

Maison Lajus, détails d'assemblage des panneaux préfabriqués (© Pierre Lajus).

L'appropriation de la technologie de l'ossature bois légère. Le travail expérimental de Jean-Pierre Watel (1964-1984)

STÉPHANE BERTHIER

L'architecture de bois renaît en France au milieu des années 1960, après avoir été occultée depuis le début du XX^{ème} siècle par les matériaux phares de la modernité tels que l'acier et le béton. Avec cette renaissance émerge une filière industrialisée qui supplante peu à peu l'artisanat et les traditions constructives qui prévalent dans les siècles antérieurs. Les métiers, les outils, les domaines d'application et les performances changent. De même, les formes architecturales de l'architecture de bois se renouvèlent. Le bois devient un matériau moderne, l'architecture de bois rompt elle aussi avec ses traditions et se modernise. Elle échappe à l'image vernaculaire rurale pour constituer de nouveaux imaginaires architecturaux sensibles aux environnements naturels, à destination de populations urbaines.

Cette renaissance n'est pas spécifique à la France. Bjorn Ericsson¹/l'identifie comme un phénomène européen (hors Scandinavie) qui a permis à la construction en bois de passer d'environ 6 000 maisons construites en 1967 à environ 120 000 maisons en 1980. L'intensité de ce développement est certes variable d'un pays à l'autre, selon que la filière de la construction bois y est plus ou moins bien développée et que la maison de bois y est culturellement plus ou moins bien valorisée. Mais dans tous les pays, cette croissance se fait au bénéfice des systèmes constructifs à ossature légère, descendants du *balloon frame* américain, contre les modes constructifs traditionnels : poteau-poutre, pans de bois, ou bois massif empilé.

13

Notre recherche porte sur le mode d'appropriation de cette nouvelle technologie de construction. Comment les architectes se sont-ils confrontés à cette situation d'innovation ? Comment l'ont-ils expérimentée ? Comment ont-ils participé à son développement ? Notre hypothèse initiale est que l'architecture a été durant cette période un milieu d'expérimentation de ces nouvelles technologies de construction. Mais la complexité des interrelations entre les acteurs, ainsi que le caractère singulier de chaque projet, ne permettent pas de l'aborder selon les canons méthodologiques de l'expérimentation scientifique. Il est néanmoins possible de qualifier ce travail d'appropriation de la technologie à ossature bois légère d'expérimentation, dont le sens ne se limite pas à « faire l'expérience de ». Nous nous attacherons à décrire ce que la démarche expérimentale à l'échelle de l'architecture a de spécifique, à désigner ce qui la rapproche de l'expérimentation scientifique et ce qui l'en éloigne ; bref à tenter d'en construire une compréhension explicite.

Jean-Pierre Watel et les pionniers de l'architecture de bois

14

L'ensemble des sources bibliographiques^{2/} disponibles convergent pour établir la renaissance de l'architecture de bois en France au milieu des années 1960. Ces mêmes sources identifient principalement quatre acteurs pionniers de cette expérience : les architectes Christian Gimonet, Pierre Lajus, Roland Schweitzer et Jean-Pierre Watel, très impliqués dans ce mouvement. Sans doute cèdent-elles trop facilement au mythe des pères fondateurs en passant sous silence une culture constructive moderne et industrialisée qui existait déjà en France, avec une production en bois de chalets et de bungalows qui bénéficiait de méthodes élaborées durant la première moitié du XX^{ème} siècle. Cette production industrialisée doit notamment beaucoup aux efforts de guerre, pour la construction de baraques militaires et hébergements d'urgence^{3/}. On citera notamment le travail très approfondi que mène Jean Prouvé avec le bois à partir de 1939 pour l'armée française, puis qu'il développe sur divers programmes jusqu'en 1966^{4/}. Cependant, à la différence des architectes susnommés, Jean Prouvé a construit avec le matériau bois sans pour autant produire une « architecture de bois ». Ces derniers ont bien ouvert la voie à une nouvelle architecture de bois savante et reconnue par la

critique, publiée dans les revues et exposée. Ils sont aussi les seuls à avoir construit un discours sur cette expérience.

Parce que son travail est le plus régulier, le plus explicite et le mieux documenté, nous analyserons le processus d'expérimentation technique que cette situation d'innovation génère à partir du travail de Jean-Pierre Watel qui couvre la vingtaine d'années que prend l'architecture de bois pour renaître sous de nouvelles formes. D'autre part, il est axé exclusivement sur l'ossature bois légère de tradition nord-américaine, mode constructif dominant de cette période de renaissance et qui s'est depuis généralisé. Certes, Roland Schweitzer explora le système poteau-poutre pour ses projets de Limoges^{5/} et de Brest^{6/}, tandis que Christian Gimonet tenta de renouveler le mur à pans de bois traditionnel avec des remplissages maçonnes à Oizon^{7/} et Dampierre^{8/}, mais ces projets demeurent des essais isolés.

Nous procéderons donc à partir d'une analyse diachronique des projets de Jean-Pierre Watel, dans un quadruple objectif : rechercher les hypothèses qui sous-tendaient ces expérimentations architecturales ; recueillir l'état de l'art sur lequel elles se fondaient ; observer leurs modalités opératoires ; interroger leur réception, leurs évaluations et les modes de capitalisation des connaissances acquises. Afin d'éviter les simplifications, nous devons aussi rendre compte de la complexité des enjeux en resituant les objets de notre étude dans le mouvement culturaliste de renaissance de l'architecture de bois ainsi que dans les réflexions technologiques sur l'industrialisation ouverte qui eurent une influence déterminante.

Construire en bois : une stratégie innovante

Comme les autres « pionniers » de l'architecture de bois en France, Jean-Pierre Watel était sensible à l'architecture moderne nord-américaine, mais il était aussi et peut-être plus que les autres, convaincu de la pertinence du mode constructif à ossature bois légère dans lequel il voyait une opportunité pour rationaliser la construction et en diminuer les coûts. Il constatait en effet que les structures de production française étaient organisées autour de la filière monopolistique du béton qui fixait des prix de construction plus élevés que ceux observables outre-Atlantique. Il est possible de comprendre cet engagement, au-delà des affinités pour telles ou telles références architecturales, comme la stratégie d'un jeune architecte souhaitant se distinguer



**Ci-dessus,
de gauche à droite:
Illustration 1**

Maison prototype de la foire de Lille, 1964 (© Pierre Joly et Véra Cardot).

Illustrations 2a et 2b
*Maison ELCOHA, chantier
(© Jean-Pierre Watel).*

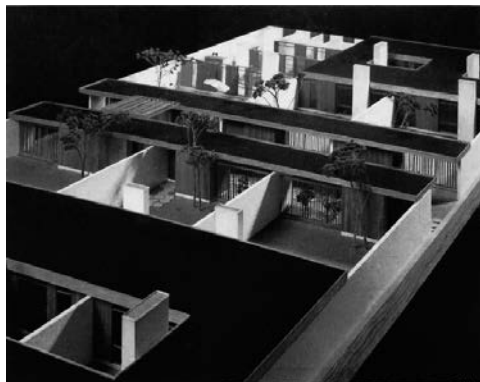
**Ci-dessous :
Illustration 6**
*Maison ELCOHA à Halluin
(© Pierre Joly et Véra Cardot).*

pour se faire une place. Il proposait d'importer des États-Unis un mode constructif supposé économique, pour en tirer un avantage concurrentiel vis-à-vis des architectes de la génération précédente. Selon lui, l'inexistence de l'architecture de bois en France n'avait pas de fondements autres que la réticence psychologique des habitants. Cette réticence pouvait être surmontée en proposant une architecture nouvelle, attractive et économique.

Le prototype de la foire de Lille

Après plusieurs voyages aux États-Unis, Jean-Pierre Watel trouve l'occasion d'une première expérience de construction à ossature légère au début des années 1960. Avec Philippe Martin, ingénieur et associé de l'entreprise de menuiserie GIM, il développe une maison prototype, industrialisable, exposée à la foire de Lille en 1964⁹ (ill. 1, 2). Pour cette occasion, Philippe Martin fonde l'un des premiers bureaux d'études spécialisés dans la construction en bois, le BETB. Il investit aussi dans une entreprise organisée pour la production industrialisée de ces maisons, la société ELCOHA. Le dispositif constructif des murs à ossature est fait de petits bois. Il diffère du mur à ossature américain en ce qu'il est constitué de grilles croisées de petits bois type tasseaux contreventées par des panneaux de contreplaqué et non de lisses verticales espacées tous les 40 ou 60 cm. Le même principe est utilisé pour la fabrication des panneaux de toiture qualifiés de « gaufrette » par l'architecte. Le pari de ce dispositif est de faire baisser les coûts de fabrication en optimisant la quantité de matière,





**Ci-dessus,
de gauche à droite:
Illustration 3**

Concours de la Maison européenne, 1964, maquette
(© Jean-Pierre Watel).

Illustration 4

Concours de la Maison européenne, plan du rez-de-chaussée (© Jean-Pierre Watel).

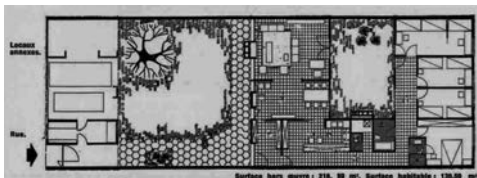
Illustration 5

Maison ELCOHA à Bondues
(© Pierre Joly et Véra Cardot).



**Ci-dessus:
Illustration 7**

Maison ELCOHA à Linselles
(© Pierre Joly et Véra Cardot).



en utilisant de petites sections économiques et en industrialisant la production. Jean-Pierre Watel resitue sa démarche dans la recherche – caractéristique de l'époque – d'établissement de « modèles » qui visent à produire l'habitat individuel à des coûts compétitifs grâce à une production en série.

La Maison européenne

Cette première expérimentation de Jean-Pierre Watel doit être replacée dans une recherche plus large qu'il mène à la même époque, en faveur de l'habitat individuel groupé comme alternative aux grands ensembles. La même année, il est lauréat du concours international de la Maison européenne en proposant un mode d'urbanisation de type « nappe à patios » assemblant des logements individuels d'un niveau, ponctuellement deux¹⁰ / (ill. 3, 4). Ce projet offre les mêmes densités à l'hectare que les grands ensembles de l'époque. Par ailleurs, l'échelle de ces constructions basses permet leur réalisation en bois. En important des États-Unis un mode constructif réputé plus économique, Watel pensait sans doute disposer d'un avantage concurrentiel déterminant.

Le prototype exposé à la foire de Lille en 1964 s'inscrit dans cette stratégie. Mais cette première expérimentation de maisons en bois industrialisées n'est guère concluante, les exemplaires vendus se comptent sur les doigts de la main, en région lilloise uniquement, comme à Bondues (ill. 5), Halluin (ill. 6) ou Linselles (ill. 7). La société ELCOHA fait d'ailleurs faillite assez rapidement. Watel explique cet

échec par les réticences culturelles que le modèle suscite à l'époque, d'abord parce que la maison préfabriquée a mauvaise presse, ensuite parce que son écriture architecturale très moderne a été mal accueillie par un marché de la maison individuelle qui plébiscite alors les expressions architecturales vernaculaires. Il souligne aussi que ce prototype a été imaginé par des passionnés d'architecture et de technique qui n'ont pas su organiser le développement commercial de leur produit.

Malheureusement ces premières maisons sont trop peu documentées sur le plan technique pour qu'il soit possible d'aller très loin dans leur analyse constructive. On notera que les murs pignons étaient parfois habillés de briques de parement sur ossature bois qui anticipaient déjà une conception récurrente chez Watel, consistant à distinguer la nature de l'ossature de celle de l'enveloppe, conception qui s'affirmera dans le temps. Après cette première expérience, à la fin des années 1960 Jean-Pierre Watel participe à la rédaction du premier DTU « construction à ossature bois » en tant que consultant du Centre Technique du Bois (CTB), signe de son implication dans l'appropriation de cette nouvelle technologie de construction¹¹.

18

En 1968, il réalise un prototype de la Maison européenne pour Village expo à Saint-Michel-sur-Orge. Les grands murs de refends sont exécutés en maçonnerie et les panneaux de façade sur les patios ainsi que la charpente en ossature bois légère (ill. 8). Dans la décennie suivante, il réalise plusieurs opérations groupées à partir de ce modèle d'urbanisation, mais toujours dans la filière de la maçonnerie : à Angers, Lille, Grenoble, Bures-Orsay ou encore à Villeneuve d'Ascq avec la remarquable opération du Château.

Notons que dans la même période, l'agence d'architecture Salier-Courtois-Lajus-Sadirac élabore le même type de partenariat avec l'entreprise de charpente Guirmand, pour établir un modèle de résidence secondaire sur la côte Aquitaine. Moins industrialisée et plus proche des



Illustration 8
Prototype de la Maison européenne au Village expo de Saint-Michel-sur-Orge, 1968 (© Pierre Joly et Véra Cardot).

Illustration 10
Centre de vacances du Four à Cieux, Roland Schweitzer, 1968 (© Roland Schweitzer).



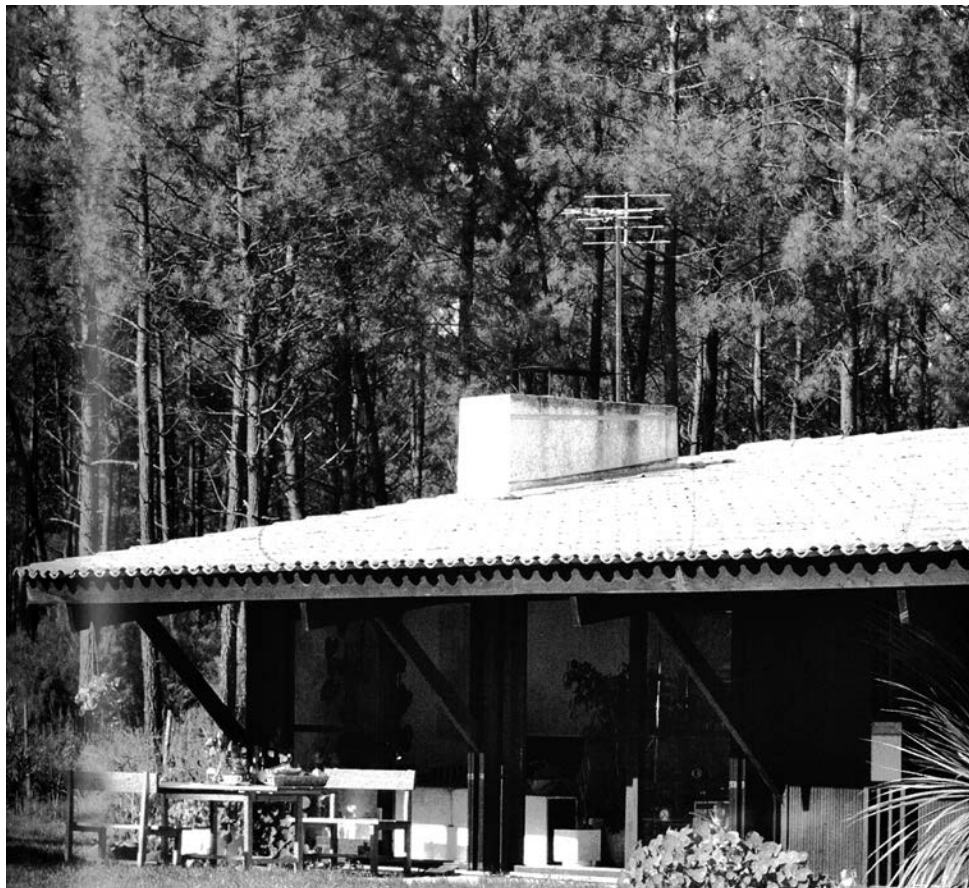
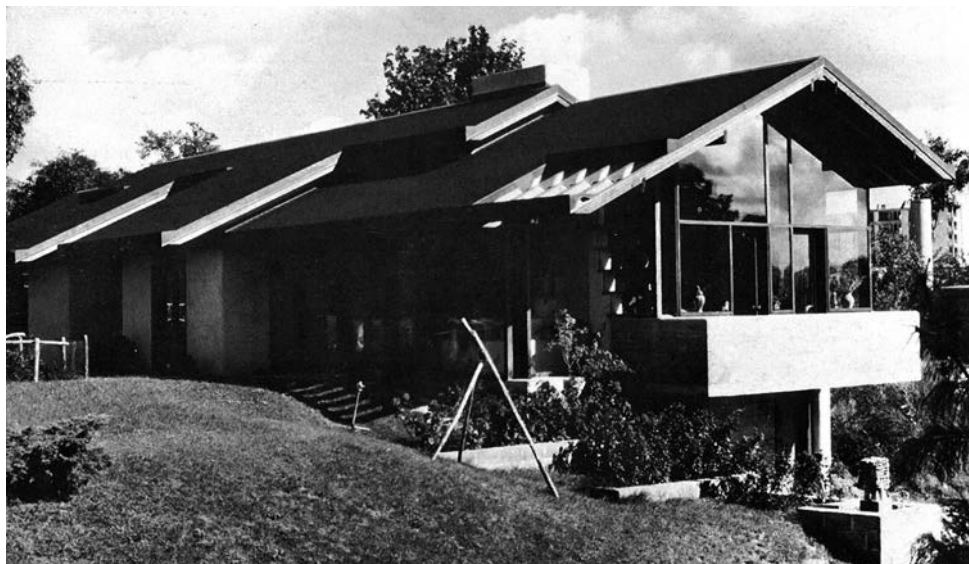


Illustration 9

Maison Girolle de l'agence d'architecture Salier-Courtois-Lajus-Sadirac (© Pierre Burdin).

modèles vernaculaires, la maison Girolle ¹²/ (ill. 9) est un succès commercial pendant une dizaine d'années. En revanche, les premiers projets en bois de Christian Gimonet et Roland Schweitzer demeurent des œuvres réalisées dans le cadre conventionnel de l'architecture libérale et très référencées par la culture architecturale savante. Ainsi, Roland Schweitzer conçoit en bois une architecture moderne d'inspiration japonaise, recherchant une harmonie avec la nature comme en témoigne le centre de vacances pour pré-adolescents (ill. 10) construit à Cieux près de Limoges en 1968 ¹³/. Dans la région Centre, Christian Gimonet



livre la même année la maison Laudat (ill. 11), près de Bourges, pour laquelle il précise s'être inspiré de l'œuvre de Frank Lloyd Wright pour atteindre des objectifs bioclimatiques¹⁴/. Ces premiers projets montrent que le transfert de technologies de construction accompagne le transfert de modèles architecturaux nord-américains ou japonais. Ces modèles architecturaux expriment tous un désir de renouvellement de la relation qu'entretient l'architecture avec son environnement, probablement en réaction à la modernité infrastructurale brutaliste telle qu'elle s'est répandue en France après-guerre. Pour de jeunes architectes, ils sont l'occasion de se distinguer en s'opposant aux modèles dominants de l'époque, qu'il s'agisse des modèles architecturaux ou de ceux organisationnels de la maîtrise d'œuvre.

Les maisons Leymonerie et Delage

Entre 1975 et 1977, Jean-Pierre Watel travaille sur la commande d'une maison individuelle à Linselles, pour M. Leymonerie, directeur commercial de l'entreprise Cambrai Charpente. Il en développe le système constructif avec le bureau d'études de cette entreprise. Délaissant le système infructueux des panneaux industrialisés en petits bois imaginé avec Philippe Martin, Jean-Pierre Watel revient à la construction traditionnelle nord-américaine d'ossature légère à lisses verticales pour réaliser une œuvre aux allures de *case study house*

Illustration 11

Maison Laudat, Christian Gimonet, 1968 (© D. Runacher).

Ci-dessous:

Illustration 13

Maison Leymonerie, chantier (© Jean-Pierre Watel).



Page ci-contre, en bas:

Illustration 16

Maison Delage (© archives de Jean-Pierre Watel).

Illustration 17

Maison Delage, chantier (© Jean-Pierre Watel).

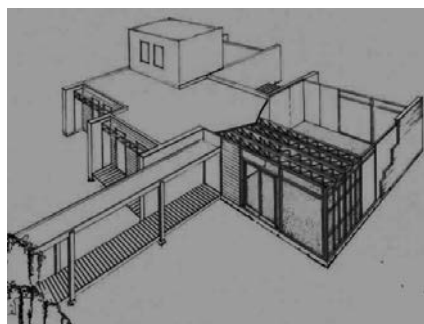


Illustration 12
Maison Leymonerie, Jean-Pierre
Watel, 1977 (© Pierre Joly et
Véra Cardot).

Ci-dessous :

Illustration 14
Maison Leymonerie, maquette
de l'ossature bois
(© Jean-Pierre Watel).

Illustration 15
Maison Leymonerie, perspective
(© Jean-Pierre Watel).



(**ill. 12, 13**). Toutes les parois verticales sont constituées d'ossatures légères en bois. Les murs formant refends sont habillés de briques tandis que les parties entre ces murs-refends, comme le volume de l'étage, sont en bardage bois. La toiture plate composée de panneaux isolants repose sur une charpente de poutres industrielles composites à membrures en bois et diagonales métalliques. La maquette de structure et les dessins axonométriques très didactiques produits par l'agence (**ill. 14, 15**) montrent une volonté d'explicitier le système constructif.

Dans la foulée de la maison Leymonerie, la maison Delage étudiée en 1978 prolonge sa recherche de maîtrise du mode constructif à ossature légère (**ill. 16, 17**). Cette maison dont la composition volumétrique est très similaire présente une enveloppe entièrement en bardage bois. Hormis les poutres triangulées composites, le système constructif est un transfert en France du mode constructif à ossature bois conventionnel d'Amérique du Nord.

C'est sur la rationalisation de l'acte de bâtir et sur son industrialisation qu'il fait avant tout peser ses efforts. Un premier état de ses réflexions est restitué dans un article de la revue *Techniques et architecture* en 1978¹⁵. Jean-Pierre Watel y développe les atouts de la filière sèche dont la rapidité du chantier, sa cohérence dans l'enclenchement des tâches successives et les avantages qu'offre



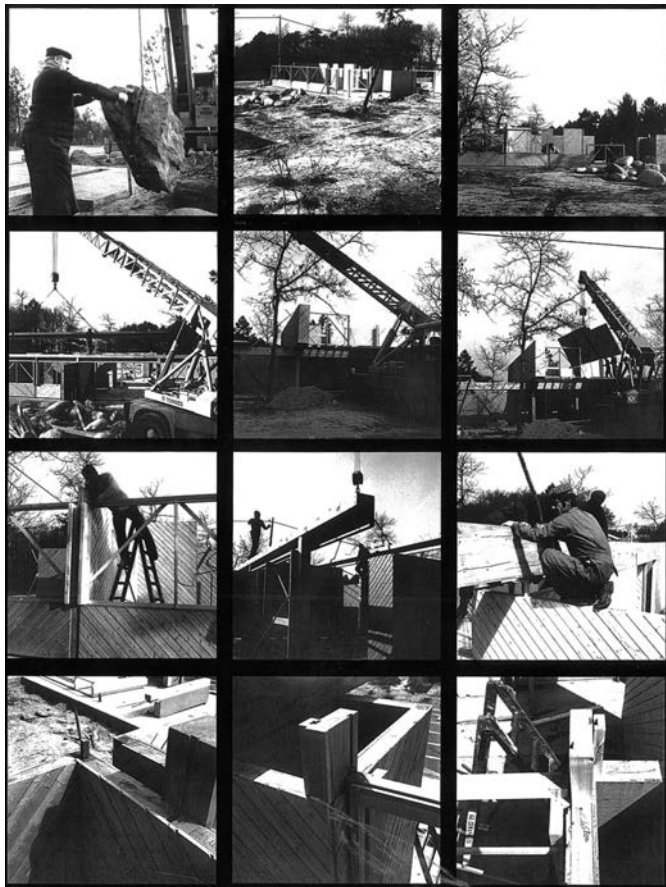
Illustration 18

Maison de Pierre Lajus
(© R. Zéboulon).

l'ossature légère pour le passage des corps d'état techniques. Il en définit la logique selon la métaphore du squelette et de la peau, laquelle peut jouir d'une indépendance technique et esthétique. Mais l'article insiste aussi sur les nécessaires rationalisation et industrialisation de cette filière de construction pour traduire les atouts théoriques de l'ossature légère en avantages économiques. De fait, nous comprenons en creux qu'en 1978 ce mode constructif en bois n'est pas encore compétitif. Interrogé à ce sujet récemment ^{16/}, Jean-Pierre Watel explique avoir été confronté à la faiblesse du nombre d'entreprises de charpente intéressées par la construction à ossature légère, limitant les combinaisons de concurrence. Selon lui, l'ossature légère en bois n'appartenant pas à la culture du charpentier français, on ne pouvait pas envisager le déroulement d'un chantier comme aux États-Unis où l'entreprise se fait livrer les sections équarries de bois brut sur le chantier et fabrique tout *in situ*. Il lui fallait penser la préfabrication et l'industrialisation de composants afin que la technicité de la mise en œuvre se limite à du montage d'éléments standardisés. L'adaptation des conditions de production de cette technologie occupera une place centrale dans ses réflexions ultérieures.

Dans la même période, Pierre Lajus construit sa propre maison à Mérygnac. Ce projet d'échelle similaire aux deux maisons de Watel le confronte à des problématiques analogues. La référence à l'architecture moderne américaine y est évidente (ill. 18). Lajus reconnaît d'ailleurs avoir recherché cet « *american way of life* » comme expression

Illustration 19
Maison Lajus, détails
d'assemblage des panneaux
préfabriqués (© Pierre Lajus).



d'une vie décontractée, en pleine nature »¹⁷. Les photographies de chantier montrent les parois verticales réalisées en panneaux préfabriqués d'ossature légère, livrés sur le chantier avec leurs deux faces habillées et assemblés entre eux par d'originales clés à queue d'aronde qui relient les deux lisses d'extrémité de chaque panneau, renforçant le coté « jeu de construction » du montage (ill. 19). Chez Jean-Pierre Watel comme chez Pierre Lajus, ces sous-systèmes constructifs industrialisables préfigurent la logique de construction par composants montés sur le chantier.



Page ci-contre:

Illustration 20

Dessin de la couverture du catalogue de l'exposition « Maison de bois », Centre Georges Pompidou/CCI, 1979.



Ci-dessous:

Illustration 21

Axonométrie de la maison Moduli 225, Kristian Gullichsen et Juhani Pallasmaa, 1969 (© Musée finlandais d'architecture).

Ci-contre, à gauche:

Illustration 22

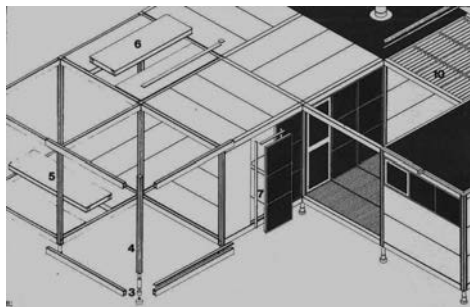
Prototype de la maison Moduli 225 (© P. Degommier).

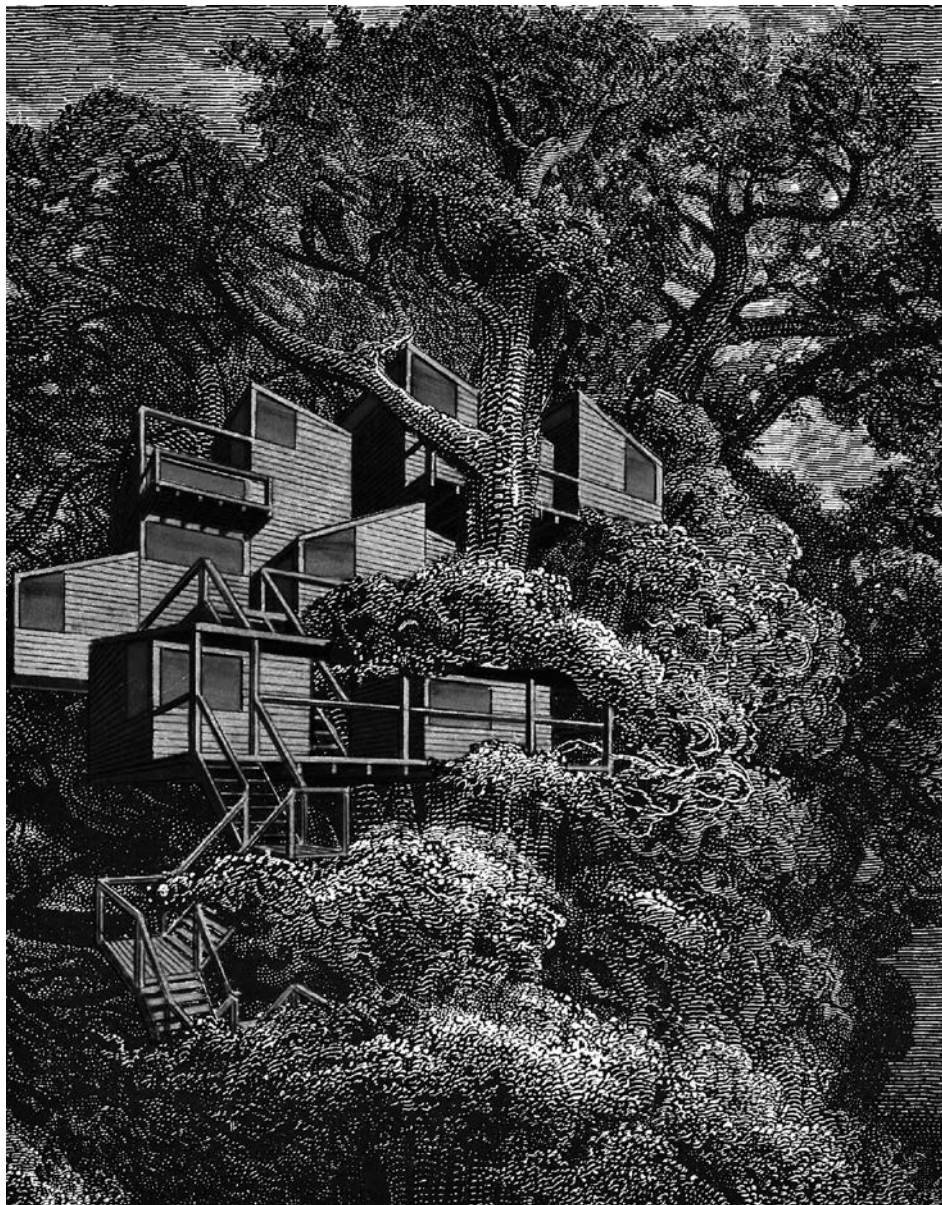
L'exposition « maison de bois » au CCI

24

Ces projets pionniers ont été exposés en 1979 au Centre Georges Pompidou dans le cadre de l'exposition « Maisons de bois » (ill. 20). Dans l'introduction du catalogue, Georges-Henri Rivière présente ce renouveau de l'architecture de bois comme : « un mouvement d'architecture rurale moderniste, inspiré des données géologiques, biologiques et climatiques du milieu.^{18/} Cette exposition, dont Roland Schweitzer est le commissaire, dresse un panorama mondial sur l'architecture de bois, de ses traditions à ses modes d'expression contemporains. Elle fait la promotion de la renaissance de la filière bois et pointe déjà les premières inflexions écologiques au sortir des Trente Glorieuses.

Il y est également question de construction moderne en bois, avec les interviews de Jean Prouvé et du compagnon charpentier Ephrem Longépé qui analysent tous deux, chacun à leur manière, la nécessité de l'industrialisation pour faire face à la demande à des coûts plus compétitifs que ceux de la filière maçonnerie^{19/}. De même, l'exposition présente le prototype de la maison Moduli 225 (ill. 21, 22) imaginée en 1969 par les architectes finlandais Kristian Gullichsen et Juhani



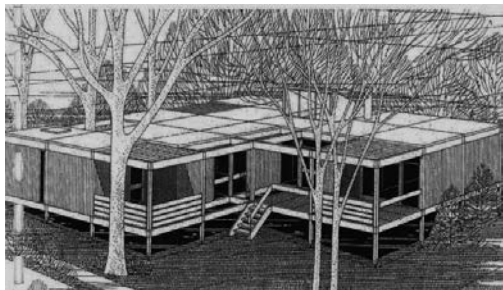


Pallasmaa, véritable kit modulaire industrialisé qui permet une infinité de compositions possibles à partir d'une grille poteaux-poutres de 2m25 par 2m25, complétée de panneaux de remplissage pleins ou vitrés^{20/}. Cette maison est présentée non comme une œuvre mais comme un produit de catalogue, poursuivant ainsi les travaux sur l'industrialisation de la construction bois entrepris depuis l'entre-deux-guerres par l'architecte américain d'origine allemande, Konrad Wachsmann, notamment avec la Packaged House^{21/} de la General Panels Corporation conçue avec Walter Gropius. L'exposition réunit donc à la fois un corpus d'œuvres qui renouvelle les imaginaires de l'architecture de bois et un ensemble de réflexions techniques sur la modernisation des technologies de charpente pour les concilier avec les exigences des conditions de production industrielle de l'époque. Le système constructif poteau-poutre de la maison Moduli sera d'ailleurs repris quasiment trait pour trait par Roland Schweitzer, en 1983, pour son projet de la maison du directeur de l'auberge de jeunesse de Brest^{22/} (ill. 23, 24). Les dimensions de la trame sont adaptées de 2m25 à 3m60, afin d'être compatibles avec un module de tatami de 1 m80 par 0 m90. Schweitzer ne communiqua d'ailleurs jamais sur le dispositif constructif finlandais, préférant présenter cette maison comme la synthèse de ses inspirations japonaises, dans un propos strictement culturaliste.

Cette exposition clôt une première période de renaissance de l'architecture de bois en France, en présentant au grand public un panorama de prototypes de maisons en bois, modernes et attractives. Le mérite des architectes aura été de revaloriser l'image de l'architecture de bois, d'assurer son acceptabilité culturelle dans un pays où ce mode constructif est encore mal perçu, parce que, selon Roland Schweitzer, il renvoie aux baraquements de la guerre, aux réfugiés, à la précarité et aux cabanes, mais aussi parce qu'il s'oppose à la tradition patrimoniale de la pierre. Ces nouveaux imaginaires architecturaux font le succès de l'exposition qui sera visitée par plus d'un million de visiteurs^{23/}.

Les REX et l'industrialisation ouverte

Presque simultanément s'ouvre la seconde période de cette renaissance, celle des Réalisations Expérimentales (REX), qui couvre une période allant de 1978 à 1983. Il s'agit d'une série d'opérations de logements collectifs sociaux, subventionnées par l'État et



Ci-dessus :
Illustration 23

Axonométrie de la maison
du directeur de l'auberge
de jeunesse de Brest, Roland
Schweitzer, 1983
(© Roland Schweitzer).

Ci-dessous :
Illustration 24

Maison du directeur de
l'auberge de jeunesse de Brest
(© Roland Schweitzer).



encadrées par le Plan Construction, avec l'objectif d'expérimenter le concept d'« industrialisation ouverte », notamment avec les modes constructifs en bois.

Ce concept d'industrialisation ouverte est formulé quelques années auparavant. Les premières actions sont lancées en 1971 par la Direction de l'architecture et coordonnées par Jean-Philippe Charon et Denis Grèzes. La définition théorique de l'industrialisation ouverte

a ensuite engagé vingt-quatre contrats de recherche financés par le Plan Construction entre 1971 et 1980^{24/}. L'ouvrage *Industrialisation ouverte, recherche et expérimentation 1971-1983*^{25/} retrace de manière synthétique l'ensemble de ces réflexions. En 1979, la revue *Techniques et architecture* publie deux numéros spéciaux^{26/} consacrés à ce sujet qui apparaît comme le grand enjeu du moment.

L'objectif de l'industrialisation ouverte est de proposer une alternative à l'industrialisation lourde et fermée sur laquelle, depuis la reconstruction, s'était constitué l'appareil de production avec des procédés de préfabrication ou de coffrage-outils comme Costamagna, Camus, Coignet ou Balancy. La filière du béton armé était ainsi parvenue à proposer des immeubles de logements surdéterminés par leur mode constructif industrialisé, et dont elle contrôlait tous les aspects. La standardisation industrielle engageant la répétitivité, la médiocrité architecturale et urbaine des grands ensembles était généralement considérée comme la conséquence de ce système de production du logement social en France. Jean Prouvé soulignait aussi que cette filière de construction était plus chère, moins qualitative et pas plus rapide que les filières artisanales, mais que son atout indiscutable était de répondre à une demande massive^{27/}. Dans les années 1970, la question de la production de masse ne se pose plus de manière aussi aiguë et l'État remet en avant un souci plus qualitatif dont est particulièrement porteur le Plan Construction, créé en 1971. Ce dernier s'inquiète notamment de la situation de monopole de la filière béton et de ses entreprises générales qui fixent leurs prix sans concurrence extérieure. Néanmoins, les prétendus avantages de coûts, de qualité et de délais de l'industrie demeureront les arguments cardinaux de l'industrialisation ouverte.

Le principe de l'industrialisation ouverte vise donc à ouvrir la construction à d'autres filières que celle du béton et à rompre avec la répétitivité architecturale des modèles constructifs, sans perdre les supposés avantages économiques, qualitatifs et temporels qu'offre l'industrialisation. L'idée est de réorganiser le secteur de la construction avec, d'une part, des industriels fournissant des composants de la construction (éléments de charpente, panneaux de façade, de plancher, escaliers, équipements, etc.), comme une sorte de grand catalogue de composants compatibles entre eux et, d'autre part, des entreprises capables d'assembler ces composants en immeubles, à la manière d'un meccano. Il ne s'agit ni plus ni moins que d'imaginer un nouveau découpage des conditions de production de l'objet technique « bâtiment ». La dissociation entre industriels-fournisseurs et entrepreneurs-assembleurs doit rendre les coûts de construction plus transparents et augmenter les combinaisons de concurrence. De plus, ce grand catalogue de composants compatibles doit permettre le retour de la diversité architecturale sans perdre le bénéfice de la standardisation, mais en la ramenant à l'échelle des éléments de construction et non plus à celle des bâtiments (ill. 25, 26) comme l'avait par exemple imaginé Le Corbusier avec la maison Citrohan.

Pour vérifier cette hypothèse d'industrialisation ouverte telle que décrite dans le cadre des recherches du Plan Construction à partir de 1971, les pouvoirs publics vont lancer une vingtaine d'opérations expérimentales, dites opérations REX, dont sept ont pour mission de tester l'hypothèse dans la filière bois²⁸. Le but de ces opérations est aussi de préfigurer les objectifs économiques du programme Habitat 88 (baisse du coût de la construction de 25%) et les objectifs énergétiques

Ci-dessous, à gauche:

Illustration 25

Maisons modèles, Jean Patou
(© Jean Patou).

Ci-dessous, à droite:

Illustration 26

Les composants de la
construction, Jean Patou
(© Jean Patou).

Page ci-contre, en haut:

Illustration 27

La Borne de l'Espoir, Jean-Pierre
Watel, 1978, maquette de
l'ossature (© Jean-Pierre Watel).

Page ci-contre,

en bas à droite:

Illustration 28

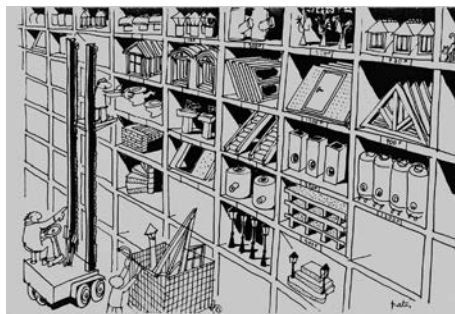
Le prototype de Linselles,
perspective constructive
(© Jean-Pierre Watel).

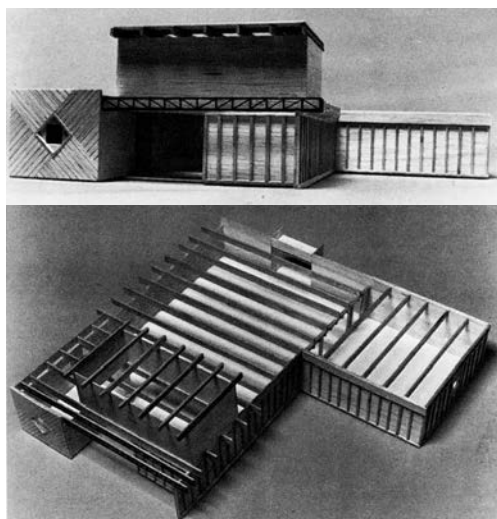
Page ci-contre,

en bas à gauche:

Illustration 29

Le prototype de Linselles,
détail des principes constructifs
(© Jean-Pierre Watel).



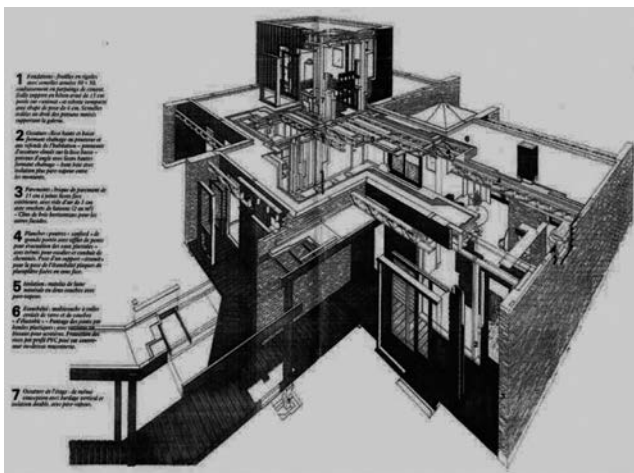
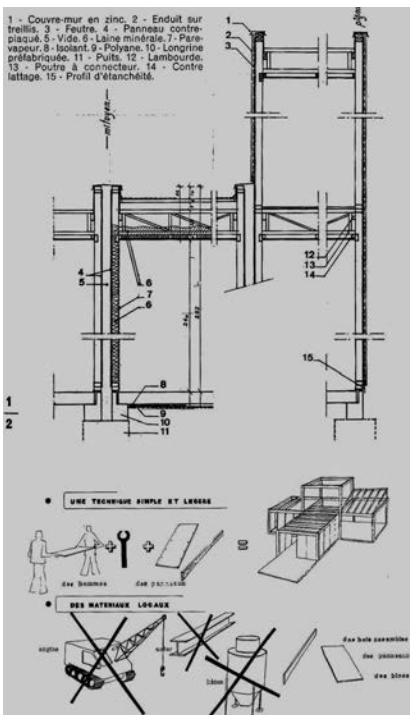


du programme Habitat Écologique en Énergie 1985 (H2E85) qui vise à diminuer de 50% la consommation énergétique de l'habitation neuve, conséquence du choc pétrolier de 1973. Les conclusions de ces sept opérations REX en bois ont fait l'objet de commentaires et de bilans²⁹/ bien documentés. C'est notamment le cas de l'opération de la Borne de l'Espoir, dans le quartier du Triolo à Villeneuve d'Ascq, confiée à Jean-Pierre Watel.

Opération REX: la Borne de l'Espoir

Sur la base de ses expériences antérieures de la construction en bois, en 1978, le Plan Construction confie à Watel l'étude d'une opération REX à Villeneuve d'Ascq. Il s'agit de logements sociaux organisés en maisons de ville d'un à trois niveaux selon la taille des logements.

Un premier projet de 77 logements, publié la même année dans *Techniques et architecture*³⁰/, décline le modèle de la maison Leymonerie, rebaptisée pour l'occasion « le prototype de Linselles » (ill. 27 à 29). Jean-Pierre Watel remet donc en perspective ses anciens projets, avec de nouveaux documents, dans une



ligne de recherche et développement dont le premier prototype à l'échelle de l'habitat individuel, livré en 1977, allait préfigurer son travail sur un ensemble de logements collectifs. Dans l'article qu'il écrit, en 1978, sur l'expérimentation de l'ossature bois, il décrit le prototype de Linselles comme : « Une première réalisation exécutée dans le nord de la France appliquant les récentes recherches en ossatures bois. Elle constitue la simulation d'un chantier expérimental qui débutera en 1979 sur la ville nouvelle de Lille-Est, il s'agit d'une maison individuelle testant la souplesse du procédé. ^{31/} »

Son premier projet pour la Borne de l'Espoir, publié dans la revue *Techniques et architecture* en 1979 ^{32/}, s'inscrit bien dans cette logique et d'une certaine manière poursuit ses recherches antérieures sur l'habitat individuel groupé de la Maison européenne de 1964. La morphologie architecturale comme le mode constructif sont ceux du prototype de Linselles, développé à grande échelle. Le projet réalisé est publié en 1983 dans *Techniques et architecture* ^{33/}. Il est plus modeste puisqu'il présente seulement 33 logements. D'autre part, il efface toute référence à l'architecture moderne nord-américaine, au profit de maisons accolées à toitures à deux pans volumétriquement et spatialement plus banales, qui évoquent plutôt l'architecture vernaculaire des quartiers populaires de San Francisco (ill. 30).

Il y a une grande similitude avec le projet REX de la villa Morton à Bordeaux pour laquelle Pierre Lajus a lui aussi été contraint de réviser ses ambitions architecturales à la baisse, comme en témoigne l'évolution de ses publications. Il semble que ces transformations soient avant



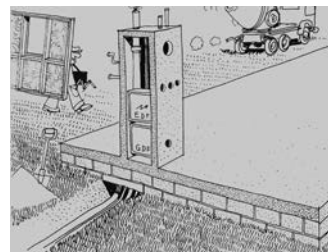
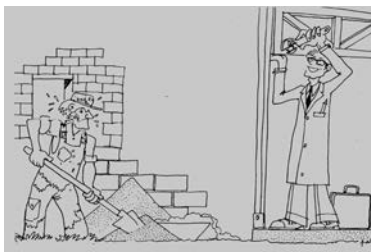
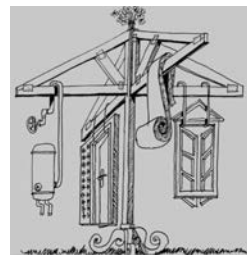
Illustration 30

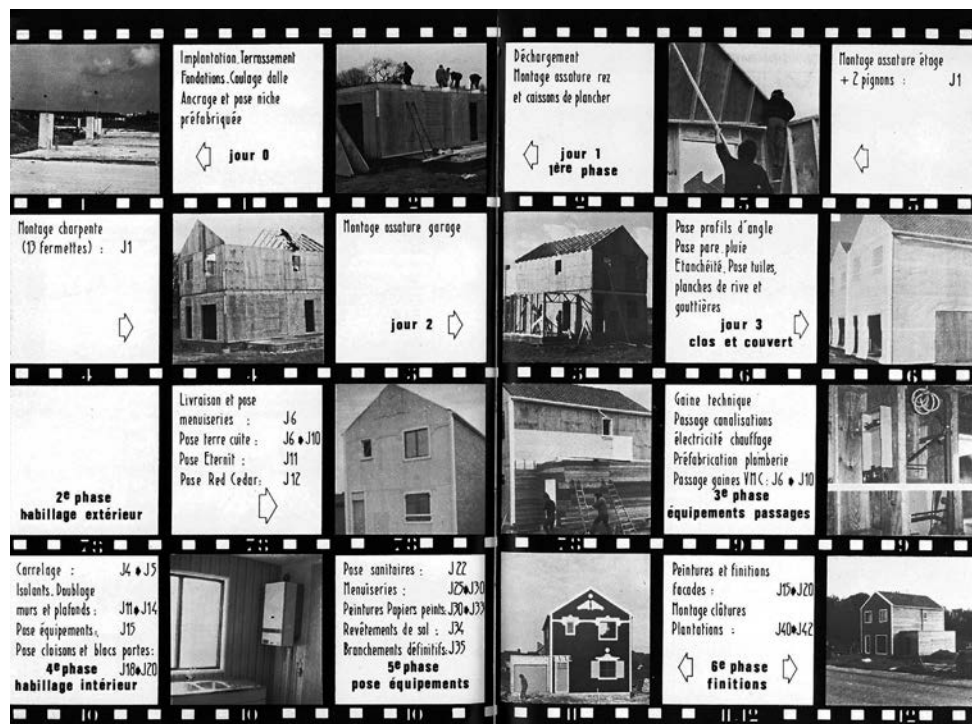
La Borne de l'Espoir, Jean-Pierre Watel, 1983, quartier du Triollot à Villeneuve d'Ascq (© Pierre Joly et Véra Cardot).

Ci-dessous:

Illustration 31

Le mode constructif à ossature bois légère, dessins de Jean Patou (© Jean Patou).

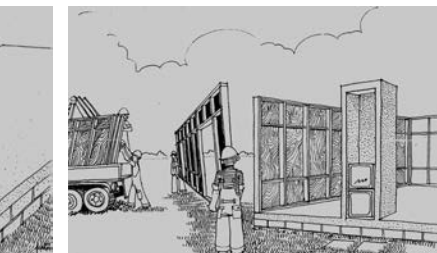




tout motivées par des raisons économiques. Il était sans doute difficile de faire de petits logements sociaux économiques dans les volumétries généreuses de leurs références architecturales. De même, l'opération REX de Roland Schweitzer, rue Domrémy à Paris, initialement entièrement conçue en bois a finalement été construite dans la filière du béton armé, à l'exception de 6 logements à R+1 en cœur d'îlot, réalisés en ossature légère.

La rationalisation du procédé constructif

Toutefois, l'attachement de Jean-Pierre Watel à la mise au point d'un mode constructif en bois rationnel et économique restait entier. Une série de dessins réalisés pour lui par Jean Patou illustre de manière didactique ses réflexions sur l'ossature « porte-man-teau » (ill. 31), comme il la nommait. L'architecte fait de ce projet un démonstrateur des principes de rationalisation de la conception en vue d'un chantier rapide, comme en témoigne le storyboard de la réalisation (ill. 32)³⁴. L'idée est de penser l'ossature légère en bois



comme un porte-manteau sur lequel tous types de revêtements et de réseaux viennent s'accrocher sans percements, saignées, réservations ou autres actes complexes et destructifs qui compliquent les chantiers de maçonnerie. Ces dessins présentent les différentes phases d'une construction entendue comme un montage d'éléments préfabriqués offrant, à partir d'une grille d'ossature légère, une infinie variété de combinaisons possibles et sur laquelle viennent se fixer les habillages extérieurs et intérieurs de toute nature. Ce dispositif permet d'optimiser la coordination des intervenants, la planification et les approvisionnements: « [le] but est d'arriver à créer un système d'approvisionnement qui, tel l'effet de chaîne en usine, entraîne la rationalisation du chantier. Par kit-journée par exemple, de façon à ce qu'il n'y ait aucun stockage sur le terrain. ^{35/} »

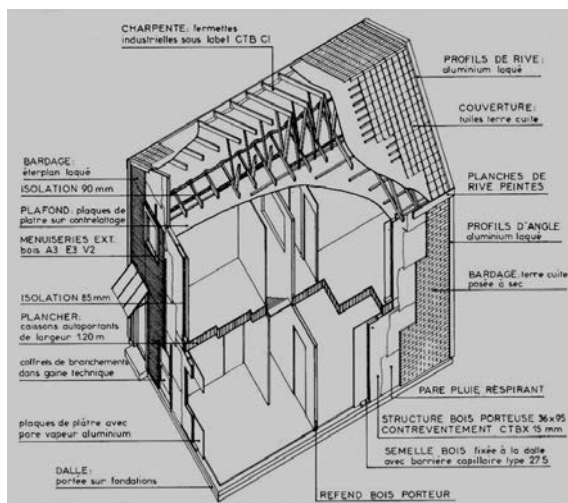
Le travail d'analyse ^{36/} de ces logements, réalisé par Jean-Claude Bignon et François Lausecker en 1983, nous permet d'en comprendre exhaustivement le mode constructif (ill. 33). Les panneaux d'ossature bois d'une hauteur d'étage étaient livrés préfabriqués sur le chantier pour être montés sur une dalle en béton assurant l'assise de la construction. Ces panneaux étaient composés d'une ossature de lisses verticales de 38x97 mm, tramée de 60 cm et contreventée par des panneaux de contreplaqué cloués. Ces éléments n'intégraient que la fonction porteuse (ill. 34). L'isolation, les réseaux et les finitions étaient réalisés postérieurement au montage de l'ossature.

Jean-Claude Bignon rapporte que les planchers du premier étage étaient initialement prévus en panneaux industriels tridimensionnels Nail-Web, associant des membrures en bois à une âme pleine en tôle métallique pliée. Ces panneaux ont été abandonnés après une première phase de travaux au profit des planchers déjà utilisés pour la maison à Linselles faits de poutres en treillis bois-métal. En effet, les caissons Nail-Web se sont avérés très contraignants pour le passage des réseaux et



Ci-dessus :
Illustrations 34a et 34b
La Borne de l'Espoir, chantier
(© Jean-Pierre Watel).

Ci-dessous :
Illustration 33
La Borne de l'Espoir, axonométrie
écorchée d'une maison
(© Jean-Pierre Watel).



Ci-dessous :**Illustrations 35-36-37***La Borne de l'Espoir*

(© Pierre Joly et Véra Cardot).

à cause de l'impossibilité de les retoucher ou de les modifier *in situ*, montrant ainsi la limite de la construction par composants industriels finis par comparaison aux produits semi-finis.

Le mode constructif des toitures était variable selon la partie d'ouvrage considérée. Un système de fermettes préfabriquées couvrait les T₄, en appui sur les murs latéraux. Les charpentes des T₃ et T₆ étaient réalisées avec des pannes conventionnelles portant de pignon à pignon. Les couvertures étaient en tuiles de terre cuite conventionnelles, sans innovation particulière. Certaines parties d'ouvrages couvertes par des toitures terrasses étaient réalisées avec la même poutraison que celle utilisée pour les planchers d'étages, puis étanchées avec des lés bitumineux déroulés sur support bois.

Cinq types de revêtements extérieurs habillaient les édifices, démontrant ainsi la souplesse de l'ossature « porte-manteau » (ill. 35 à 37). Ces vêtements étaient fixés mécaniquement devant l'ossature bois revêtue d'un pare-pluie et solidarisés à l'ossature, soit par des pattes métalliques pour les briques, soit par des tasseaux pour les revêtements secs. Cette jonction entre le revêtement et l'ossature ménageait toujours une lame d'air ventilée qui évacuait l'humidité résiduelle contenue dans l'épaisseur de la paroi.

Certaines façades en limite du lotissement étaient doublées d'un mur de brique de 11cm, autoporteur construit devant l'ossature bois et solidarisé par des pattes métalliques. Certains murs tournés vers l'intérieur du quartier étaient doublés de briques alvéolaires de 5 cm d'épaisseur enduites. D'autres façades étaient bardées de Red Cedar à clins horizontaux. On trouvait aussi des surfaces habillées de plaques de fibrociment colorées, vissées sur tasseaux,

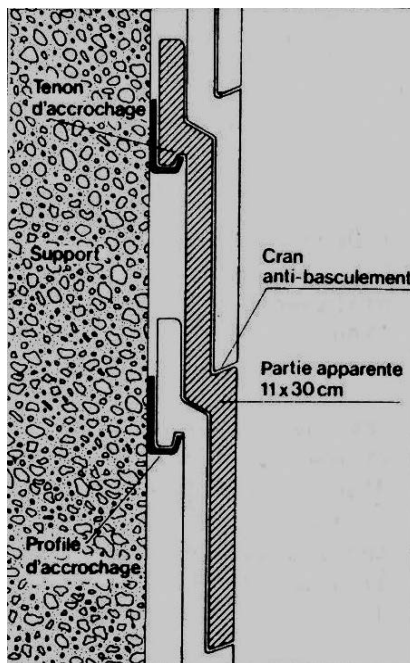


qui apportaient une richesse supplémentaire à l'opération. Enfin, quelques murs étaient revêtus d'essentes de terre cuite (ill. 38) fixées sur des profilés en aluminium. Il s'agissait d'un produit élégant étudié par Jean-Pierre Watel avec les Briqueteries du Nord, dont le brevet était partagé entre l'architecte et l'industriel. Cet exemple de « composant » mis au point pour l'opération n'a malheureusement pas été développé au-delà de ce projet, après la faillite du fabricant. Les jonctions d'angles entre les différentes parois verticales aux revêtements différents, ainsi qu'entre les parois verticales et les toitures, étaient traitées par des tôles pliées en aluminium laqué qui assuraient l'étanchéité entre les éléments (ill. 39).

Ce projet offrait ainsi une diversité frappante de revêtements possibles, pour la plupart issus des procédés industriels de la filière sèche. Il répondait d'une certaine manière à l'objectif des opérations REX en servant de démonstrateur des possibilités de la construction par composants et de la richesse de ses possibilités.

34

Jean Claude Bignon et François Lausecker font toutefois ressortir de leur analyse un certain nombre de défauts de réalisation engendrant un recours fréquent aux joints en silicone, mais aussi de conception comme les encadrements de fenêtres formant piège à eau en saillie sur les revêtements de façade, signes d'une maîtrise encore imparfaite de ces procédés nouveaux. Leur travail d'analyse est malheureusement, à notre connaissance, le seul travail d'évaluation technique détaillée d'une opération REX-bois et sa diffusion est restée confidentielle. Ce travail montre que la réalité des conditions de production n'a pas permis à Jean-Pierre Watel d'aller aussi loin qu'il l'aurait souhaité dans l'élaboration de sous-systèmes industrialisés qui dépasseraient la logique de corps d'états séparés pour envisager la préfabrication de parties d'ouvrage intégrées. Cependant, ces questions ont inauguré des réflexions plus contemporaines, menées par exemple par l'entreprise Cuiller à Rouen portant sur la mise en œuvre de parties de façade terminées en usine, intégrant l'ossature, l'étanchéité à l'air et à l'eau, l'isolation et le bardage. Avec pour difficulté d'assurer des joints étanches au montage entre les parties pour faire l'économie d'un échafaudage de chantier³⁷. Gain de temps, économie financière, encore et toujours, avec le même argument,



Ci-contre:**Illustration 38**

La Borne de l'Espoir, détail de fixation des essentes de terre cuite (© Jean-Pierre Watel).

Ci-dessous:**Illustration 39**

La Borne de l'Espoir, raccord de toiture entre deux maisons (photo : Jean-Claude Bignon et François Lausecker, 1983).

déjà avancé par Jean-Pierre Watel en 1978 : trouver les solutions de construction industrialisée qui permettent à la filière bois d'être compétitive face à la filière traditionnelle de la maçonnerie.

Comparaison avec la technologie « plateforme frame »

La lecture attentive de l'ouvrage canadien *Construction de maisons à ossature bois*³⁸ / édité en 1979 nous montre que la technologie de construction bois à ossature légère développée en France à la même période est similaire à celle en vigueur outre-Atlantique. Elle consiste à réaliser des constructions d'échelle modeste à partir de petites sections de bois d'environ 120x50mm, en bois debout, sur une hauteur d'étage, contreventées par des panneaux de contreplaqué, puis le cas échéant, d'une seconde hauteur d'étage à partir de la plateforme du premier niveau créé. Ce mode constructif est appelé *plateforme frame*, par opposition au mode *balloon frame* dans lequel ce sont les parois verticales qui sont continues et sur lesquelles s'accrochent les planchers intermédiaires.

Les modalités de raccord au sol, de renfort au droit des ouvertures, des angles et des planchers sont sensiblement les mêmes des deux cotés de l'Atlantique. Tout comme les préconisations en matière d'étanchéité à l'eau et à l'air, et de ventilation de la paroi. La même logique de petites sections en trame serrée s'applique aux planchers et aux combles. L'équivalence de technologie est frappante et confirme clairement qu'un transfert s'est opéré depuis l'après-guerre de l'Amérique du Nord vers l'Europe.

L'ouvrage canadien détaille avec beaucoup d'exhaustivité les bonnes pratiques de distribution des réseaux techniques et des sujétions de réservations dans l'ossature. En revanche, il ne dit rien de la question de l'industrialisation des procédés constructifs, qui sont tous présentés comme des modes artisanaux réalisés *in situ*, à l'exception des fermettes légères industrielles.

Réflexions sur une nouvelle organisation de la maîtrise d'œuvre

Cette opération REX à Villeneuve d'Ascq a été également l'occasion d'expérimenter une nouvelle organisation de la maîtrise d'œuvre pour mieux contrôler les enjeux techniques de la construction et la rationalisation du chantier. Partant du constat que l'ingénierie conventionnelle



n'était pas formée à la construction bois et que le marché du logement collectif était monopolisé par des entreprises générales de gros-œuvre, Jean-Pierre Watel a constitué deux sociétés filiales de son agence, le BETOVE, bureau d'études techniques tous corps d'état, disposant de compétence en ingénierie du bois, et OTC pour assurer la coordination du chantier en corps d'états séparés. En intégrant toutes les compétences sous un même toit, il espère alors contrôler l'ensemble des tâches de la maîtrise d'œuvre pour optimiser la conception et la réalisation de ses projets. De même, c'est à cette période qu'il introduit précocement l'informatique au sein de son agence, en cohérence avec ses objectifs d'une conception organisée autour de la politique des composants standardisés. Ces deux stratégies, l'intégration des compétences et l'informatisation de la conception, participent d'une redéfinition du rôle de l'architecte dans une démarche que nous pouvons rapprocher de celle du « praticien réflexif » de Donald A. Schön³⁹/, dont la qualité principale serait de savoir redéfinir son rôle (*framing the role*) au gré des évolutions de son secteur professionnel et des situations particulières rencontrées plutôt que de croire possible de plier le réel à l'idée dogmatique que l'on se fait de sa profession. En revanche, les opérations REX ne présentent pas de mode d'organisation de type conception-construction comme nous l'avons vu s'ébaucher, dans les années 1960, entre Jean-Pierre Watel et la société ELCOHA, ou entre SCLS et l'entreprise Guirmand. Cela tient au mode de passation des marchés publics qui observent une stricte séparation entre la maîtrise d'œuvre et l'exécution des travaux.

À partir de cette opération REX étudiée et des similitudes remarquées avec les autres REX-bois, nous constatons que le travail des concepteurs et des entrepreneurs a été autant un travail d'acculturation à un nouveau mode constructif qu'une expérimentation de son industrialisation. Les opérations REX menées par Gimonet à Oizon, Lajus à Bordeaux et Schweitzer à Paris paraissent tout de même techniquement moins évoluées que leurs premiers projets en bois, à Bourges, Mérignac et Limoges. Sur le plan de la préfabrication, les REX sont aussi nettement régressives comparées aux développements antérieurs de Konrad Wachsmann et Jean Prouvé qui, dès les années 1950, avaient mis au point des panneaux préfabriqués composites intégrant les revêtements et les menuiseries et des systèmes de montages ingénieux⁴⁰/.

D'un point de vue architectural, on doit aussi s'interroger sur les changements majeurs apportés aux projets initiaux, qu'il s'agisse de celui de Pierre Lajus ou de celui de Jean-Pierre Watel. Il est difficile de ne pas y voir une forme de renoncement à leurs désirs d'architecture fondés sur des modèles généreux mais inadaptés à la commande de logements sociaux ou parce que le mode constructif bois ne s'est avéré compétitif qu'au prix d'une dégradation de leurs ambitions premières. Interrogé à ce sujet, Jean-Pierre Watel reconnaît à demi-mots que son projet initial, architecturalement plus ambitieux, aurait peut-être pu voir le jour dans la filière plus compétitive de la maçonnerie.

Cadre méthodologique des REX

Ce bilan nous amène à nous interroger sur la cohérence entre l'hypothèse de l'industrialisation ouverte et les conditions méthodologiques de l'expérimentation censée l'explorer. Reprenons : l'expérimentation avait pour objectif de préfigurer une alternative aux conditions de production du secteur de la construction en imaginant une industrialisation ouverte, comme un grand meccano de composants industriels compatibles entre eux, de développer une filière bois industrialisée quasi inexistante à l'époque, de préfigurer le programme « Habitat 88 » (baisse de 25% des coûts de la construction) et de préfigurer le programme « Habitat Économique en Énergie 1985 » (H2E85, baisse de 50% des consommations énergétiques).

Le bilan édité de ces opérations REX ne fait pas mention d'un protocole d'expérimentation, hormis la possibilité dérogatoire offerte aux maîtres d'œuvre de travailler en amont de l'étude avec des industriels et des entreprises dans le cadre de pré-consultation et une fréquence de réunions de travail et d'échanges au sein du groupe des architectes chargés d'une opération REX-bois, animée par le Plan Construction, mais dont les bilans d'étape ne sont pas restitués.

Les moyens mis en place pour répondre aux objectifs étaient de subventionner des petites opérations de logements sociaux et de confier la maîtrise d'œuvre à des architectes motivés par les enjeux, sans établir de partenariats avec les mondes de la maîtrise d'ouvrage, de l'industrie et de l'entreprise, mais une simple incitation économique. Or, la littérature officielle ne mentionne jamais le montant des subventions, ni si les maîtres d'œuvre perçoivent une rémunération supplémentaire pour ce travail expérimental. Il n'existe pas d'information disponible

sur l'économie de l'expérimentation. Enfin, il semble que l'attribution des subventions aux bailleurs sociaux n'est pas été assortie d'obligations contraignantes si l'on en juge par leur faible implication dans le programme, tel que le rapporte Charon et Grèzes^{41/}. Jean-Pierre Watel résume la situation en ces termes: « Les bailleurs sociaux ont joué le jeu parce qu'il y avait des crédits privilégiés pour ceux qui s'engageraient avec nous dans cette voie, on appelait cela des guichets à l'époque. Et les gens se sont précipités au guichet! »^{42/}

Absence d'expertise et d'évaluation technique

Par ailleurs, le rôle du CSTB demeure flou. Bien que cité quelques fois par Charon et Grèzes comme conseil des REX, les architectes concernés n'ont pas la mémoire de cet appui. Interrogé à ce sujet, Alain Maugard^{43/}, ancien directeur du CSTB, élude lui aussi la question. Aussi, quel qu'ait été le rôle du CSTB dans les opérations REX, il ne semble pas avoir été un acteur significatif de ces expérimentations constructives. De même, il n'existe nulle trace ni mémoire que les REX aient été organisées avec le concours du CTB (Centre Technique du Bois), lequel aurait pu alimenter ces opérations d'une expertise technique précieuse.

En matière d'évaluation de l'expérimentation, nous devons nous contenter de commentaires en demi-teinte fondés sur la restitution par les architectes de leurs propres opérations^{44/}, sans analyse comparative entre elles. Il n'est pas fait mention des résultats obtenus au regard des objectifs énergétiques du programme H2E85 qui préfiguraient pourtant nos enjeux contemporains.

Villaboïs: une opération de démonstration ?

Il est important de mentionner un dernier jalon de cette renaissance de l'architecture de bois: le salon Bâtibois international, organisé à Bordeaux en 1984 et destiné à promouvoir la filière bois régionale. Il présente un village-témoin baptisé « Villaboïs », constitué de 116 maisons bois réparties en sept îlots sous forme de maisons en bande et semi-collectifs dans l'esprit du nouvel urbanisme suburbain de l'époque. Ce village a donné lieu à un concours réunissant des équipes composées d'architectes et d'entreprises, organisé sous l'égide de la région Aquitaine, de la Chambre de commerce et d'industrie de Bordeaux et de la Caisse des dépôts et consignation, afin de

Illustration 40
*Villaboïs, salon Bâtiboïs
 international, Bordeaux,
 1984 (© archives
 de Jean-Pierre Watel).*

promouvoir la filière bois landaise pour la construction de maisons à ossature bois. Coordinateurs de Villaboïs, les architectes Pierre Lajus et Roland Schweitzer ont en charge le plan masse et sont membres du jury. Parmi la centaine d'équipes candidates, vingt-huit sont retenues pour concourir dont huit équipes internationales représentant les pays à forte tradition constructive en bois (Suède, Norvège, Danemark, Finlande et Canada), douze équipes nationales et huit équipes régionales. On peut regretter qu'aucune équipe internationale ne figure parmi les sept lauréats, composés de quatre équipes nationales (dont Jean-Pierre Watel et Christian Gimonet) et trois équipes régionales. La documentation⁴⁵/ disponible sur cette opération démonstrative indique trois éléments. Le premier est que la renaissance de la construction en bois en France s'est bien opérée très majoritairement à partir du transfert de la technologie de l'ossature légère d'origine nord-américaine, au détriment des autres options possibles comme la construction en bois empilé des pays nordiques, la construction poteaux-poutres et remplissage léger de la tradition japonaise ou le pan de bois à remplissage maçonné d'Europe continentale. Le second est, qu'à la différence de la tradition nord-américaine de construction sur le chantier à partir d'une matière première seulement équarrie aux bonnes sections, toutes les maisons de Villaboïs présentent une part importante de préfabrication par panneaux semi-finis, soit de dimensions maximales selon les conditions de transport et levage, soit au contraire en panneaux de 120 cm de large, manuyportables. De même, les charpentes de fermettes industrialisées se généralisent. La troisième information est que les réalisations sont d'une très grande banalité architecturale, voire d'une certaine pauvreté, très loin de l'enthousiasme que pouvaient susciter les œuvres présentées à l'exposition « Maisons de bois » quatre ans auparavant.

Sous la pression des conditions économiques du logement social, les imaginaires architecturaux généreux disparaissent dans l'âpreté du dépouillement économique. À tel point que ni Jean-Pierre Watel (ill. 40), ni Christian Gimonet n'ont communiqué sur cette opération. Villaboïs ne fait pas partie de leurs portfolios et tous deux se sont montrés très peu diserts à ce sujet lors de nos entretiens. Nous savons simplement que le mode constructif employé par Jean-Pierre Watel était très proche de celui développé pour La Borne de l'Espoir, diversité des habillages et préfiguration des composants industriels en moins.



Ce projet a été construit à partir de panneaux préfabriqués de murs à ossature bois légère de 1m20 de largeur semi-finis et de fermettes industrielles pour les combles. Jean-Pierre Watel explique aujourd'hui l'échec de cette opération par la trop forte exigence économique de la commande. Cet objectif a eu, selon lui, pour conséquence de brader les qualités techniques et architecturales des produits proposés. L'opération censée être un démonstrateur s'est avérée contre-productive pour la filière.

Pour terminer, il faut signaler que Jean-Pierre Watel n'a plus construit en bois après 1984, tout comme Pierre Lajus et Christian Gimonet. Roland Schweitzer aura encore la chance de gagner, en 1985, le concours pour le siège de la Direction régionale de l'agriculture et de la forêt à Châlons-en-Champagne⁴⁶/. Mais, la même année, il échoue à réaliser un projet de 62 logements à Liverdun⁴⁷/ conçu à partir de modules bois tridimensionnels industrialisés. En conséquence, l'ensemble de leurs recherches et engagements personnels pour maîtriser les technologies de la construction bois peuvent être considérés comme des investissements à perte, avec de graves conséquences financières pour certains d'entre eux.

40

Les entreprises engagées très tôt dans ce travail d'industrialisation du mode constructif s'en sont sans doute mieux sorties. Les principales d'entre elles, à l'origine de la réflexion sur l'industrialisation du procédé dès la fin des années 1960, régulièrement citées lors de notre enquête, comme Coquart, Cruard, Cuiller, Houot, ou Longépé sont parvenues à traverser la crise du milieu des années 1980. Elles existent encore aujourd'hui et sont bien placées sur un marché désormais plus favorable à la filière bois, grâce à ses atouts thermiques et écologiques.

Une banalisation de la maison en bois ?

En 1986, le ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports publie un ouvrage promotionnel, *Habiter le bois*⁴⁸/, dont l'introduction du ministre Pierre Méhaignerie fait état de la grande réussite du développement des modes constructifs en bois, affichant 10 000 logements construits en trois ans. Un chiffre qui dépasse largement l'objectif fixé de 6 000 unités, preuve de la vitalité de la nouvelle filière, fruit d'un protocole signé entre l'État, les maîtres d'ouvrages sociaux et les professionnels du secteur. Robert Lourdin signale que ces chiffres sont sujets à caution et relèvent plutôt

de la manipulation promotionnelle car ils intègrent selon lui la production de résidences secondaires de type chalets et bungalows, mais témoignent tout de même de la banalisation de la maison à ossature bois légère dans les pratiques constructives ^{49/}.

L'ouvrage s'ouvre sur la présentation par Roland Schweitzer de la construction en bois dans l'histoire. Il se poursuit par un retour sur les sept REX réalisées entre 1978 et 1983, avant de présenter une soixantaine de réalisations de petits collectifs de logements sociaux en bois livrés de 1984 à 1986. Cet ouvrage nous laisse penser que la « solution bois » s'est banalisée et a atteint sa vitesse de croisière. Mais il ne peut pas encore expliquer la crise des dix années qui suivent la période de soutien financier à la filière naissante sous forme de subventions publiques, avant que la prise de conscience des questions écologiques et des enjeux énergétiques contemporains n'offre un second souffle à la filière bois. Deux explications sont avancées, l'une économique, l'autre technique. Jean-Pierre Watel explique que la filière bois n'a pas trouvé son modèle économique hors subventions ^{50/}. Roland Schweitzer avance quant à lui l'hypothèse ^{51/}, confirmée par le CNDB ^{52/}, que le développement de la construction bois dans les années 1980, sous des politiques publiques incitatives, a eu lieu précipitamment, avec des acteurs plus motivés par l'effet d'aubaine des subventions que par la mise au point du mode constructif, et avec des entreprises d'exécution nouvelles attirées par sa technologie apparemment simple mais maîtrisant mal sa grande exigence constructive. La conséquence semble avoir été la multiplication des sinistres ^{53/} et des faillites d'entreprises qui ont compromis la crédibilité d'une filière naissante victime de sa croissance subventionnée. Jean-Pierre Watel redoutait de manière prémonitoire à peu près la même chose lorsqu'en 1983 il expliquait dans *Le Moniteur*: « Si les maîtres d'ouvrage, les industriels, les entrepreneurs, les architectes et les bureaux d'études se lancent à corps perdu dans le bois, on risque de faire d'énormes bêtises. Un démarrage trop rapide pourrait être néfaste à l'ossature bois car c'est une technique à laquelle il faut être formé. ^{54/} »

Capitalisation de la connaissance

Cette période pionnière, temps des prototypes et de l'expérimentation, interroge donc aussi l'état de l'art ou le socle de connaissances sur lequel elle s'est fondée. Le premier ouvrage de diffusion de la

connaissance en matière de construction bois à ossature légère est *Holzhausbau: Technik und Gestaltung*⁵⁵/ de Konrad Wachsmann, édité en 1930. Il posait déjà toutes les bases de la construction bois à ossature légère industrialisée, mais l'ouvrage n'a jamais été traduit en français, pas plus que *Wedenpunkt im bauen*⁵⁶/ du même auteur publié en 1959, qui présentait en détail le process industriel de la Packaged House.

En 1977, la Librairie du compagnonnage édite *l'Encyclopédie des métiers de la charpente et de la construction en bois*⁵⁷/. Cet ouvrage en dix tomes est extraordinaire de précision et d'exhaustivité. Il aborde tous les aspects techniques de l'ossature bois légère, mais aussi de son caractère industrialisable (tome 6), de sa rapidité de mise en œuvre et de ses atouts en matière de performance thermique. Les éditions successives renforceront la connaissance des comportements thermiques de ce mode constructif, notant les défauts de la thermique d'été, les problèmes de perméance à la vapeur d'eau et d'étanchéité à l'air, dès l'édition de 1989. Les auteurs regrettent toutefois le désintérêt des compagnons charpentiers à l'égard de cette technologie pourtant jugée très pertinente pour aborder le marché de la maison individuelle. L'ouvrage souligne en effet qu'en 1950, 60% des maisons américaines, 70% des maisons japonaises et 77% des maisons finlandaises sont réalisées sur la base de ce mode constructif.

On peut émettre l'hypothèse que la cible corporatiste de l'ouvrage, son format et son prix n'ont pas permis sa diffusion aisée. Mais force est de constater qu'à partir de 1977, la connaissance technique de la construction bois à ossature légère est capitalisée, en langue française. En 1978 paraît en Suisse et en langue allemande *Holzbau Atlas*⁵⁸/ de l'ingénieur Julius Naterrer et les éditions du Moniteur diffusent un guide pratique⁵⁹/ pour la bonne conception des constructions à ossature bois légère. Les deux ouvrages synthétisent les connaissances évoquées plus haut.

Pourtant, et aussi incroyable que cela puisse paraître, les acteurs de l'époque rapportent leur désarroi devant une connaissance technique inexistante qu'ils expliquent s'être constituée empiriquement, projet après projet, en dialoguant avec les entreprises à partir de l'observation de modèles et par des voyages d'études en Amérique du Nord, en Scandinavie et au Japon, voyages auxquels participaient architectes, maîtres d'ouvrages et entrepreneurs⁶⁰/.

Dans le domaine de l'enseignement, Julius Natterer développe la construction bois à l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) à partir de 1978 et Roland Schweitzer crée le Certificat d'études approfondies en architecture (CEAA) « Le bois dans l'architecture » à l'école d'architecture de Paris-Tolbiac en 1984. Le second rejoindra d'ailleurs le premier à l'EPFL (IBOIS) en 1988. Ces deux expériences d'enseignement dédiées à l'architecture en bois inaugurent la diffusion de ces connaissances dans les écoles d'architecture.

C'est seulement en 1994 que la filière bois française s'organise pour diffuser les connaissances techniques de manière régulière, organisée, « visible » et adaptée à la bonne formation des architectes. Le CNDB édite, entre 1994 et 2000, la revue *Détails Bois*, recueil bimensuel des bonnes pratiques constructives en bois à destination des concepteurs, suivie à partir de 1995 de la parution de *Séquences Bois*, revue d'architecture dirigée par Jean-Michel Hoyet, alors rédacteur en chef de la revue *Techniques et architecture* et qui s'attache à accompagner chaque projet présenté de ses principaux détails d'exécution. À la même période, le CNDB met en place des programmes de formation professionnelle à destination des acteurs de la construction bois – entrepreneurs, concepteurs et enseignants –, pour pallier leurs lacunes techniques.

Ces constats apportent la preuve qu'il ne suffit pas qu'une connaissance soit capitalisée pour qu'elle soit opératoire. Encore faut-il que son mode de diffusion soit adapté au public concerné, qu'il s'agisse des formations initiales, de la formation continue ou de l'autoformation.

Une démarche d'entrepreneurs plus que de scientifiques

On peut voir la démarche de ces jeunes architectes pionniers de l'architecture de bois comme celle d'entrepreneurs innovants au sens où l'entendait l'économiste Joseph Schumpeter. En entrant sur un marché détenu par les architectes de la génération précédente, ils devaient trouver le moyen de proposer une production innovante dont l'attractivité leur permettrait d'acquérir des parts d'affaires. Remettre au goût du jour l'architecture de bois délaissée pendant quasiment toute l'aventure de la modernité était un pari pertinent dans un monde marqué par le développement des infrastructures et le brutalisme architectural des grands ensembles. À n'en pas douter, renouer avec un matériau naturel était l'occasion d'envisager autrement notre rapport

à l'environnement quand, dans le même temps, commençaient à émerger les premières consciences écologistes critiques^{61/}. D'autre part, les voyages de Jean-Pierre Watel aux États-Unis lui avaient laissé penser que les coûts de la construction observés outre-Atlantique étaient moins chers qu'en France, offrant l'opportunité de proposer une architecture nouvelle, attractive et plus économique. Cette hypothèse nécessitait de s'approprier une technologie de construction qui n'était pas pratiquée en France, pour laquelle les entreprises n'étaient pas formées et l'ingénierie quasiment inexistante. Aussi fallait-il se mettre les mains dans le cambouis, expérimenter cette technologie, d'abord dans le sens le plus trivial du verbe : *faire l'expérience de*, mais pas seulement. En effet la constance du travail de Jean-Pierre Watel présentait les caractéristiques d'un développement expérimental tel qu'on pourrait le concevoir dans le domaine industriel, à ceci près qu'il était fragmenté de projet en projet et ne se dotait pas de moyens d'évaluation ; c'est le marché qui s'en chargera.

L'architecture comme milieu d'expérimentation des innovations techniques

44

Les premiers projets de Jean-Pierre Watel, de la maison de la foire de Lille en 1964 à la maison à Linselles en 1978, sont réalisés dans des conditions isolées, en fonction des opportunités de la commande. Cette situation excuse l'absence d'élaboration d'une méthodologie d'expérimentation sur le long terme, laissant une grande place à la sérendipité. « Ce que je fais m'apprend ce que je cherche » disait Pierre Soulages. Face au transfert de technologie, à l'arrivée d'innovations constructives, l'architecture se présente comme un milieu d'expérimentation des innovations techniques. Selon la réflexion de Michel Callon et Bruno Latour pour lesquels « adopter une innovation c'est l'adapter »^{62/}, nous constatons que Jean-Pierre Watel a œuvré à transformer une technologie artisanale nord-américaine en une technologie industrialisée pour pallier l'absence de savoir-faire artisanaux en France. Sa manière d'analyser ce système constructif l'a conduit à construire sa métaphore de l'ossature porte-manteau en cohérence avec l'industrialisation ouverte et sa politique des composants et aussi sans doute avec l'exigence postmoderne de « diversité » architecturale comme en témoignent les multiples traitements de façade du projet de la Borne de l'Espoir. Double adaptation donc, aux conditions de

production et aux attentes architecturales de l'époque. Toutefois, Jean-Pierre Watel n'a jamais relié explicitement sa métaphore de l'ossature « porte-manteau » aux performances thermiques de l'édifice, preuve que la sérendipité ne mène pas toujours droit au but.

Ce travail de développement expérimental l'a aussi conduit à reconsidérer le rôle de l'architecte en l'absence de partenaires techniques qualifiés au-delà d'une poignée d'entreprises et d'ingénieurs. La situation nécessitait l'intégration des compétences pour maîtriser une technologie nouvelle et des modalités d'exécution innovantes. Cette réflexivité sur le rôle de l'architecte l'a même conduit un temps au-delà des limites de l'exercice libéral en établissant des partenariats avec des industriels, ELCOHA puis les Briqueteries du Nord, partageant avec eux l'invention technique et les brevets qui la protègent.

L'occasion manquée des REX

En débutant cette étude nous espérions trouver dans les REX organisées par le Plan Construction un cadre théorique et méthodologique à l'expérimentation et nous pensions que le nombre d'opérations engagées simultanément aurait permis d'en établir une évaluation. Pourtant, malgré son cadre institutionnel, sa capacité de formulation théorique et le réseau d'expertise qu'il aurait pu mobiliser, le Plan Construction n'offre pas l'occasion de comprendre l'expérimentation autrement que dans sa définition minimale : « faire l'expérience de ». Il disposait pourtant des moyens d'engager une réflexion théorique sur la relation entre fabrique de l'architecture et développement expérimental dans les milieux industriels.

Mais ces opérations n'ont pas surmonté les difficultés méthodologiques liées à la multiplicité des acteurs. Elles réunissaient, par opportunisme, de multiples acteurs dont les intérêts à court terme ne les motivaient pas nécessairement pour s'impliquer dans une logique de développement expérimental. On y trouvait des maîtres d'ouvrage qui souhaitaient d'abord « sortir » leurs opérations dans le respect des coûts et des délais, des entreprises cherchant à dégager la meilleure marge bénéficiaire sur des opérations dont elles ne savaient pas si elles seraient reproductibles et des architectes désirant faire œuvre, chacun d'entre eux ne maîtrisant qu'un maillon de la chaîne de l'invention. Les opérations REX ont été organisées sur un mode séquentiel qui escomptait que la modification d'une séquence – la conception

architecturale – parviendrait à elle seule à modifier l'ensemble des termes de la chaîne.

Seules quelques incitations financières laissaient espérer l'investissement cohérent des uns et des autres. La pertinence d'une organisation séquentielle des tâches entre les acteurs ne semble pas avoir été interrogée, pas plus que n'ont été envisagés des modes collaboratifs innovants comme ceux que Jean-Pierre Watel a expérimentés avec ELCOHA et les Briqueteries du Nord ou SCLS avec l'Entreprise Guirmand. La volonté de développer de tels modes collaboratifs fut d'ailleurs à l'origine de la formation, en 1983, du groupe AVEC, collectif informel d'architectes soucieux d'imaginer d'autres organisations de la maîtrise d'œuvre partagées, plus ouvertes vers les bureaux d'études, les entreprises et les industriels. Ce groupe d'initiative privée réunissait notamment tous les acteurs des REX-bois⁶³/. Il ne semble pas que les réflexions menées par ce groupe aient trouvé un relais auprès du Plan Construction.

Une seconde difficulté méthodologique propre à la fabrique de l'architecture porte sur le caractère singulier des expériences fragmentées de projet en projet, situations à chaque fois différentes, comme autant d'expériences à n-1 qui ne favorisent ni la comparaison entre les résultats « à toutes choses égales par ailleurs », ni l'évaluation statistique. Là non plus les opérations REX ne proposent pas de protocoles communs convaincants susceptibles de produire des résultats évaluable. Ces opérations n'ont d'ailleurs pas fait l'objet d'évaluation au sens scientifique du terme mais plutôt de simples « bilans »⁶⁴/.

Une troisième difficulté méthodologique porte sur le socle de connaissances en matière de construction à ossature bois légère, nécessaire aux acteurs. Nous avons montré que ce socle existait, et que la connaissance nécessaire était capitalisée en langue française dès 1977. Pourtant les sept opérations REX-bois sont lancées sans qu'un état de l'art soit constitué et partagé par tous, laissant chacun à l'analyse de ses références architecturales et à ses voyages d'études.

Mais sans doute les objectifs du Plan Construction étaient plus de faire la « révolution » des conditions de production avec l'industrialisation ouverte dans un esprit d'économie administrée, plutôt que d'acquérir, capitaliser et développer la technologie de la construction à ossature bois légère. L'ensemble du corpus documentaire en notre possession montre que le rapport qu'entretenaient unanimement les

acteurs des REX avec le concept d'industrialisation relève de la foi et n'est jamais remis en question, sinon à demi-mots dans les bilans de 1983. À propos des méthodes artisanales qui prévalaient outre-Atlantique, Christian Gimonet s'interrogeait : « Aux États-Unis et au Canada, on voit une main d'œuvre très responsabilisée par de meilleures conditions de travail, ayant une productivité bien supérieure à la nôtre, avec des moyens beaucoup plus souples.⁶⁵ » Par ailleurs, les échecs industriels de la General Panels Corporation de Konrad Wachsmann, des maisons de Jean Prouvé ou de la maison Moduli en Finlande, alors que ces entreprises bénéficiaient pourtant d'une période de forte croissance économique, auraient mérité d'être relevés et analysés pour en déterminer les raisons. Mais l'idée que l'industrialisation est la solution, qu'elle augmentera la qualité des constructions en même temps qu'elle en fera baisser les coûts n'était alors pas seulement une hypothèse mais un postulat. L'unique questionnement portait sur la forme que devait prendre cette industrialisation. Cette conviction a orienté l'ensemble des efforts des participants sur des enjeux de conditions de production en confondant d'ailleurs régulièrement les termes de préfabrication et d'industrialisation.

Les politiques publiques censées soutenir le développement d'une filière bois se sont avérées largement contreproductives, en ne voyant en elle qu'une opportunité immédiate pour baisser les coûts de construction du logement social. Elles ont raté au passage le grand enjeu de la thermique des constructions au sortir des deux chocs pétroliers, en délaissant les objectifs pourtant pertinents du programme H2E85, pour lesquels le bois s'avérait être un matériau très avantageux et le principe d'ossature « porte-manteau » de Watel, un modèle adéquat.

Nous pourrions toutefois nous dire que ce n'est « pas si grave » d'avoir perdu un peu de temps, que la filière a appris de ses erreurs et a fini par corriger le tir, même si ce travail d'appropriation du mode constructif aurait pu se réaliser dans des délais beaucoup plus courts s'il avait été formulé méthodologiquement, et qu'une évaluation avait permis d'en identifier explicitement les avantages et les difficultés à surmonter. Mais cette perte de temps fut peut-être catastrophique pour l'innovation dans la filière bois en France. Edgar Morin faisait remarquer qu'une société qui n'expérimente pas n'innove pas et que cette absence d'innovation l'oblige à importer des modèles. Et en effet,

les innovations sur lesquelles se fonde la construction bois éco-ver-
tueuse contemporaine sont des transferts de modèles d'Allemagne, de
Suisse et d'Autriche, alors que l'architecture moderne en bois y renaît
à la même période qu'en France.

La relecture de l'ouvrage de Dominique Gauzin-Müller, *L'architecture
écologique du Vorarlberg*⁶⁶, nous montre pour l'exemple la continuité
du développement de l'architecture de bois en Autriche. Pourtant,
depuis l'après-guerre, la filière bois locale, artisanale et ancestrale a
été elle aussi confrontée au succès de la filière du béton armé. Afin de
trouver de nouveaux débouchés, la filière bois s'est saisie des enjeux
énergétiques émergents au milieu des années 1970. Ils l'ont conduite,
pas à pas, depuis les premières maisons dites à « 5 litres de fuel », jusqu'à
la Passivhaus contemporaine. Ce développement d'une filière bois de
sa propre initiative et dont l'industrialisation n'a jamais dévalorisé les
savoir-faire du charpentier a permis, en trente ans, de constituer un
secteur économique florissant dont la production architecturale est
unaniment saluée.

La comparaison avec la situation française est intéressante et nous
invite à militer pour la promotion d'une véritable culture du dévelop-
pement expérimental en architecture, à l'échelle de l'édifice, partagée
par tous les acteurs de l'acte de bâtir, et dont il convient désormais
de rechercher les modalités adaptées à la situation complexe de
l'architecture.

48

Esquisse d'un développement technique expérimental en architecture

Même si les conditions du développement expérimental de Jean-
Pierre Watel étaient éloignées des canons méthodologiques du terme,
l'observation détaillée que nous avons pu en faire indique bien une
démarche caractérisée par une hypothèse de départ – fut-elle fautive –,
suivie d'expériences successives visant à l'explorer. Mais ce dévelop-
pement opère plus dans une logique d'entrepreneur que dans une
logique scientifique. Dans ce contexte, nous pourrions dire que la
connaissance ne pouvait se constituer que lentement, par sédimenta-
tion des itérations successives. Pourtant, cette notion d'expérimenta-
tion technique en architecture n'est pas si spécifique et si particulière
qu'elle justifierait une « exception culturelle » rendant toute démarche
scientifique impropre, au motif de sa complexité.

La critique que nous formulons sur les opérations REX est en fait très proche de celle que formule aujourd'hui Esther Duflo sur l'expérimentation des politiques publiques en matière de lutte contre la pauvreté⁶⁷. Elle montre que ces politiques publiques aux objectifs souvent très ambitieux ne sont pas évaluées, soit parce qu'elles ne sont pas évaluables, soit parce que leurs promoteurs, motivés par des fins électoralistes, préfèrent communiquer sur leur actions plutôt que les évaluer au risque de devoir reconnaître leur échec. De même, les associations ou les ONG chargées de mettre en œuvre les programmes et qui vivent de subventions n'y ont pas plus intérêt, pour les mêmes raisons. Citant Franklin Roosevelt à propos de sa politique du New Deal, elle met en exergue le fait que la difficulté d'évaluer ne fait qu'ajouter à la nécessité d'expérimenter : « *the country demands, bold, persistent, experimentation. It is common sense to take a method and try it: if it fails, admit it frankly and try another. But above all try something.* »⁶⁸ / » Soulignant l'importance de « *if it fails, admit it frankly* », elle revendique le transfert de méthodes des essais cliniques tels qu'ils se pratiquent en médecine dans le domaine de l'action publique, pour multiplier des expérimentations aux ambitions circonscrites à un seul sujet, dont les attendus sont explicites et les résultats évaluables et comparables.

Par analogie les REX auraient pu poser les bases d'un cadre méthodologique pour de vraies expérimentations, évaluables « à toute chose égale par ailleurs » comme : a - une analyse comparative entre constructions sur site ou systèmes de préfabrication en termes d'économie et de délais ; b - une analyse des conditions techniques, avantages et inconvénients des différents modes constructifs en bois (ossature légère, poteau-poutre, bois massif) ; c - une étude comparative sur les performances thermiques des différentes filières de la construction ; d - une évaluation à l'échelle de l'édifice de la qualité des solutions constructives proposées. Au lieu de cela, l'investissement de toutes les énergies dans l'industrialisation ouverte et ses objectifs économiques tendus a détourné les acteurs d'un travail opiniâtre (mais évaluable) d'appropriation du mode constructif, de reconnaissance de ses atouts comme de ses limites. L'absence d'évaluation n'a jamais permis d'admettre franchement ce que Jean-Pierre Watel semble avoir compris assez vite, à savoir que compte tenu des conditions de production en France, construire en bois est plus cher que construire en maçonnerie. L'obstination dans le développement d'un mode constructif « pas cher »

n'a pas permis d'explorer ses atouts thermiques et d'envisager son surcoût initial comme un investissement sur les coûts d'exploitation dans une logique d'économie globale.

Par ailleurs, si les architectes ont bien identifié et étudié leurs références architecturales, leur rapport à la technique ne suit pas la même exigence. Ils ne se sont pas appuyés sur les connaissances en matière de construction industrielle en bois élaborées avant eux, notamment par Wachsmann ou Prouvé, mais ils ont tenté de réinventer, avec l'aide d'entrepreneurs, les technologies de construction à l'origine de leurs références architecturales, par imitation de modèles. Tout se passe comme si on repartait de zéro en 1970. Ce constat interroge le rapport que les architectes entretiennent avec leur formation technique et leur culture du développement expérimental sur le long terme. Il questionne le rôle de l'université et spécialement des écoles d'architecture dans la constitution et la diffusion de cette connaissance, dans leur capacité à participer à des programmes de R&D, au moins dans leurs volets « évaluation » et « capitalisation des connaissances », comme le préfigurait le travail de Bignon et Lausecker en 1983.

La technique n'est pas immanente et les sciences de l'ingénieur, divisées en disciplines, sont parcellisées. D'autre part, l'histoire des techniques nous apprend que ces sciences sont toujours des conceptualisations et des normalisations de procédés techniques inventés *ad hoc* dans l'expérimentation, et notre étude de cas n'y déroge pas. C'est après coup qu'apparaissent des boucles de rétroaction positive permettant à la connaissance scientifique d'améliorer les techniques. En architecture, seule l'expérimentation en situation de projet permet d'appréhender la complexité technique de l'édifice, d'adapter et d'évaluer les innovations, d'interroger les compatibilités et les synergies entre des éléments de natures diverses. Mais la formulation théorique de l'expérimentation technique en architecture reste à construire.

BIBLIOGRAPHIE

Publications monographiques

- Nicole Gauzit, Philippe Jean, Jean-Paul Pigeat, Roland Schweitzer, *Maisons de bois*, catalogue de l'exposition, Paris, Centre Georges Pompidou/CCI, 1979.
- Dominique Gauzin-Müller (dir.), *Habiter écologique: quelles architectures pour une ville durable?*, catalogue de l'exposition éponyme, Paris, Cité de l'architecture et du patrimoine, Arles, Actes Sud, 2009.

- Dominique Gauzin-Müller, *L'architecture écologique du Vorarlberg*, Paris, Éditions du Moniteur, 2009.
- Michel Jacques et Annette Nève (dir.), *Salier, Courtois, Lajus, Sadirac, Fouquet : atelier d'architecture Bordeaux 1950-1970*, catalogue de l'exposition éponyme, Bordeaux, Arc-en-Rêve centre d'architecture, 1995.
- Armelle Lavalou, *Jean Prouvé par lui-même*, Paris, Éditions du Linteau, 2001.
- Roland Schweitzer (dir.), *Habiter le bois*, Paris, Ministère de L'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports, CSTB, 1986.
- *Roland Schweitzer, un parcours d'architecte*, préface de François Chaslin, postface d'Albert Dubler, Paris, Éditions arsign, 2014.
- *Architecture à vivre*, hors série « Maisons bois », décembre 2007.
- *Textes et iconographie de la conférence de Jean-Pierre Watel du 10 avril 2007*, Darnetal, Ensa Normandie, 2007.

Publications scientifiques

- Stéphane Berthier, « Timber in the building of Jean Prouvé : an industrial material », *Journal of Construction History Society*, Cambridge, vol. 30-2, octobre 2015.
- Jean-Pierre Epron, *Conception architecturale et industrialisation*, Nantes, Rapport final de recherche CEMPA, contrat CORDA, 1972.
- Esther Duflo, *Expérience, science et lutte contre la pauvreté*, Paris, Fayard, coll. Leçons inaugurales du Collège de France, 2009.
- André Guillerme, Hélène Vacher, Kinda Fares, « Le front de l'industrialisation de la construction 1915-1920 », *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, n° 28, septembre 2013.
- Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *Industrialisation ouverte, recherche et expérimentation 1971-1983*, Paris, Ministère de l'Urbanisme et du Logement, Plan construction & habitat, coll. Bilan thématique / Imp. centrale commerciale, 1983.
- Bernard Hamburger *et alii*, *Dimensionnement*, Paris, CERA, contrat de recherche CORDA, 1978.

Travaux universitaires

- Alix Crouzet, *Les maisons à ossature bois, deux exemples de réalisations en Aquitaine : La villa Morton et Villabois*, Maîtrise d'histoire de l'art sous la direction de Marc Saboya, Université Montaigne, Bordeaux III, 2004.
- Alexandra Lambert, *L'architecture bois en France, de la décadence au renouveau*, Mémoire de master sous la direction de Jean-Claude Bignon, ENSTIB / ENSAS, Strasbourg, 2008.

Publications techniques

- Jean-Claude Bignon, François Lausecker, *La maison à ossature bois, fichier synoptique d'opérations*, Nancy, École d'architecture de Nancy, Département construction, 1983.
- Nadia Hoyet, Marie-Christine Loriers-Augeard, *et alii*, *Concevoir avec des composants : la pratique architecturale et les conventions de coordination dimensionnelle ACC*, Éditions Régirex, 1981.

- Collectif, *Encyclopédie des Métiers: La charpente et la construction en bois*, Paris, Éd. Librairie du compagnonnage, 1977.
- Coll., « Conventions de coordination dimensionnelle », *Courrier de la Normalisation*, XI-XII, n° 263, 1978.
- Julius Natterer (dir.), *Holzbau Atlas*, München, Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH, 1978, traduit en français sous le titre *Construire en bois*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1987.
- Klaus Pracht, *Holzbau-Systeme*, Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, 1978, traduit en français sous le titre *Les systèmes constructifs en bois*, Paris, Éditions du Moniteur, 1978.
- Konrad Wachsmann, *Holzhausbau: Technik und Gestaltung*, Berlin, Wasmuth Verlag AG, 1930, réédité en langue allemande en 1980 par The Estate of Konrad Wachsmann et en 1995 en langue anglaise.
- Konrad Wachsmann, *Wedenpunkt im Bauen*, Wiesbaden, Krausskopf-Verlag, 1959.

Revue

- *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 11, novembre 1938 : « Le bois et ses nouvelles applications dans la construction ».
- *Techniques et architecture*, n° 7-8, juillet/août 1942 : thématique « Le bois I ».
- *Techniques et architecture*, n° 9-10, septembre/octobre 1942 : thématique « Le bois II ».
- *Techniques et architecture*, n° 327, novembre 1979 : « Industrialisation ouverte 1 : Principes et expérimentations ».
- *Techniques et architecture*, n° 328, janvier 1980 : « Industrialisation ouverte 2 : Systèmes constructifs et composants ».
- *Techniques et architecture*, n° 347, mai 1983 : « Le bois dans l'habitat, traditions ou ruptures ? ».
- *Techniques et architecture*, n° 365, avril-mai 1986 : thématique « Architectures de bois ».
- *Techniques et architecture*, n° 404, octobre-novembre 1992 : thématique « Architectures de bois ».
- *Le Moniteur*, 10 septembre 1982 : dossier « Les filières de la construction face à la nouvelle industrialisation ».
- *Le Moniteur*, 13 mai 1983 : « Construire avec le bois, deux expériences d'architectes : Christian Gimonet à Bourges et Jean-Pierre Watel à Lille », p. 54-58.
- *Recherche et architecture*, n° 40, 1983 : « La Borne de l'Espoir, habitations individuelles à Villeneuve d'Ascq par Jean-Pierre Watel », p. 3-8.

Entretiens

- Stéphane Berthier, Entretien avec Roland Schweitzer, 10 février 2011.
- Stéphane Berthier, Entretien avec Pierre Lajus, 15 février 2011.
- Stéphane Berthier, Entretien avec Jean-Pierre Watel, 28 février 2011.
- Stéphane Berthier, Entretien avec Christian Gimonet, 2 mars 2011.
- Stéphane Berthier, Entretien avec Robert Lourdin, 7 juillet 2011.
- Stéphane Berthier, Entretien avec Amélie Denis-Cuiller, 15 juin 2012.

- Stéphane Berthier, Entretien avec Alain Maugard, 7 octobre 2015.
- Stéphane Berthier, Entretien avec Jean-Pierre Watel, 9 novembre 2015.

- 1/ Bjorn Ericsson, « Le développement de la maison à ossature bois : un phénomène européen », *Techniques et architecture*, n° 347, mai 1983, p. 130-132.
- 2/ Voir bibliographie ci-dessus.
- 3/ André Guillerme, Hélène Vacher, Kinda Fares, « Le front de l'industrialisation de la construction 1915-1920 », *Les Cahiers de la recherche architecturale et urbaine*, n° 28, septembre 2013 ; « Le bois et ses nouvelles applications dans la construction », *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 11, novembre 1938 ; *Techniques et architecture*, n° 7-8, juillet/août, n° 9-10, septembre/octobre 1942 : deux numéros spéciaux consacrés au matériau bois, à sa modernisation et son industrialisation.
- 4/ Stéphane Berthier, « Timber in the building of Jean Prouvé : an industrial material », *Journal of Construction History Society*, Cambridge, vol. 30-2, octobre 2015.
- 5/ Schweitzer Roland, Centre de vacances pour préadolescents, Cieux (Haute Vienne), 1967-1973.
- 6/ Schweitzer Roland, Centre international du Moulin Blanc – Pavillon de direction, Brest (Finistère), 1984.
- 7/ Gimonet Christian, Les Pyramides d'Oizon, 8 logements locatifs pour l'OPHLM du Cher.
- 8/ Gimonet Christian, lotissement expérimental de Dampierre-en-Crot, 4 logements locatifs pour l'OPHLM du Cher.
- 9/ Stéphane Berthier, Entretien avec Jean-Pierre Watel, 9 novembre 2015.
- 10/ « Jean-Pierre Watel : de ses premières maisons à la maison européenne et à Village Expo », *L'Architecture d'aujourd'hui*, n° 136, 1968, p. XLVI.
- 11/ Jean-Pierre Watel, « L'ossature bois, deux décennies d'expérimentations », *Techniques et architecture*, n° 332, 1978.
- 12/ Michel Jacques et Annette Nève (dir.), *Salier, Courtois, Lajus, Sadirac, Fouquet : atelier d'architecture Bordeaux 1950-70*, catalogue de l'exposition éponyme, Bordeaux, Arc-en-Rêve centre d'architecture, 1995 ; « Pierre Lajus, parcours d'un pionnier », *Architecture à vivre*, hors série « Maisons bois », décembre 2007.
- 13/ Roland Schweitzer, *un parcours d'architecte*, préface de François Chaslin, postface d'Albert Dubler, Paris, Éditions arsign, 2014.
- 14/ Nicole Gauzit, Philippe Jean, Jean-Paul Pigeat, Roland Schweitzer, *Maisons de bois*, catalogue de l'exposition, Centre Georges Pompidou/CCL, 1979.
- 15/ Jean-Pierre Watel, « L'ossature bois, deux décennies d'expérimentations », *op. cit.*
- 16/ Stéphane Berthier, Entretien avec Jean-Pierre Watel, 9 novembre 2015.
- 17/ Stéphane Berthier, Entretien avec Pierre Lajus, 15 février 2011.
- 18/ Nicole Gauzit *et al.*, *op. cit.*
- 19/ *Ibid.*
- 20/ *Ibid.*
- 21/ Konrad Wachsmann, *Wedenpunkt im Bauen, Wiesbaden*, Krausskopf-Verlag, 1959.
- 22/ Roland Schweitzer, « Construire en bois, variations sur le système poteau-poutre », *Techniques et architecture*, n° 365, 1986.
- 23/ Stéphane Berthier, Entretien avec Roland Schweitzer, 10 février 2011.
- 24/ Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *Industrialisation ouverte, recherche et expérimentation 1971-1983*, Paris, Ministère de l'Urbanisme et du Logement, Plan construction & habitat, coll. Bilan thématique / Imp. centrale commerciale, 1983.
- 25/ *Ibid.*
- 26/ *Techniques et architecture*, n° 327, novembre 1979 ; « Industrialisation ouverte 1- Principes et expérimentations » ; n° 328, janvier 1980 : « Industrialisation ouverte 2 : Systèmes constructifs et composants ».
- 27/ Armelle Lavalou, *Jean Prouvé par lui-même*, Paris, Éditions du Linteau, 2001, p. 57-58.
- 28/ La villa Morton à Bordeaux (18 logements) par Pierre Lajus, l'opération des Templiers (35 logements) à Provins par les frères Rouveau, le quartier du Triolo à Villeneuve d'Ascq (33 logements) par Jean-Pierre Watel et les opérations Dampierre en Crot (18 logements) et Oizon (8 logements) par Christian Gimonet, La Tour du Pin (12 logements) par Denis Grèzes et Hubert Penicaud, l'opération de la rue Domrémy à Paris (29 logements) par Roland Schweitzer.
- 29/ Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *op. cit.* ; Jean-Michel Hoyet, « La maîtrise d'œuvre à la recherche de nouvelles pratiques : réflexions sur les enseignements de cinq réalisations expérimentales », *Techniques et architecture*, n° 347, mai 1983, « Le bois dans l'habitat », p. 75-86.

- 30/ « Villeneuve d'Ascq, 72 logements HLM J.-P. Watel architecte », *Techniques et architecture*, n° 327, novembre 1979, spécial « Industrialisation ouverte ».
- 31/ *Techniques et architecture*, n° 322, *op. cit.*
- 32/ *Techniques et architecture*, n° 327, *op. cit.*
- 33/ *Techniques et architecture*, n° 347, *op. cit.*
- 34/ Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *op. cit.*, p. 140-141.
- 35/ *Techniques et architecture*, n° 322, *op. cit.*
- 36/ Jean-Claude Bignon, François Lausecker, *La maison à ossature bois, fichier synoptique d'opérations*, École d'architecture de Nancy, Département construction, 1983.
- 37/ Stéphane Berthier, Entretien avec Amélie Denis-Cuiller, 15 juin 2012.
- 38/ Coll., *Construction de maisons à ossature bois-Canada*, Montréal, Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1979.
- 39/ Voir Donald A. Schön, *The reflective practionner, how professionals think in action*, London, Ashgate publishing Limited, 2011 (1^{ère} éd. 1983).
- 40/ Konrad Wachsmann, *Wedenpunkt im Bauen, op. cit.* ; voir aussi Stéphane Berthier, « Timber in the building of Jean Prouvé... », *op. cit.*
- 41/ Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *op. cit.*
- 42/ Stéphane Berthier, Entretien avec Jean Pierre Watel, 28 février 2011.
- 43/ Stéphane Berthier, Entretien avec Alain Maugard, 7 octobre 2015.
- 44/ Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *op. cit.* ; *Techniques et architecture*, n° 347, *op. cit.*
- 45/ Alix Crouzet, *Les maisons à ossature bois, deux exemples de réalisations en Aquitaine : La villa Morton et Villaboïs*, Maîtrise d'histoire de l'art sous la direction de Marc Saboya, Université Montaigne, Bordeaux III, 2004.
- 46/ *Techniques et architecture*, n° 404, octobre-novembre 1992.
- 47/ Roland Schweitzer, *un parcours d'architecte, op. cit.*
- 48/ Coll., *Habiter le bois*, Paris, Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du territoire et des Transports / CSTB, 1986.
- 49/ Stéphane Berthier, Entretien avec Robert Lourdin, 7 juillet 2011.
- 50/ Stéphane Berthier, Entretien avec Jean-Pierre Watel, *op. cit.*
- 51/ Stéphane Berthier, Entretien avec Roland Schweitzer, *op. cit.*
- 52/ Formation « Construction en bois à l'attention des enseignants des écoles d'architecture », CNDB, juillet 2010.
- 53/ Formation « Pathologies de la construction bois », CNDB, juillet 2010.
- 54/ « Deux architectes avec le bois », *Le Moniteur*, n° 20, 13 mai 1983.
- 55/ Konrad Wachsmann, *Holzhausbau: Technik und Gestaltung*, Berlin, Wasmuth Verlag AG, 1930, réédité en langue allemande en 1980 par The Estate of Konrad Wachsmann et en 1995 en langue anglaise, Basel/Berlin/Boston, Birkhäuser Verlag.
- 56/ Konrad Wachsmann, *Wedenpunkt im Bauen, op. cit.*
- 57/ Collectif, Encyclopédie des Métiers : *La charpente et la construction en bois*, Paris, Éd. Librairie du compagnonnage, 1977.
- 58/ Julius Natterer (dir.), *Holzbau Atlas*, München, Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH, 1978, traduit en français sous le titre *Construire en bois*, Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1987.
- 59/ Klaus Pracht, *Holzbau-Systeme*, Köln, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, 1978, traduit en français sous le titre *Les systèmes constructifs en bois*, Paris, Édition du Moniteur, 1978.
- 60/ Stéphane Berthier, Entretiens avec Gimonet, Lajus, Schweitzer, Watel, *op. cit.*
- 61/ En 1962, l'ouvrage de l'américaine Rachel Carlson, *Silent Spring*, est connu pour être le premier opus de l'écologie politique. En 1972 René Dumont est le premier candidat écologiste à l'élection présidentielle française. À partir de 1973, paraît la revue d'écologie politique *Le Sauvage*, à laquelle Christian Gimonet au moins était abonné.
- 62/ Madeleine Akrich, Michel Callon, Bruno Latour, « À quoi tient le succès des innovations ? part. 1 et 2 », *Annales des Mines*, n° 11 et 12, 1988, p. 4-17, 14-29.
- 63/ Le groupe AVEC était constitué exhaustivement de Christian Gimonet, Nadia Hoyet, Lucien Kroll, Pierre Lajus, Roland Schweitzer, Jean-Jacques Terrin, Jean-Pierre Watel, sous la présidence d'honneur de Jean Prouvé.
- 64/ Jean-Philippe Charon, Denis Grèzes, *op. cit.*
- 65/ *Techniques et architecture*, n° 347, *op. cit.*
- 66/ Dominique Gauzin-Müller, *L'architecture écologique du Vorarlberg*, Paris, Éditions du Moniteur, 2009.
- 67/ Esther Duflot, *Expérience, science et lutte contre la pauvreté*, Paris, Fayard, coll. Leçons inaugurales du Collège de France, 2009.
- 68/ *Ibid.*, p. 26.

Notes on Disability and Reversibility of Glance

The article focuses on disability, as an imposed condition of passivity and distancing of the world. Through several examples – the rock singer and drummer Robert Wyatt, the photographer Lee Friedlander or the zazen posture –, it explores how an immobile person renegotiates its relationship to the world and finds ways to bring the world home. It shows how infirmity, as an inability to act freely, can generate new possibilities. The article establishes relationships between the condition of infirmity and the architecture of Ludwig Mies van der Rohe who, for the last ten years of his life has been condemned to remain in a wheelchair. The Miesian space is a floating space based on horizontal floors, minimum effort and slip. This space reveals any movement and enhances the effects of low or reduced mobility. It catches the positional, cosmic and universal conditions relative to all things surrounding him, without choice and without hierarchy. (traduction de Gilles-Antoine Langlois)