour améliorer la liaison entre camions-toupie et centre de gestion des livraisons. Par ailleurs, ces producteurs proposent désormais un béton auto-plaçant. Mise au point qui a mobilisé tout le groupe, et notamment le cimentier PORTELAND-MAT.

Les prises de contrôle de producteurs de granulats par des cimentiers, au travers de leurs filiales de béton prêt à l'emploi s'inscrit dans cette problématique de disponibilité de produit, et plus particulièrement de qualité du produit. En effet, chez POUZOLANN-MAT,

en soulignant qu'un gros travail de qualité a été effectué avec les producteurs de granulats dans la perspective de l'amélioration des qualités d'états de surface des voiles banchés, on précise : « *nos fournisseurs font partie du groupe, donc ils sont assez sensibles à notre demande et à notre travail* ». D'autant plus que la nature des granulats influe sur la formulation des bétons. Et que les réserves en granulats peuvent se tarir, comme c'est le cas à Nantes où il fallu passer d'une extraction fluviale des sables à une extraction maritime.

On nous a fait remarquer chez LIANT-MAT que la formulation des bétons pouvait varier d'une centrale à béton à l'autre, car les centrales ne s'approvisionnent pas nécessairement toutes aux mêmes carrières, la proximité aux fournisseurs en granulats primant en raison des coûts de transport. En revanche, on a le souci de conserver une même provenance de matériau pour une même centrale, pour garantir la stabilité des formules à béton pour une même centrale.

Chez PORTELAND-MAT on souligne "*qu'il existe encore du travail à accomplir pour parfaire la connaissance du produit béton et le faire progresser*". La chimie du ciment n'est pas non plus totalement maîtrisée. Mais les progrès les plus importants à réaliser concernent le béton du fait de la multiplicité de ses constituants. Malgré des progrès substantiels, ces vingt dernières années, on nous a précisé que si, en termes de régularité de qualité, on considérait que l'on est à 98% avec le ciment on serait alors autour de 80% pour ce qui est du béton⁷⁴.

Il s'agit là d'une dimension qui jouerait peut-être dans le fait que certaines entreprises de construction préfèrent, pour certains chantiers, produire elles-mêmes leur béton. Ceci ne ressort toutefois pas des problèmes auprès des fournisseurs invoqués par l'entreprise Quille pour justifier sa production propre de béton : "*attente chantier due au retard d'une toupie, suspicion d'ajout d'eau par les conducteurs, toupie à chargement partiel*" [Chantiers 2000 p. 9]⁷⁵. PORTELAND-MAT constate même que le fait d'avoir investi dans des équipements permettant d'améliorer la pesée des constituants du béton, en ce qui concerne ses filiales du béton prêt à l'emploi, pour respecter à la lettre les normes, ne constitue pas forcément un avantage apprécié de la clientèle. Certains clients n'hésiteraient pas ainsi à s'approvisionner chez des concurrents moins soucieux de qualité mais proposant des prix plus attractifs.

Pourtant, on peut poser que l'amélioration de la qualité du béton prêt à l'emploi, surtout lorsque les relations entre filiales permettent un travail global, tend plutôt à diminuer l'intérêt des entreprises pour l'autoproduction au travers de centrales de chantier, sauf contraintes ou spécifications particulières. Cet effort de mise à disposition, tend à rejoindre un autre qui est celui du ciblage. En effet, en dehors de spécifications très particulières (milieux chimiques, marins, résistances particulières) les ciments et les bétons sont des produits qui peuvent couvrir un très large éventail d'emplois.

Certes, on peut noter que PORTELAND-MAT exploite le créneau de la maison individuelle pour écouler le ciment à maçonner, qu'il cible sur les artisans. Ce cimentier n'en a peut-être pas suscité l'usage, et s'est peut-être simplement adapté à une demande ; toujours est-il que ce ciment fait l'objet d'une promotion spécifique. Dans le même ordre d'idée, on peut poser que le béton autoplaçant est ciblé banchage, bien que non spécifique à la construction de bâtiments. En revanche, le travail sur les qualités de parement cité par POUZOLANN-MAT est ciblé logement, ou tout au moins construction de bâtiments. Ce ciblage vise à influencer les choix entre fournisseurs, et plus généralement les choix

⁷⁴ Les différences de procédures d'optimisation de la composition chimique du cru à ciment et du béton permettent aussi de mesurer la distance à parcourir en termes de qualité. Dans le ciment on a vu apparaître des appareils à émission neutronique pour le contrôle de la composition du cru (mélange calcaire / argile). C'est-à-dire que l'on est en mesure d'évaluer continuellement et en temps réel la composition chimique du mélange. Pour le béton l'optimisation de la composition chimique se fait uniquement par pesée des constituants et mesure hygrométrique du mélange.

⁷⁵ Pour les fabricants enquêtés, les ajouts d'eau sont uniquement le fait d'ouvriers, après livraison, sur chantier.

entre modes opératoires : ciment à maçonner contre mortier prêt à l'emploi, centrale d'usine contre centrale de chantier...

Pour ce qui est du béton les choix entre modes opératoires sont encore loin d'être figés, et le travail de mise à disposition des fournisseurs est par conséquent encore susceptible d'importantes évolutions. Ne serait-ce parce que le manque de maîtrise relatif de la composition chimique du béton laisse entrevoir encore pour ce matériau de significatives possibilités d'évolution et même d'innovations. En témoigne, la réaction chez PORTELAND-MAT sur ce manque de maîtrise : "*c'est bien, car on n'a pas fini d'inventer de nouveaux bétons*".

Les débats autour de la norme concernant le béton prêt à l'emploi (P 18-305) en vigueur depuis janvier 1995, tendent aussi à démontrer que la répartition des rôles entre chantier et usine n'est pas figée. Car cette norme s'attache à réglementer l'emploi de constituants permettant de substituer partiellement le ciment dans le béton (laitiers, cendres, silice...). Lesquels peuvent être ajoutés lors de la fabrication du ciment, donnant alors des ciments composés. Ou être directement ajoutés au béton, en usine ou sur chantier.

Même pour le béton architectural le choix entre modes opératoires n'est pas tranché : en usine on peut garantir l'exacte quantité d'agrégats mais pas la couleur du béton ; en centrale de chantier on peut garantir la couleur du béton mais pas la quantité d'agrégats (d'où recours aux pré-mélanges d'agrégats). Néanmoins, le problème de ségrégation (les granulats migrant vers le bas la couleur varie) se résout plus facilement en préfabrication (coffrage horizontal) que sur site (coffrage vertical). Par contre, les bétons polis, pour une question de savoir-faire, ou acides, pour une question d'environnement, ne peuvent s'obtenir qu'en usine. De même, pour des questions d'environnement la production de béton sablé sur chantier commence à être vue d'un mauvais œil, ce qui tendrait à avantager la production en usine.

Pour conclure, revenons sur le tableau 9 : pour jouer un rôle majeur dans les choix de gros œuvre il faut être à la fois doté d'une stratégie technique et jouer un rôle dans la maîtrise du détail de gros œuvre. Postulat qui s'est vu confirmé : même si l'influence directe du fournisseur dans les choix de gros œuvre est faible, elle varie selon la place occupée dans le processus de production. Par exemple, un préfabricant de façades peut prétendre à une plus grande maîtrise du détail de "gros œuvre" qu'un cimentier. Cette influence concerne beaucoup plus le détail d'exécution que le détail de conception. Le fournisseur a donc un rôle direct limité, même s'il n'est pas le même selon les fournisseurs. Il possède en revanche un rôle indirect fondamental sur les choix de gros œuvre, la mise à disposition des matériaux et composants conditionnant fortement les choix de modes opératoires. Tel un joint de pré-dalle qui finit par hanter un plafond, les fournisseurs hantent la scène des choix techniques.

Étude de cas n° 8 : l'entreprise propose du poteau béton

L'opération : Une opération, de moins de cinquante logements en locatif, sur un bâtiment R+3 avec parking en sous-sol. La structure est en béton armé, poteaux et planchers à retombées de poutre, avec façades en parpaing. On est dans un cas de figure assez proche de l'étude de cas n° 2, puisque suite à une consultation infructueuse, une entreprise fait une proposition qui permet de rentrer dans les prix mais remet en cause le parti technique de gros œuvre retenu par l'architecte. L'entreprise retenue, l'architecte est amené à transformer son projet voile en projet poteau. Il a fallu fournir un travail sur les plans des logements et la répartition des porteurs afin de limiter l'impact des retombées de poutres et des poteaux. Livrée au milieu des années 1990 le maître d'ouvrage s'en trouve satisfait.

Le Maître d'Ouvrage : CASANIER-MAO a accepté une solution poteau essentiellement pour des considérations financières. L'optimisation proposée par l'entreprise, basée sur du poteau-poutre, amenait à réaliser des économies non négligeables. Elle permettait aussi un gain en termes de délais, que CASANIER-MAO a fini par considérer bien qu'au départ la question des délais n'était pas fondamentale pour l'opération. La solution retenue incluait des retombées de poutres et des poteaux ne coïncidant pas avec les cloisons, malgré un retravail sur les plans, ce que CASANIER-MAO a fini par accepter. L'opération n'a pas posé de problèmes particuliers, hormis le fait que l'entreprise n'avait pas initialement pris en compte le problème particulier de la pose de chauffage sur des parois légères. Bien que les parois légères n'aient posé aucun problème d'usage sur cette opération, CASANIER-MAO est peu favorable à leur emploi.

L'architecte : L'architecte est plutôt satisfait de cette opération. Il estime que le travail de reprise des plans d'origine a été léger, ayant pu obtenir que l'entreprise respecte la trame qu'il avait initialement retenue. Il déclare n'être ni pour ni contre le poteau porteur. Le voile banché lui paraît néanmoins être plus avantageux sur le plan acoustique. Il n'a pas d'autre réalisation poteau, soulignant qu'il n'a pas eu l'opportunité de se poser la question du choix voile / poteau.

L'entreprise de gros œuvre : Nous ne sommes pas parvenus à la joindre. Il s'agit de la filiale locale de TRUELLE-BÂT, grosse PME indépendante, que nous avons déjà évoquée dans l'étude de cas n° 5. Notons que cette entreprise a déposé son bilan. Mais, à la différence de l'étude de cas n° 2, ce dépôt de bilan ne peut être directement relié à l'opération.

INDUSTRIE / CHANTIER, RIGIDITÉ / SOUPLESSE, ACIER / BÉTON

Comme nous l'avons annoncé dans la première partie, nous avons utilisé une trame de lecture basée sur des concepts forgés sur des oppositions que nous avons cherché à pondérer : le prototype et la série ; la souplesse et la rigidité. Nous avons surtout mené une analyse en termes de pondération de logiques de série et de logiques de prototype, qu'illustre en particulier le tableau 9. L'étude des pratiques des fournisseurs est l'occasion de peaufiner cette trame de lecture en revenant sur les concepts de souplesse et de rigidité et en les raccordant à l'analyse des rôles dans les choix techniques.

Nous avons plusieurs fois comparé le béton à l'acier. Du point de vue approvisionnement, les produits de gros œuvre béton sont surtout des produits sur commande, pour ce qui est du logement collectif de nos jours. En revanche les produits de gros œuvre utilisés dans la construction métallique résidentielle sont plutôt des produits de stock. La question qui se pose alors est celle de l'origine des plus fortes influences : les pratiques de chantier structurent-elles davantage les pratiques des fournisseurs ou est-ce l'inverse ? L'usage de modes opératoires intensifs en produits manufacturés peut-il induire des logiques de série chez l'ensemble des partenaires participant au processus constructif ?

Pour ce qui est du gros œuvre béton, il convient de distinguer les activités surtout conditionnées par la nature du produit de celles plutôt conditionnées par la nature des marchés. En effet, le béton prêt à l'emploi est uniquement produit sur commande en raison de son caractère périssable : la "durée de vie" du béton frais n'excède pas un heure et demie à deux heures, même si on peut brièvement l'allonger au moyen de trémies d'attente. Cette industrie est extrêmement tributaire des aléas de chantier. Aléas de chantier qu'elle tend même à renforcer, étant aussi tributaire des aléas de circulation, ainsi que d'écart de consommation importants sur l'année (difficulté à faire face à certains pics en raison des choix de capacité de production). Dépendance au chantier qui est partiellement réduite par l'extrême banalité du produit. On a pu décrire toutefois des efforts pour réduire cette banalité.

Cet effort de réduction de la banalité peut être en partie relié au contrôle qu'exercent les cimentiers sur cette industrie. Ainsi, chez PORTELAND-MAT, on souligne que "*ce qu'aime le cimentier c'est vendre davantage ; si pour vendre davantage il faut briser les grandes séries, on le fait*". Notons que les industries du ciment et des granulats ont des caractéristiques proches de l'industrie du béton prêt à l'emploi : des produits relativement périssables, ce qui est partiellement compensé par la forte banalité du produit. Certes, cette remarque paraît anecdotique quand la tendance générale est de limiter le plus possible les stocks. En tous cas, ciment et béton sont en partie tributaires de la périssabilité du béton prêt à l'emploi.

Le béton sec n'étant pas un produit périssable, l'organisation de sa production dépend plutôt des caractéristiques des marchés. Pour le gros œuvre, on peut dire que c'est sur le résidentiel individuel que le concept d'industrialisation ouverte a le mieux fonctionné : les produits de COMPOZ-MAT à destination de l'individuel sont essentiellement des produits de stocks, ce qui permet d'autant mieux d'utiliser la fonction de fractionnement des revendeurs, qu'il s'agit d'une demande très éclatée et peu anticipatrice. Par contre, les produits à destination du résidentiel collectif sont essentiellement produits sur commande, ce qui représente les deux tiers de la production de COMPOZ-MAT. Quant à PRÉFAB-MAT il ne produit que sur commande : ses produits sont plus spécifiques (façades) y compris ceux de structure (poutres BHP...).

COMPOZ-MAT n'en cherche pas moins à être le plus proche possible de la production en série de produits banaux : « *par exemple les poutres, elles sont sur commande, mais quand on les calcule on essaie de faire rentrer l'équarrissage qui correspond à l'équarrissage de nos moules, il y a uniquement le ferrailage qui est différent et la longueur* ». Constatant néanmoins sa dépendance à la spécificité de chaque chantier : « *ça reste quand même un produit sur commande, puisque il est calculé, donc ferrillé, pour aller à un endroit bien précis dans un chantier bien donné* ». Quant à PRÉFAB-MAT il est plus proche du fabricant de béton prêt à l'emploi que du préfabricant sur stock, soulignant

sa grande dépendance des décalages de chantiers et la faible rotation de ses moules, dont certains ne servent qu'une fois.

Nous avons résumé la logique des fournisseurs à la stratégie suivante : vendre le plus grand volume possible pour le plus petit nombre de références [Theile 1994]. Or on constate que cette analyse est à pondérer quelque peu pour les cimentiers et les fabricants de béton frais. En outre, entre les pratiques de série des cimentiers et les pratiques de chantier, il y a le plus souvent celles des fabricants de béton frais et de béton sec. Lesquels paraissent être surtout structurés par les pratiques de chantier. Normal, dira-t-on, la production de béton prêt à l'emploi et de composants en béton sont des dérivations de pratiques de chantiers. Nous avons opposé la souplesse du béton frais à la rigidité du béton sec ; en fait l'adaptabilité réduite du matériau paraît compensée par la forte adaptabilité de l'outil de production.

Considérons maintenant le gros œuvre acier. Les modes opératoires intensifs en produits manufacturés supposent une adaptation du chantier. Dans les faits, la construction à structure métallique ne se dispense pas de façonnage sur le chantier : *"il faut assez souvent rattraper les erreurs, donc le chalumeau est toujours sur le chantier"* affirme FREYCINET-BET, qui souligne qu'en charpente métallique « *chaque bâtiment est un prototype, une seule fois j'ai fait deux fois la même chose* ». En outre, nous avons vu que : le caractère de prototype dominerait plus dans la logique de l'entreprise de gros œuvre métal que dans celle de béton ; l'ingénierie d'études d'exécution métal tend à être soumise à cette logique de prototype. Dans un tel contexte on voit mal comment l'industrie peut structurer le chantier si, pour le métal, la fourniture se confond avec la pose. Et, pour ce que nous avons vu, la pratique de techniques industrialisées n'induit pas de logiques de série chez l'ensemble des partenaires.

La "filiale sèche" nous paraît surtout être un concept commercial qui est venu remplacer celui, moins vendable, de "filiale acier". Il est vrai aussi qu'il était plus logique d'employer un autre terme alors que dans la construction métallique en logement, l'acier, en tant que tel, n'est pas le matériau le plus employé : le plâtre, voire le béton armé, y représentent une part beaucoup plus significative des constituants du bâtiment. D'autant plus qu'en résidentiel la tendance serait plutôt de dissimuler la structure métallique pour des questions de tenue au feu. Au regard d'une expérience comme le PCIS⁷⁶, on serait plutôt tenté de parler de "filiale plâtre".

En ce sens, il paraît plus judicieux de distinguer une "filiale béton" d'une "filiale plâtre", plutôt qu'une "filiale sèche" d'une "filiale béton", étant donné le béton et la construction "à sec" ne sont pas du tout antonymes. De même, il paraît contestable d'opposer maçonnerie et montage "à sec" (redondance courante), face à l'histoire de la maçonnerie sèche⁷⁷.

Notion de "filiale de production" elle-même critiquable⁷⁸. Cette notion de "filiale" renvoie certes à des différences d'organisation et d'implication d'acteurs. Elle ne nous paraît pourtant pas indispensable pour mettre en évidence ces différences. Bien au contraire, car elle tend à faire accroître l'idée d'une parfaite continuité entre l'amont et l'aval. Or, pour le Bâtiment, on n'obtient jamais la même classification selon l'acteur que l'on privilégie, et on ne parvient que rarement à associer un produit-logement à une filiale d'acteurs. Mais surtout, nous avons montré que les fournisseurs sont ceux qui

⁷⁶ À savoir Plancher Composite Interactif Sec, à base de panneaux d'acier, plâtre, laine de verre et bois. Ce plancher est destiné à apporter une plus grande cohérence à la construction à sec en permettant d'éviter le recours à des planchers coulés en place ou à des planchers préfabriqués lourds. Ce concept est développé par un collectif constitué par l'entreprise générale Spie-Citra, le cabinet d'architectes Dubosc & Landowski, et des industriels.

⁷⁷ Si l'on peut remonter jusqu'aux romains en ce qui concerne les origines du ciment, la filiale humide version béton est en revanche assez récente. Par contre, la filiale humide version terre (pisé, voire adobe) est assez ancienne. La maçonnerie sèche est elle aussi très ancienne : pyramides égyptiennes, monuments créto-mycéniens, temples doriques, exemples d'habitat vernaculaire méditerranéen (Provence, Sardaigne), précolombien (Mexique, Andes)...

⁷⁸ D. Theile, « Filiale », *planification, et innovation : le Plan Construction et les conceptions de la production du cadre bâti*, miméo, 1994 ; D. Theile, *L'État, la fabrique, le magasin et le chantier : distribution et construction dans les banlieues populaires de São Paulo*, Thèse en Aménagement et Urbanisme, Université Paris XII, à paraître.

structurent le moins, sous l'angle de la prescription directe de choix techniques, les pratiques des acteurs situés à leur aval.

Glisser de la comparaison béton / acier vers la comparaison "humide"/"sec", plus exactement entre construire avec des banches et construire avec des composants, permet de pondérer la réflexion en termes de rigidité / souplesse. Dans la construction avec des banches, la rigidité est au niveau des banches et la souplesse au niveau du matériau. Le coffrage-outil est, en quelque sorte, un système constructif (beaucoup plus souple certes que le coffrage-tunnel) auquel se sont massivement adaptés les architectes : hormis quelques adeptes du plan libre, entend-on chez des architectes dénoncer les contraintes du coffrage-outil sur la conception ?

Dans la construction métallique, et plus généralement la construction à forte intégration de composants, le système constructif paraît devoir au moins autant s'adapter à l'architecte que l'architecte au système constructif : l'époque de l'architecte soumis à la technique est révolue. Certes, il y a un côté "jeu de construction" qui tend à estomper le côté prototype. Mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit de construction mixte et qu'à chaque fois il faut phoniquement et thermiquement traiter tous les points de jonction, en termes d'études et d'astuces techniques. Ce dont on se dispense largement avec le béton coulé en place.

En revanche, les rattrapages pour le béton sec sont *a priori* plus aisés que pour l'acier. Et ils sont plus aisés pour le béton frais, en cas de problèmes de coordination de mesures entre banches, que pour le béton sec. Toutefois, aux yeux de spécialistes du CSTB la compatibilité béton frais / béton sec n'est pas totale, contrairement à ce que l'on pourrait communément croire, et pose problème en termes thermiques et acoustiques (création de ponts).

Au bout du compte, le béton coulé en place est beaucoup moins souple que ce qu'on pourrait croire. Impression confirmée par l'organisation de la production de coffrages-outils en véritable industrie de série : chez TUNNEL-MAT à peine 5% du matériel est fabriqué sur commande. Certes, toute entreprise de serrurerie est capable de fabriquer des coffrages sur commande, mais le gros du marché est occupé par du matériel produit en série. Au bout du compte, on peut retenir que la construction par banches est, à certains égards, une activité plus marquée par la rigidité et la logique de série que la construction métallique.

Notons que les planchers constituent un des obstacles au développement de la construction par composants, à base de métal et de plâtre, non pour un problème de rigidité mais de souplesse. En effet, les planchers type PCIS donnent une légère impression d'oscillation à la marche, ce qui est un obstacle psychologique majeur face aux planchers béton. Mais n'oublions pas que le béton armé est aussi une longue histoire d'accidents et d'effondrements, des banches jusqu'aux immeubles. Il n'en a pas moins réussi à s'imposer, même si les planchers, et plus généralement les éléments horizontaux, constituent encore de nos jours la partie la plus délicate de la mise en œuvre du béton armé.

CONCLUSION

Comme nous l'avions annoncé dans la première partie nous avons été conduits à moduler fortement nos hypothèses en termes de prototype / série mais aussi en termes de souplesse / rigidité. Nous avons pu voir que la présence d'une stratégie technique, à savoir d'une relative reconduction d'un chantier à l'autre de certains choix techniques, n'allait pas nécessairement de pair avec une logique de série. Tel est le cas des entreprises d'exécution, qui sont traversées par des logiques de série mais dont le caractère dominant est de prototype. Notons à cet égard que chez COULIS-BÂT des tentatives de diffusion de combinaisons opératoires figées, un système poteau-poutre, étaient encore tentées au début des années 1990.

La proportion entre prototype et série dans la logique d'entreprise d'exécution de gros œuvre n'est pas figée dans le temps : rappelons que le succès du voile banché a été lié à la vogue du coffrage-tunnel, elle-même liée à la vogue de la préfabrication lourde. En outre, on n'a pas la même relation prototype/série selon qu'il s'agisse de gros œuvre bé-

ton ou de gros œuvre métal. Et cette relation n'est pas la même selon qu'il s'agisse de logement collectif ou de maison individuelle. Notons qu'en ossature métallique l'expérience acquise par la quantité cumulée de chantiers est plus importante en maison individuelle qu'en logement collectif.

Nous avons mis en évidence que les acteurs dotés d'une stratégie technique et ayant une prise directe sur les détails de gros œuvre sont les actuels acteurs majeurs des choix techniques : maîtres d'ouvrages et entreprises d'exécution agissant plutôt comme entreprises générales. Ce tableau n'est pas figé, puisque rien n'interdit aux architectes de développer des stratégies commerciales offensives axées sur une stratégie technique. De même, l'étude des fournisseurs a permis de souligner davantage que les frontières entre ingénierie, fournisseur et exécutant ne sont pas figées, même si elles sont plus accentuées en béton qu'en métal.

CONCLUSION

L'architecte, en esquissant le parti architectural, esquisse le parti architectonique. Toutefois la fixation du parti architectural est soumise à l'appréciation du maître d'ouvrage, et c'est surtout de la relation entre ces deux acteurs que découle la fixation du parti architectural définitif. Pour les choix techniques, le comportement de la maîtrise d'ouvrage peut s'analyser en termes de recherche de réduction du risque. Cette recherche, sans pour autant être forcément structurée, conditionne les choix techniques de l'architecte. Choix techniques qui peuvent être très variables d'un architecte à l'autre, catégorie d'acteur ne présentant pas de stratégie claire tendant à guider ses choix techniques, à la différence des maîtres d'ouvrage.

En ce qui concerne les choix techniques, le rôle de l'architecte paraît amoindri face au maître d'ouvrage, d'une part, et à l'entreprise de construction. Cette dernière joue un rôle d'importance, sinon majeur, dans la fixation du parti architectonique. En effectuant des choix là où des choix ne sont pas effectués, ou en remettant en question des choix architectoniques, ce qui est peu contesté tant que cela n'a pas d'incidence visible sur le parti architectural. Mais l'entreprise d'exécution peut aller jusqu'à proposer de retoucher le parti architectural. Ceci est cependant moins fréquent aujourd'hui, par rapport à une dizaine d'années auparavant.

Les bureaux d'études, qu'ils soient de conception ou d'exécution, apparaissent comme des acteurs secondaires des choix techniques. De même que les fournisseurs, bien que l'approche des choix techniques de leur point de vue amène à tempérer notre analyse. Ainsi la logique de série demande à être relativisée pour le béton sec : celui-ci est plutôt produit sur commande, pour le logement collectif, bien que de façon plus standardisée dans certains cas que dans d'autres. En revanche le béton frais paraît susciter une standardisation assez importante. Le fournisseur n'a pas de rôle direct dans les choix techniques même lorsqu'il établit une variante. Et si au niveau global la logique de série structure l'activité de production, les mêmes produits de construction se retrouvant souvent d'un bâtiment à l'autre, la logique de série propre à chaque fournisseur tempère à peine la logique de prototype de l'entreprise d'exécution, les mêmes fournisseurs n'étant pas forcément reconduits d'un chantier à l'autre.

Les études de cas ont permis une illustration de nos propos. Leur comparaison amène quelques éléments intéressants, bien qu'il faut les prendre avec beaucoup de précautions, s'agissant d'opérations plutôt exceptionnelles, au regard du contexte d'hégémonie du voile porteur. Les acteurs repérés comme secondaires, dans la fixation des choix techniques, n'apparaissent pas comme acteurs moteur des opérations étudiées. Ce panorama ne constitue qu'un cliché à un moment donné, au sens où les rôles dans le choix des partis techniques ne sont pas figés dans le temps.

PARTENAIRES DE L'ACTE DE CONSTRUIRE ET DIFFUSION DES INNOVATIONS

Si, de façon générale, prescrire n'est pas concevoir (prescription médicale par exemple) concevoir est prescrire. Et, dans le cas particulier du Bâtiment, ceux qui prescrivent participent à l'acte de conception. Les rôles peuvent changer dans le temps : car on a pu le montrer à diverses reprises, et pas seulement dans la partie historique ; et parce que le système actuel d'acteurs des choix techniques est un système relativement ouvert.

En effet, si le maître d'ouvrage paraît être le principal acteur des choix techniques, certains maîtres d'ouvrages sont des acteurs "forts" de ces choix et d'autres sont plutôt des acteurs "faibles". Ce qui autorise que des architectes, rares certes, puissent jouer un rôle d'acteur majeur des choix techniques (tableau 5). Si l'entreprise de construction est l'autre acteur majeur de ces choix, il existe des nuances : si certaines entreprises peuvent jouer le premier rôle, en fonction de leurs partenaires, d'autres peuvent être des acteurs "faibles" des choix techniques. En particulier, les contextes corps d'états séparés et métal sont moins favorables à l'entreprise d'exécution que les contextes entreprise générale et béton.

Ainsi, en logement, maître d'ouvrage, architecte, ou entreprise de construction peuvent être principal décisionnaire des choix techniques, dès lors qu'ils se trouvent dans la configuration adéquate d'acteurs "faibles". Seule l'ingénierie d'études ne peut jamais prétendre à ce statut, dans le contexte actuel du logement⁷⁹. Nonobstant, les études de cas nous apportent quelques éléments intéressants : le maître d'ouvrage et l'entreprise d'exécution sont les seuls à jouer un rôle moteur. À vrai dire seul le maître d'ouvrage paraît pouvoir jouer ce rôle dans tous les contextes : en prenant un architecte conciliant, et en traitant plutôt en corps d'état séparés. Ce que tendrait à confirmer le fait que l'étude de cas n° 7 soit la seule à être ni une REX ni une suite d'appel d'offre infructueux. L'entreprise d'exécution ne paraît pouvoir jouer ce rôle moteur qu'en contexte de REX ou d'appel d'offre infructueux. En dehors de ces contextes elle devra nouer des alliances, soit avec le maître d'ouvrage soit avec l'architecte.

Par ailleurs, nos études de cas confirment ce qui ressort du tableau 6 : l'architecte innovateur doit nécessairement s'assurer le concours (actif ou passif) du maître d'ouvrage. En effet, on a un seul exemple où l'architecte est moteur, de concert avec l'entreprise de gros œuvre : l'architecte s'est assuré le concours passif du maître d'ouvrage et le concours actif de l'autre acteur majeur, l'entreprise de gros œuvre. C'est-à-dire que l'architecte doit plutôt trouver un allié actif : soit le maître d'ouvrage, qui l'aidera à surmonter les résistances des entreprises ; soit l'entreprise, plutôt générale, qui l'aidera à surmonter les résistances du maître d'ouvrage.

Nos considérations tendraient à pouvoir s'affranchir du contexte des marchés publics. Car dans tous les cas c'est celui qui commande l'ouvrage, le maître d'ouvrage, qui a la plus forte capacité d'être principal décisionnaire des choix techniques, et par conséquent principal vecteur de diffusion de l'innovation technique. Ensuite vient l'architecte, qui est choisis. Cependant, en résidentiel collectif, lorsqu'un projet d'architecte est sélectionné les détails techniques de sa structure ne sont pas fixés. Notre analyse n'a pas cessé de mettre en valeur l'importance de la négociation, surtout après la signature du marché : tout est négociable. Il ne tient qu'aux architectes de faire des détails de structure des détails essentiels.

Enfin, viennent les entreprises. La principale difficulté des entreprises proposant des combinaisons opératoires figées, telle ARMATURE-BÂT, est beaucoup plus de convaincre des maîtres d'ouvrage que de surmonter les difficultés de l'appel d'offre. Car sinon, les entreprises, du moins les entreprises générales, disposent d'une assez grande liberté en

⁷⁹ Le bureau d'études acier des études de cas n° 4 et n° 6 est acteur majeur des choix techniques, voire décisionnaire principal. Mais il s'agit d'un cas non généralisable puisque lié à un travail de promotion de la sidérurgie.

matière de structure. On notera en particulier la tendance à substituer des voiles par des cloisons légères. Chez LINTEAU-BÂT on souligne « *le béton armé c'est quand même cher, on a tendance... quand on peut le faire, à minimiser le nombre de porteurs en éléments de structure* », et pour ce faire à employer des cloisons légères qui présentent l'avantage de ne pas devoir recalculer les descentes de charges. Poussant le raisonnement jusqu'au bout on y finit par concéder : « *on pourrait concevoir une structure poteau-poutre réduite à son minimum et faire tous les logements, tout l'ensemble en cloisons légères* ». Il est en tous cas évident que plus les entreprises chercheront à employer des cloisons légères, plus elles contribueront à vaincre les résistances de maîtrises d'œuvre et d'ouvrage à cet égard.

QUELLES SUITES DONNER À CE TRAVAIL ?

Une première piste serait de poursuivre la recherche historique : il n'est pas faux d'affirmer que l'on connaît très mal les trajectoires de diffusion des innovations dans le Bâtiment, tout au moins en ce qui concerne le gros œuvre. Vouloir promouvoir des innovations sans chercher à approfondir les connaissances relatives aux trajectoires technologiques propres au Bâtiment est, pour le moins, du gaspillage. Et se référer aux exemples célèbres d'autres secteurs industriels, tel le Walkman ou le Macintosh, ne saurait constituer un palliatif : les cycles de vie des produits ne sont pas du tout les mêmes. Dans la continuation du présent travail il faudrait approfondir sur la diffusion du voile de béton coulé en place, en cernant avec plus de précision son apparition progressive, ses liens avec l'utilisation longitudinale / transversale des refends, et les modes de mise en œuvre des planchers. Il faudrait ainsi mieux répertorier la part relative des techniques employées dans la construction d'immeubles depuis le siècle dernier : [Moley] est une preuve qu'il y a encore beaucoup à faire en ce sens.

Une continuation du présent travail serait aussi d'explorer l'évolution des rôles dans les choix techniques. Ainsi, à une époque le bureau d'études (politique des modèles) jouait un rôle beaucoup plus important qu'il ne le joue aujourd'hui, en matière de choix techniques et même architecturaux. À en croire l'architecte MACKINTOSH-ARC l'entreprise était alors réduite à un rôle d'exécution. En fait, les cas de figures étaient sans doute plus variés. L'important c'est que les rôles dans les choix techniques ne sont pas figés mais évoluent. Il faudrait alors déterminer plus précisément dans quel sens.

On pourrait aussi pousser la réflexion sur la dissociation entre la structure et les séparatifs. Ce qui revient à poser la question de l'avenir des parois légères, et au-delà de la "filière sèche". En particulier au regard des préoccupations environnementales et de santé publique : il est un débat qui pour l'instant est confiné mais pourrait brutalement venir sur la place publique, à savoir le problème des isolants minéraux.

Une autre piste serait de différencier les pratiques selon que l'on se trouve dans le locatif ou l'accession, ce que nous n'avons que très peu intégré à notre réflexion. Nous avons suggéré que les incidences de Qualitel auraient été les plus fortes dans l'accession à la propriété. Nous avons aussi évoqué les difficultés d'une entreprise à introduire les séparatifs légers dans l'accession. Il serait d'autant plus intéressant de poursuivre une réflexion en ce sens, que l'objectif gouvernemental actuel est d'encourager l'accession à la propriété.

Un autre axe de recherche serait les entreprises de construction. Car le fait d'appartenir à la même entreprise, fait qu'à un moment ou un autre il y a communication entre les équipes, échange d'expériences. De plus, les hommes sont relativement mobiles en termes d'emploi, que ce soit au sein de l'entreprise ou d'une entreprise à l'autre. On pourrait vérifier comment la spécialisation des activités travaux en fonction des marchés induit ou pas un cloisonnement en termes de culture technologique, d'une part, et dans quelle mesure son étanchéité est maintenue ou affaiblie par l'organisation générale de l'entreprise et la mobilité des hommes.

Il faudrait mieux cerner l'implication des maîtres d'ouvrages dans les choix de gros œuvre. En particulier davantage explorer l'hypothèse que l'individu prédomine (au niveau du chef de projet ou plus haut), mais qu'il y a sans doute des tendances de fond, soit

"culturelles" (avis partagé par tous dans un processus d'adhésion pas ou peu conscient), soit procédant de véritables stratégies collectives (CUPI, fédérations HLM).

Enfin il serait nécessaire d'approfondir aussi sur la question du partage des compétences de conception entre la conception et l'exécution au travers de la frontière détail de conception / détail d'exécution. L'analyse d'opérations où la maîtrise d'œuvre s'est vue confiée une mission M1 pourrait se révéler très instructive. Dans le logement si possible, mais il serait peut-être utile d'inclure des opérations hors logement.

► BIBLIOGRAPHIE

RÉFÉRENCES UTILISÉES

- Ache (J.B.), *Acier et Architecture*, Paris, Arts et métiers graphiques, 1966, 142 p.
- Ache (J.B.), *Éléments d'une histoire de l'art de bâtir*, Paris, Éd. du Moniteur, 1970, 577 p.
- Arnaud (M.E.), *Cours d'architecture et de constructions civiles*, Tome 1, Paris, Imprimerie des Arts et Manufactures, 1923, 554 p.
- BTP Magazine, numéro spécial coffrages, n° 75, janvier-février 1995, 52 p.
- Campagnac (E.), *Culture d'entreprise et méthodes d'organisation : l'histoire de Bouygues*, Noisy-le-Grand (Paris), LATTIS (presses de l'ENPC), 1987, 345 p.
- Chantiers 2000 : l'actualité des Recherches et EXpérimentations, n° 3, avril 1996, Plan Construction et Architecture, 12 p.
- Chauvin (J.M.), *Recréer la maîtrise d'œuvre*, dans *Politique Industrielle*, Automne 1987, pp. 171-196
- Chemillier (P.), *Les techniques du bâtiment et leur avenir*, Paris, Éditions du Moniteur, 1977, 428 p.
- Coin (A.), *Ossatures des bâtiments : bases de la conception, différentes catégories d'ouvrages élémentaires, annexes sur l'isolation et la sécurité*, septième édition, Paris, Eyrolles, 1996, 293 p.
- Crola (J.F.), Guillerme (A.), Dir., *Histoire des métiers du bâtiment aux XIX^e et XX^e siècles*, actes du séminaire de recherche des 28, 29, et 30 novembre 1989 à la Fondation Royaumont, Paris, Plan Construction et Architecture, 349 p.
- Delhumeau (G.), *Hennebique : les architectes et la concurrence*, dans *Cahiers de la recherche architecturale*, n° 29, 3^eme trim. 1992, pp. 33-52
- Desdevises (A.), *Le ciment, matériau de construction*, dans *Culture Technique*, n° 26, décembre 1992, pp. 51-57
- Epron (J.P.), *L'architecture et la règle*, Liège, Pierre Mardaga ed., 1981, 293 p.
- Économie Géographie, *L'industrie cimentière française*, n° 323, mars 1995, 20 p.
- Forestier (V.), *Béton armé*, Paris, Dunod, Agendas Dunod, 7^e éd., 1934, 460 p.
- Garcias (J.C.), Treuttel (J.J.), Treuttel (J.), *Le squelette et la jeune fille : analyse structurale de quinze immeubles parisiens de l'entre-deux guerres*, Nantes, École d'Architecture de Nantes, mars 1991, 126 p.
- Guillerme (A.), *Bâtir la ville, révolutions industrielles dans les matériaux de construction : France - Grande Bretagne (1760-1840)*, Seyssel, Éd. Champ Vallon, 1995, 320 p.
- Huet (B.), Lambert (M.), Toussaint (J.Y.), *Le logement collectif contemporain, émergence d'une typologie architecturale*, Paris, Plan Construction et Architecture, collection Recherches (n° 15), 1992, 119 p.
- Le Corbusier, *Vers une architecture*, Paris, Arthaud, 1977 (éd. orig. 1923), 253 p.
- Lemaître (F.), *Marchés de travaux : il faut aller vers une logique de juste prix*, dans *Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment*, n° 4980, 07 mai 1999, p. 15.
- Marrey (B.), Hammoutène (F.), *Le béton à Paris*, Paris, Éditions du Pavillon de l'Arsenal / Picard Éditeur, 1999, 223 p.
- Moley (Ch.), *Regard sur l'immeuble privé : architecture d'un habitat (1880-1970)*, Paris, Éditions du Moniteur, 1999, 232 p.
- Pliskin (L.), *Le béton*, dans *Culture Technique*, n° 26, décembre 1992, pp. 58-64
- Portefait (J.P.), *Soixante ans d'industrialisation : l'évolution des idées*, dans *Techniques & Architecture* n° 327, novembre 1979, pp. 73-79.
- Qualitel, *Guide Qualitel 1993*, Paris, Association Qualitel, janvier 1993, 235 p.
- Qualitel, *Les résultats 95*, miméo, Paris, Association Qualitel, janvier 1996, 5 p.
- Qualitel, *Méthode Qualitel, édition 1993. Mises à jour : décembre 1995, décembre 1996*, Paris, Association Qualitel, décembre 1996, 94 p.
- Ragon (M.), *Histoire de l'architecture et de l'urbanisme moderne, Tome 1 : idéologies et pionniers 1800-1910*, nouvelle édition, Paris, Seuil, 1991, 374 p.
- SA.39, *Constructions industrialisées II : coffrages-outils*, miméo, 21 mars 1973, 27 p.

- SABLOCRETE, Projet National de Recherche Développement, *Bétons de sable : caractéristiques et pratiques d'utilisation*, presses de l'ENPC, 1994, 237 p.
- Seitz (F.), *Le métal mal-aimé de la construction en France depuis un siècle : des raisons de coût ?*, dans *Histoire & Mesure*, vol. IX n° 1/2, 1994, pp. 147-169.
- Simonnet (C.), *Le béton. Coignet : stratégie commerciale et déconvenue architecturale*, dans *Cahiers de la recherche architecturale*, n° 29, 3ème trim. 1992, pp. 15-32
- TEC, *Catalogue habitat des produits du bâtiment : sélection HLM 1997*, Cahiers Techniques du Bâtiment, Paris, 1997, 578 p.
- Theile (D.), *Acteurs de la construction et choix des partis techniques : une comparaison voile porteur (béton) / points porteurs (béton, acier-béton, acier)*, proposition de recherche, Paris, Plan Construction et Architecture, octobre 1994, 21 p.
- Theile (D.), *Acteurs de la construction et choix des partis techniques : rapport intermédiaire n° 1*, Paris, Plan Construction et Architecture, octobre 1995, 32 p.
- Theile (D.), *Acteurs de la construction et choix des partis techniques : rapport intermédiaire n° 2*, Paris, Plan Construction et Architecture, juillet 1996, 85 p.
- Vayssières (B.H.), *Reconstruction - déconstruction : le Hard French ou l'architecture française des Trente Glorieuses*, Paris, Picard, 1988, 327 p.
- Vayssières (B.H.), et alii, *Une politique du logement : Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme 1944-1954*, Paris, IFA-PCA, 1995, 148 p.
- Vitale (F.), *À propos de quatre conférences sur "une invention bien française : le béton armé"*, dans *l'Architecture Française*, n° 30, avril 1943, pp. 6-14

RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- Arnold (F.), *Le logement collectif*, Paris, Éditions du Moniteur, 1996, 336 p.
- Delporte (B.), Gobin (Ch.), *Comparaison franco-espagnole des techniques constructives*, miméo, rapport pour le Plan Construction et Architecture, juin 1993, 115 p.
- École d'Avignon, *Techniques et pratiques de la chaux*, Paris, Eyrolles, 1998 (1995), 211p.
- Elliott (C.D.), *Technics and Architecture : the development of materials and systems for buildings*, Cambridge, MIT Press ed., 1992, 467 p.
- Gobin (Ch.), *Composants d'enveloppe : de l'industriel au chantier*, Paris, Plan Construction et Architecture, collection Expérimentations, 1996, 56 p.
- Karsenty (G.), *La fabrication du bâtiment, Tome 1 : le gros œuvre*, Paris, Eyrolles, 1997, 547 p.
- Lemoine (B.), *L'architecture du fer : France, XIXème siècle*, Seyssel, Editions du Champ Vallon, 1986, 327 p.
- Martin (P.), *Synthèse du suivi expérimental de l'opération ZAC de Chamandier à Gières*, BETREC, miméo, rapport pour le Plan Construction et Architecture, 1995, 46p.
- Merlin (P.), *Le logement évolutif et la restructuration des logements*, dans *Travaux et documents : transformation de la famille et habitat*, 1988, pp. 353-362
- Periañez (M.), *L'habitat évolutif : du mythe aux réalités...*, Paris, Plan Construction et Architecture, collection Recherches (n° 44), 1995, 144 p.
- Reid (E.), *Understanding buildings : a multidisciplinary approach*, Cambridge, MIT Press ed., 1984, 214 p.
- Salagnac (J.L.), et alii, *Des dalles alvéolées dans le logement : REX Cormontreuil*, Paris, Plan Construction et Architecture, cahier expérimentation, mai 1997, 35 p.
- Salagnac (J.L.), et alii, *Habitat Grande Portée : REX Bonneuil-sur-Marne*, Paris, CSTB - PUCA, Cahiers du CSTB, n° 3155, livraison 402, septembre 1999, 24 p.
- Spazidea, *Construire le logement / Edilizia residenziale : en France / in Italia*, Paris, Plan Construction et Architecture, 1992, dossier de 4 volumes