

Résumé français

Page 312

Les maisons en blocs de béton texturé de Frank Lloyd Wright

Ornementation et plasticité

«L'univers» écrit Ralph Waldo Emerson «est représenté dans toutes ses parties. Chaque objet de la nature contient toutes les forces de la nature. (...) Chaque forme nouvelle renouvelle non seulement le rôle de la création originelle mais encore, partie après partie, toutes les particularités. (...) On retrouve dans tout une image signifiante complète de la vie humaine (...)». Cela a constitué l'essentiel de la philosophie transcendante américaine et cela deviendra le principal fondement du travail de Frank Lloyd Wright, à partir duquel on peut analyser son travail sur les motifs géométriques où chacun des motifs représentait à la fois une partie et le tout. Les motifs de Wright avaient souvent tendance à dépasser leur propre échelle et à plutôt voiler les caractéristiques des matériaux au lieu de les rendre claires. Mais ce pré-supposé formel permet d'éclaircir le caractère constructif de son architecture. À quelques exceptions près la méthodologie de son art de construire est une méthodologie de l'ornement. C'est ainsi que l'on retrouve les motifs arborescents des Prairies Houses dans les poteaux en forme d'arbre du siège de la Johnson. Le parti plastique de Wright, qui signifie en 1910 la continuité de la forme et en 1930 la continuité de la structure, conduit, avec les trames des ornements des bâtiments de Sullivan, aux trames constructives des bâtiments de Wright. Cette évolution est particulièrement évidente dans les systèmes de construction en blocs de béton texturé.

Blocs et trames

Wright travaille, entre 1914 et 1925, en fort contraste par rapport à l'ornementation minimale des Prairies Houses, avec des blocs de béton texturés réalisés à partir de moules en bois. La grande frise des Midways Gardens (1914) et la frise, ressemblant à un tissage, des entrepôts Albert German (1915) sont construites avec ces blocs de béton en série. Dans aucun des cas les blocs en béton sont utilisés de la même façon. C'est le début des ornements répétitifs et tramés que Wright a mis au point pour des maçonneries de béton. Wright utilise une trame dans tous ses bâtiments après 1904, mais dans les systèmes en blocs, la trame est d'abord définie par le matériau de base de bâtiment, un bloc de 16 × 16 × 3-1/2 Zoll, qui constitue assemblé en plan des carrés de 16 Zoll et définit des modules constructifs de 4 pieds- 0 Zoll-trois 16 blocs [4 '0 "-three 16 " blocks]. À la fin des années 20 ce module a un caractère idéologique. Wright déclare en 1927, que son système de blocs peut rivaliser, comme le modèle de standardisation, avec les systèmes de mo-

dules de Le Corbusier et de Gropius. Le système de Wright reposait sur un matériau courant dont la mise en œuvre ne nécessite pas de grande précision: le bloc de béton produit en série, particulièrement intéressant pour sa simplicité d'emploi ne nécessitant sur le chantier qu'un très petit effectif de main d'œuvre spécialisée.

Construire sans joints

L'amélioration de la résistance a pu être obtenue au moyen d'une grille en béton armé positionnée entre les chants des blocs et dans le même temps la standardisation et la précision sont améliorées par l'utilisation de moules en métal. Les blocs finis ont 1/8 de Zoll de moins que les modules 16 Zoll. On a supprimé le joint au mortier de 3/8 Zoll courant au profit d'une rainure en demi-rond remplie de mortier sur les côtés des blocs pour tenir l'armature. C'est ainsi qu'aucun joint n'était visible sur la surface externe. Le mortier est coulé une fois les blocs mis en place ce qui oblige seulement à «beurrer» les éléments constructifs avant de les fixer et ne nécessite pas de maçon qualifié sur le chantier. Tout autant les blocs que les murs doivent être étanches à l'eau; l'évacuation des eaux n'étant d'ailleurs pas prévue. La seule concession faite par Wright du point de vue de la vérité constructive concerne le mur double. C'est ainsi qu'un vide continu fait son apparition pour servir, selon Wright, d'isolant thermique mais les deux parois jouent aussi un rôle important pour assurer l'exactitude de la construction. Il aurait été difficile de construire un mur d'une simple épaisseur avec deux faces apparentes, les blocs variant légèrement en épaisseur. Tout cela n'est resté que théorique. En réalité aucun des objectifs n'a été réalisé de façon conséquente. La première maison en blocs réalisée fut la maison Storer (1923), suivie des maisons Ennis (1924) et Freeman (1924). Wright considérait aussi la maison Millard de 1923 comme une maison en blocs texturés bien qu'elle ne constitue pas une maison véritable en blocs puisque les contreforts en nervures de béton armé manquent et que l'on a utilisé seulement du mortier courant de 1/2 Zoll simplement armé de métal déposé.

Système et module

Dans les descriptions de Wright de ses bâtiments et les commentaires qui s'en suivent on évoque rarement le fait que tous ces projets ont été construits sur la base d'un système seulement à demi abouti: un système qui permet de construire des murs mais pas des dalles ou des toits. Dans le cas des maisons Freeman et Millard on a utilisé des poutres en béton habillées de blocs, les dalles de niveaux sont constituées de poutres en bois recouvertes d'enduit ou de contreplaqué. La maison Storer est une combinaison de poutre en bois non-habillées et de contreplaqué; les panneaux habillés de blocs sont constitués de cadres de bois sur

lesquels les blocs sont fixés avec des fils de fer. Le toit et les dalles de la maison Lloyd Jones de 1929 sont constitués de dalles de béton nervurées du système Meyer, elles sont cependant enduites, probablement parce que les nervures obtenues grâce aux banches en acier ne correspondent pas à l'idée du module. Les dernières maisons en blocs des dernières années ont joui d'une plus grande estime mais n'ont cependant jamais pu atteindre la popularité des maisons de la période prairie ou Uson. Les masses importantes et le peu de vitrage des maisons les plus anciennes ont permis de réaliser des habitations de grandes dimensions s'intégrant parfaitement dans le paysage mais négligeant certains aspects du confort et les liens visuels avec l'extérieur. Beaucoup d'observateurs considèrent ces maisons comme une régression du point de vue de la forme et de l'espace. Cette critique n'est pas valable pour le dernier bâtiment de cette période, la maison Freeman dont les angles vitrés constituent bien du meilleur Wright. Ce projet qui élimine la structure portante dans les angles, impose des contraintes très importantes à la structure. Alors que les maisons précédentes étaient pour la plupart des cubes avec des toits et des murs porteurs simples, la maison Freeman se rapproche davantage d'un bâtiment à ossature. Les espaces creux entre les blocs sont remplis de béton pour constituer des poteaux et des poutres homogènes.

Standardisation

Le système en blocs de béton texturé ne connut jamais de succès économique et nombre de tentatives d'industrialisation de Wright ont plutôt connu des effets contraires. La standardisation était illusoire, le nombre de types de blocs différents pour une seule maison étant beaucoup trop élevé pour être normalisé. Et cela est rendu encore plus difficile par la multiplicité des ornements. Même la maison Freeman, pour laquelle seuls deux types de blocs, un décoré et l'autre sans décoration, ont été utilisés; a nécessité 56 blocs différents. Les restrictions techniques du système ont été claires dès le départ. Au fil du temps le parti de mur étanche s'est d'ailleurs avéré plus problématique que les difficultés de production. On a beaucoup discuté sur les causes des fissurations, des endroits non-étanches et du mauvais état général aujourd'hui des maisons. Robert Sweeney sous-entend que le mélange très sec utilisés pour les blocs et les formes complexes des moules en métal sont inadaptés pour la réalisation de blocs étanches, un fait que Wright semble écarter dès 1930; et que le mélange courant à l'époque d'un volume de ciment Portland pour quatre volumes de sable ne pouvait être d'aucune façon optimal. Ce qui est contradictoire est que Wright a utilisé pour les maisons en blocs des années 50 un mélange dans les proportions d'un volume de ciment pour 2 de sable. Un mur avec une sur-

face extérieure étanche et un vide d'air comme isolant ne peut être considéré que comme un problème du point de vue physique de la construction. Dans la pratique moderne on préfère évidemment les double-murs intégrant une isolation thermique permettant de remplir les exigences énergétiques modernes. Dans de tels systèmes on a réfléchi au parcours de l'eau qui est recueillie et évacuée vers l'extérieur. Dans les murs creux de Wright l'eau pénètre aussi mais rien n'est prévu pour l'évacuer. Du fait des courants de convection dans le vide, le vide d'air n'est pas aussi isolant que Wright le pense, quoiqu'il corresponde à la pratique de l'époque. Un autre problème évident est constitué par l'action de l'eau sur les armatures. Les fissures et les fuites de certaines parties sont dues sans aucun doute à des désordres de la rouille qui tend à rendre le fonctionnement composite du béton caduque. Rien n'a été prévu pour protéger les armatures de la corrosion. Un grand nombre de ces problèmes aurait certainement pu être évité si les armatures avaient été galvanisées ou protégées. Le départ de Wright de Californie n'a pourtant pas signifié la fin du système. Il a été utilisé encore dans plus de 15 maisons privées et dans quelques bâtiments plus importants. Ces bâtiments ont fait preuve d'améliorations constructives et de compromis techniques.

Usonian Automatic

Juste au moment où le système semblait atteindre sa fin, Wright fait marche arrière. Il transforme le système en «Usonian Automatic» pour répondre à l'augmentation des coûts des travaux de charpente et de maçonnerie après la seconde guerre mondiale. Les détails techniques sont semblables, le principe de base vu de façon superficielle est cependant le contraire de celui des maisons des années 20. Ce que l'on appelle Usonian Automatic ne doit pas être l'équivalent architectonique de la standardisation, de la production de masse et de la préfabrication; cela doit beaucoup plus permettre au maître d'ouvrage d'assurer les travaux seul, de réaliser les blocs de béton et de popouvoir les assembler sans main d'œuvre et sans outillage lourd. En cela le système n'est pas moins judicieux et l'on ne note que très peu de défauts techniques. Les blocs de béton sont agrandis à 1 x 2 pieds, leur tolérance passe en même temps à 1/16 Zoll. Wright met au point trois types de murs différents, deux d'entre eux sont réalisés avec des épaisseurs de blocs simples. Dans le premier type de simple épaisseur l'intérieur du bloc est étanche, prévu pour être isolé et habillé de contreplaqué. Pour le deuxième type de mur d'épaisseur simple il n'y a aucun habillage. Les deux types ont finalement été construits: les murs intérieurs de la maison Adelman de 1951 sont entièrement habillés de contreplaqué; dans la maison Tonken de 1954 il n'y a pas d'habillage intérieur, c'est finalement un mur en béton

visible de l'intérieur et de l'extérieur. Cela fut la première série de maisons de Wright construites complètement avec des modules de béton, toit compris. Il y eu peu de désordres techniques mais elles ne sont pas parvenues à atteindre leurs objectifs: une véritable standardisation et les réductions de coûts échouent une fois de plus à cause du trop grand nombre de types de blocs.

Donald Leslie Johnson und Robert Sweeney pensent que les systèmes de blocs de béton ont pu être inventés par d'autres architectes, on dénombre à l'époque un grand nombre de systèmes modulaires en béton. La société des ciments de Portland fait une liste en 1934 de 40 systèmes modulaires analogues en maçonnerie de béton, les systèmes Pancrete et Underdown compris, qui ressemblent au systèmes de Frank Lloyd Wright. Aucun de ces systèmes n'est encore utilisé aujourd'hui même si 10% des maisons individuelles construites aux USA sont constituée de maçonnerie de béton courante. Les raisons du succès timide ont peut être moins à voir avec les défauts du système qu'avec la réaction de l'industrie de la construction américaine qui a du mal à utiliser autre chose que les systèmes de construction en bois.

Page 316 **Béton – Désir de monolithe**

La force du simple

Les bâtiments monolithiques expriment une force tout à fait particulière. Le caractère continu d'un matériau unique et peu de détails, retenus, créent l'impression d'une simplicité archaïque plutôt bien venue et apaisante au sein des processus complexes de nos sociétés actuelles. Les abris de pierres sèches des Alpes Tessinoises ou les forts en terre du Sahara ne sont pas seulement des espaces de protection, ce sont aussi des volumes abstraits, des formes archétypiques représentant la civilisation dans un environnement hostile, qui reposent aujourd'hui encore sur l'émotionnel. On retrouve aussi des bâtiments monolithes dans l'architecture minimale d'aujourd'hui. Qu'ils soient des artefacts artificiels dans un paysage ou des points d'orientation en plein cœur de la densité d'une ville. Pour unifier la structure, les façades, les toits, les allèges, les sols et les espaces extérieurs le béton est un matériau qui s'adapte parfaitement bien sous nos climats. Avec la possibilité de donner une forme voulue au matériau, en fonction de sa position, de le concevoir avec des vides et de le rendre étanche on peut finalement se passer d'étanchéité rapportée, de bavettes de couverture, de fixations apparentes comme des vis ou des œillets ou de gaines de ventilation habillées de tôle.

Extérieur massif- intérieur creux

L'extension monolithique de l'ambassade de Suisse à Berlin de Diener et Diener a une

connotation historique: les façades de béton rappellent les pignons aveugles donnant sur la zone de sécurité de l'ancien mur de Berlin. Pour éviter les joints de travail qui auraient amoindri le caractère monolithique, les murs ont été coulés en 26 heures, sans interruption (voir Detail 6/2001). Alors que pour certains le motif des perforations des écarteurs de banche est souvent exploité pour renforcer la composition de la façade d'autres architectes préfèrent ne se donner aucun mal pour obtenir des surfaces sans calepinage. Jabornegge et Pálffy utilisent pour la Schöllerbank à Vienne un système de banche complexe pour pouvoir couler le mur de 5 étages sans avoir besoin d'écarteurs. Les bâtiments en béton monolithiques qui semblent archaïques ont souvent une vie intérieure beaucoup plus complexe que ce que l'on en voit de l'extérieur. Les contraintes de la physique de la construction ne sont remplies que par la différenciation des parois intérieures et extérieures dissociées thermiquement par l'isolant thermique. Dans le cas de différences thermiques extrêmes, comme par exemple celles causées par les pluies glacées estivales, les mouvements entre intérieur et extérieur peuvent conduire à des fissures. Dans le cas des façades en béton brut de 20 mètres de haut de la «Pinacothek der Moderne» de Munich des ancrages de liaison flexibles ont été mis en place entre les parois et la parois extérieure a été précontrainte par des câbles d'acier. Les joints de travail ont été positionnés très précisément quelques millimètres au-dessus d'une avancée triangulaire dont l'ombre portée peut faire passer en second plan d'éventuelles inexactitudes. Les poteaux longilignes qui semblent, au premier coup d'œil, être coulés en un bloc ont été préfabriqués et livrés sur le chantier, ils ne sont pas massifs mais creux comme des tubes.

Jaune comme du pollen

La couleur est le moyen adapté pour individualiser des bâtiments monolithiques sans pour autant atténuer l'apparence de l'ensemble. Les architectes Gigon et Guyer ont travaillé avec l'artiste Adrian Schiess dans leur groupe de logements à Zürichberg: des pigments minéraux fixés sur le béton par un vernis créent un «saupoudrage comme du pollen» mat, des volumes. Le béton constitue aussi le matériau des sols. Du béton coulé, dur, pour les surfaces d'habitation, des dalles de béton poli pour les pièces secondaires et des dalles non polies pour les terrasses. Peter Märkli a appliqué de façon très expressive le principe de l'individualisation de chaque partie par la couleur. On ne peut cependant pas parler, pour ce qui est de la dissociation des murs et des dalles de bâtiment monolithique, l'art et la manière de la matérialisation des parois séparatrices sur les terrasses remet cependant en compte de façon presque ironique des thèmes comme ceux de la tectonique et de la massivité en apportant une expression

critique de ce que peut être une construction monolithique en béton coulé in-situ. Dans le cas de la maison d'invités de Auer et Weber à Cerro Paranal, au Chili, le bâtiment intégré dans la topographie se fond dans le paysage désertique par la coloration rouge-brune de toutes ses parties pour créer un relief monolithique à l'échelle 1:1 (ill.3).

Les astuces de joint

On a pas toujours besoin de la même qualité de surface pour les faces intérieures et extérieures des façades semblant monolithiques. Dans le cas des constructions en pièces préfabriquées les processus de réalisation donnent un côté banche et une surface supérieure qui ne nécessite que très peu de finition. Les parois extérieures noires et brillantes du monument commémoratif de Sachsenhausen (voir p. 332 ff) de Schneider+ Schumacher permettent de dématérialiser les longs murs par les réflexions, les parois intérieures en béton naturel gris renforcent, quant à elles, la massivité des murs et le jeu de la lumière venant du toit. La réalisation des angles et des joints est particulièrement importante, dans la construction préfabriquée, afin que la façade en béton n'apparaisse pas comme une peau fine suspendue. Les grands formats, les ouvertures, les découpes d'angle qui ne correspondent pas au calepinage confèrent à l'agence de publicité de Amann et Gittel son aspect monolithique (voir p. 342 ff). Les nuances irrégulières des surfaces font passer le calepinage des joints en second plan. MVRDV utilisent une autre méthode pour les joints dans leur immeuble de bureaux à Munich (ill. 4). En décalant à chaque étage les pièces préfabriquées en U ils créent une façade constituée de niches et de bow-windows qui suggèrent un cube massif perforé.

Illusion calculée

Les différents traitements des surfaces en béton permettent aussi d'imiter des matériaux monolithiques naturels. Rem Koolhaas utilise, comme dans un collage, les empreintes d'un mur de fortification japonais (ill.5). De la même manière le cube de l'entrepôt d'art d'Herzog et de Meuron à Bâle (2003) joue avec les illusions du monolithe. Quand on s'approche du bâtiment, entouré de supermarchés, les murs bruns homogènes font d'abord l'effet d'un énorme tas d'argile. C'est seulement l'entrée vitrée toute hauteur qui le révèle comme un corps creux dont les façades de béton ont été réalisées avec des graviers grossiers avec une forte teneur en terre.

Nouvelle simplicité?

Les murs extérieurs de 50 cm d'épaisseur de la maison à Fläsch d'Andrea Desplazes (ill.6) sont monolithiques au sens premier du terme. Pour obtenir une isolation thermique suffisante on a mis au point un béton expansé spécifique rendu poreux par occlu-

sion d'air afin que non seulement les agrégats mais aussi la laitance du béton agisse de façon thermique, des fibres de polypropylène remplacent les armatures d'acier. Naturellement on obtient avec les bétons poreux une formation augmentée de poche d'air qui ici, grâce au coffrage en planches brutes de sciage qui renforce l'affaiblissement de l'air vers le haut, a pu être diminuée. Le traitement hydrophobe des surfaces extérieures doit permettre d'éviter de trop importantes prises d'eau. Cette maison conserve certainement un caractère expérimental, elle ne constitue pas moins un pas en avant vers les qualités originelles de la construction monolithique.

Page 324

Roissy 2, Terminal 2E

Aéroport Paris Charles de Gaulle

L'aéroport de Roissy Charles de Gaulle (CDG) ne cesse de croître depuis l'ouverture, en 1974, de la rotonde en béton et accueille en ce moment 50 millions de passagers par an. Dans les années 80 Roissy 2 a été construit au sud-est de CDG 1 avec ses modules en demi-ovales et sa desserte centrale. Paul Andreu a prolongé l'ensemble de 1700 mètres de long vers l'est. Il a conçu avec Jean Marc Duthilleul, de la SNCF, la gare de correspondance avec le réseau ferré. Les trains comme le TGV traversent le complexe dans le sens nord-sud. Les quatre terminaux A/B et C/D ont suivi dans les années 90 l'axe de la desserte. Le terminal 2E est le pendant au sud du terminal F, il constitue avec son pont d'atterrissage de 134 mètres de large pour 650 mètres de long la troisième phase de l'agrandissement de Roissy 2 et doit être ouvert cet été. 10% des coûts actuels vont pouvoir être économisés grâce au nouveau parti d'organisation. Le pont d'atterrissage est redivisé en sections de 72 mètres, la portée maximale d'un avion. Le bâtiment est cintré en plan par le décalage léger de chaque section. La voûte est portée tous les 4 mètres par un cintre en béton constitué de trois segments et est éclairé par la trame d'ouvertures carrées. Le mode fonctionnel de la structure n'est pas reconnaissable de l'intérieur. Un vitrage isolant maintenu par une structure en acier suivant la trame des ouvertures en béton enveloppe les côtés alors qu'au droit des nervures des tôles en acier inoxydables sont portées par la coque en béton. L'enveloppe est donc transparente sur les côtés, opaque en partie haute et protégée des rayonnements. L'atmosphère intérieure très forte et la distinction du matériau béton sont obtenus par l'intégration de toute la technique dans le plan entre les peaux intérieures et extérieures.

Page 326

Serviettes-croquis pour un dîner d'architectes imaginaire

Alvar Aalto a dit un jour: «Dieu à créé le pa-

pier pour dessiner l'architecture». Les architectes dessinent sans arrêt, partout et sur les supports les plus divers. Ils font facilement des croquis d'aéroport ou de logements en dînant avec un bon verre de vin rouge et peuvent trouver des solutions constructives, sur le chemin du chantier, fixées sur du papier dans l'avion ou dans le taxi. Ils peuvent, avec quelques traits, communiquer des informations complexes qui sont aussi des petits chefs d'œuvre individuels. Le musée d'architecture de l'Université Technique de Munich a invité quelques architectes à un dîner imaginaire pour inaugurer ses nouvelles salles dans la «Pinacothek der Moderne» de Munich. L'invitation contenait une serviette en papier qui devait servir à répondre à l'invitation. Les architectes ont «utilisé» la serviette de différentes façons, leurs interprétations et leurs réponses sont très diverses. Lord Norman Foster a inventé une carte avec ses félicitations pour l'ouverture, Konrad Wohlhage s'est promené plusieurs jours avec sa serviette et s'en est servi de carnet de notes, Frank Barkow et Regine Leibinger l'ont décoré avec des tâches de vin. Beaucoup d'architectes ont fait des croquis au feutre de projets en cours ou passés: Tadao Ando a dessiné en quelques traits son «église de la lumière», Andreas Meck son projet de concours pour la collection Brandhorst. Des croquis abstraits et des formes architecturales se côtoient et constituent, avec de la calligraphie et des schémas, des impressions complexes et des dessins colorés, les formes les plus diverses de la représentation architecturale. Peu d'architectes font référence au thème de la nourriture; Arno Lederer représente un personnage qui «mange» l'architecture ou Dominique Perrault «arrange» sur son assiette quelques bâtiments. Les dessins monochromes dominent et justifient l'image puriste de l'architecte classique. Il faut cependant noter la participation de Jan Störmer qui se distingue par la couleur et la représentation en détail d'une certaine d'objets ou celle d'Andreas Hild, qui, négligeant le dessin, forme une rose à partir de plusieurs serviettes. Les envois montrent que le dessin, fort en contenu et porteur d'idées, reste un élément central du travail architectural.

Page 332

Musée du camp soviétique spécial à Sachsenhausen

Entre 1945 et 1950 un camp d'internement russe se trouvait sur le site de l'ancien camps de concentration Sachsenhausen près de Berlin. Sur les 60 000 déportés 12 000 sont morts de faim ou terrassés par des maladies. Un musée rend hommage à la mémoire des victimes des services secrets soviétiques depuis fin 2001. Le bâtiment plat, sombre et brillant est construit contre l'ancien mur du camp, entre le cimetière et les anciennes baraques de prisonniers. Le volume, sur un niveau, est enfoncé dans le sol et reflète la tristesse du site par

ses murs lisses en béton enduit. Le bâtiment monolithique est entièrement clos à l'exception d'ouvertures étroites aux trois angles, de la porte d'accès découpée en diagonal dans le volume et de deux fentes en verre. Une rampe et un escalier permettent d'atteindre le niveau d'exposition en contrebas, à partir duquel la zone de séminaire et le centre d'informations sont dissociés par des murs de verre. Le grand espace de 660 m², sans point porteur est marqué par la densité des poutres en acier. Des fentes de 15 cm filtrent la lumière qui tombe du toit, en dalles de verre cintrées à froid. Cette structure crée aussi une atmosphère très oppressante: le regard vers le ciel rappelle la vision à travers les barreaux d'une prison. Les surfaces de murs renforcent l'impression d'enfermement. En contraste avec les murs extérieurs réfléchissants et immatériels les murs intérieurs en éléments préfabriqués sont rugueux et renforcent la massivité. Pour obtenir cette surface irrégulière les banches ont été recouvertes d'un retardateur de prise. Les surfaces pas encore durcies ont été lavées le jour suivant. Les joints entre les éléments préfabriqués sont clairement visibles de l'intérieur et déterminés par la trame. À l'extérieur, en revanche, les joints de banche sont réduits à ceux d'éléments de 6,30 x 2,75 m et minimisés visuellement par des profils en silicone pour renforcer le caractère de monolithe. La construction du double mur a permis un traitement très précis avec des arêtes aiguës de l'enveloppe extérieure. Après le montage, la surface extérieure a été traitée sur place par une triple lasure assurant l'effet mouillé et permettant d'obtenir les effets de réflexion.

Plan-masse échelle 1:7500

- 1 musée
- 2 cimetière du camps spécial soviétique
- 3 baraque de détenus
- 4 tour de surveillance
- 5 enceinte de l'ancien camps de concentration
- 6 monument

Coupe verticale • Coupe horizontale
échelle 1:20

- 1 pièce préfabriquée béton 6640/2750/140 mm
surface hydrophobe
mousse dure 150 mm
étanchéité polyéthylène
pièce préfabriquée béton 3600/3480/250 mm
surface traitée à l'acide
- 2 vitrage de protection solaire simple de sécurité
10 mm+ vide d'air 12 mm + verre de sécurité
2x20 mm feuilleté cintré à froid, ductibilité lumineuse t = 23%
- 3 profil acier L 120/80/8 mm
- 4 étanchéité plastique
laine minérale 60 mm, plat acier 8 mm
- 5 profil acier T 200/310/8 mm
- 6 protection solaire textile
- 7 profil acier L 140/75/8 mm
- 8 profil acier T 180/220/20 mm
- 9 profil acier HEA 320
- 10 verre simple de sécurité 8 mm sérigraphié en noir
- 11 tôle acier 8 mm
- 12 verre simple de sécurité 8 mm + vitrage B1 dans châssis acier
- 13 tôle acier 2 mm laquée noire
- 14 dalle béton 33 mm sur plots réglables

béton armé 200 mm, feuille polyéthylène
mousse dure PS 100 mm

Page 336
Banque à Götzis

Ce bâtiment est l'une des trois nouvelles agences d'une banque traditionnelle qui utilisait jusqu'à présent seulement des bâtiments anciens pour ses agences mais qui vient de découvrir les effets promotionnels de l'architecture moderne et qui la soutient. Le bâtiment neuf est dissocié des bâtiments voisins, sur une dalle en blocs de béton encadrée de deux murs en béton brut. Le client, au lieu de buter sur un comptoir, se retrouve dans un grand hall traité comme un espace public autant dans ses fonctions que dans son atmosphère. L'espace sur le côté long, éclairé par des vitrages tout hauteur est meublé de terminaux en self-service qui permettent de traiter des opérations bancaires quotidiennes sans l'aide d'employés. Des bureaux individuels sont à disposition des clients aux étages pour traiter des questions particulières. Le caractère plutôt privé de ces pièces est visible en façade: au lieu des vitrages généreux du rez-de-chaussée les bureaux sont éclairés par des meurtrières. C'est seulement le couloir de circulation qui est repérable de l'extérieur par des grandes ouvertures. Toute la façade est habillée de pièces en béton préfabriqué de 10 cm d'épaisseur légèrement teintées en jaune. Ces éléments se retournent en angle et permettent aussi de traiter les profondeurs d'ébrasement. La structure en dalles de la façade se prolonge dans les espaces intérieurs, les murs et les plafonds sont recouverts de panneaux de bois.

Coupes • plans
échelle 1:400

- 1 entrée
- 2 terminaux informatiques en self-service
- 3 conseil individuel
- 4 secrétariat/réunions
- 5 jardin japonais en toiture
- 6 local technique

Coupe
échelle 1:20

- 1 mousse dure prise dans le béton, enduite 50 mm
- 2 ébrasement, élément de béton sur vide d'air
- 3 auvent:
habillage en tôle sur couche de séparation
habillage 27 mm, châssis acier LJ 160
habillage chêne
- 4 porte coulissante automatique chêne
- 5 paillasson
- 6 plantations extensives
- 7 constitution du sol: parquet massif chêne 22 mm
faux plancher 23 mm
panneau léger en laine de bois 35 mm
isolation acoustique contre les bruits d'impact
20 mm, empierrement 35 mm, béton 250 mm
- 8 store extérieur tissage de fibres
- 9 appuis de fenêtre chêne
relevé encastré en aluminium
- 10 intrados en béton apparent fixé sur le mur par des cornières en acier
- 11 constitution de la toiture au-dessus du garage:
dalles béton armé 80 mm, empierrement 30 mm
protection, relevé d'étanchéité sur les côtés
isolant thermique 80 mm
forme de pente 10-85 mm, dalle béton 250 mm

Coupe échelle 1:20

- 1 élément préfabriqué en béton, 100 mm d'épaisseur, coloration jaune 3% (correspond à 3% du poids de ciment)
surface sablée et recouverte d'un enduit hydrophobe avec ancrage des panneaux de façade sur le mur de béton
vide d'air 30 mm, isolant thermique 120 mm pare-vapeur, béton in-situ 200 mm
habillage en panneau de bois sur lattes 50 mm
- 2 ébrasement préfabriqué béton
- 3 fenêtre coulissante, vitrage isolant, menuiserie chêne, verre flotté 5 mm + vide 18 mm + verre flotté 5 mm, protection solaire avec revêtement argenté
- 4 tablette de fenêtre chêne massif 30 mm

Page 342
Hôtel industriel à Munich-Riem

L'objectif des architectes était de traiter le programme comme un défi architectural de qualité. Ils ont souhaité réaliser un édifice de caractère avec un budget réduit qui puisse s'affirmer dans le désordre coloré du voisinage et avoir les qualités spatiales intérieures que l'on trouve généralement seulement dans les immeubles d'administration. Un grand auvent abrite les zones d'entrée et de livraison du côté est. Un hall sur deux niveaux accueille les visiteurs qui sont ensuite conduits vers les bureaux d'une agence de communication sans rien perdre de la vue sur le ciel présente grâce à 4 grands sheds orientés au nord. Les volées et les paliers sont souvent utilisés pour diverses manifestations. Les fenêtres du niveau haut font référence au piano nobile des palais italiens avec des ouvertures plus hautes et des grandes baies coulissantes. Le traitement des joints est exceptionnel: les grands formats exploitent les dimensions maximales des coffrages industriels qui permettent d'avoir très peu d'éléments et donc des coûts de transport réduits, moins de complexité de montage, des longueurs de joints plus courtes et une composition généreuse qui s'adapte très bien au site. Les avantages de la préfabrication en béton pour les immeubles industriels sont évidents: coûts réduits, temps de chantier raccourcis standardisation et conditions de production en atelier indépendantes des intempéries. Malgré la standardisation il est possible, par une grande exactitude de la conception des architectes et la participation assez précoce de l'entreprise, de réaliser des solutions individuelles. Deux caractéristiques formelles étaient importantes pour les architectes: l'assemblage des poutres, des murs et des poteaux sans les consoles habituelles ainsi qu'un traitement de surface homogène des façades. Pour réaliser les assemblages sans consoles les architectes ont fait évoluer le système qu'ils ont utilisé pour une halle construite quelque temps avant. Le traitement des façades est inhabituel. Les surfaces des panneaux sandwich sont polies au moment du séchage sur les tables de coffrage. Le taux de séchage, le temps et l'intensité du travail ont beaucoup d'influence sur les résultats mais permettent un traitement individuel des sur-

faces malgré l'importance de la préfabrication. Les pigments verts incorporés dans la surface de finition sont ainsi mieux mis en valeur. Les traitements renforcés des angles soulignent le jeu intellectuel entre la massivité du béton et l'enveloppe considérée comme une peau fine.

Plan-masse échelle 1:10000

- 1 agence de publicité
- 2 espace vert
- 3 plan d'eau
- 4 livraisons
- 5 réserve
- 6 entrée
- 7 bureau
- 8 réunions
- 9 vide

Coupe horizontale • Coupe verticale
échelle 1:20

- 1 élément sandwich:
pièce préfabriquée en béton armé 70 mm lissée, teintée verte
isolant thermique mousse dure PS 80 mm
pièce préfabriquée en béton armé 140 mm
- 2 joint souple, Silicone coloré
- 3 ancre de liaison poteau/mur: rail U incorporé
- 4 poteau préfabriqué en béton armé 400/400 mm
- 5 panneau de plâtre 2x 12,5 mm
- 6 fenêtre coulissante aluminium avec vitrage isolant: verre flotté 5 mm + vide 32 mm avec lamelles orientables de protection solaire 15 mm + verre flotté 6 mm avec traitement de protection thermique U = 1,1 W/m² K
tôle de cuivre 0,7 mm
- 8 constitution de la toiture:
couche de végétation terre végétale enrichie 80 mm
feutre filtrant
couche de protection-drainante substrat minéral 20 mm
feuille de séparation polyéthylène
étanchéité soudée bitume
isolant thermique mousse dure-PS 160 mm
pare-vapeur
bac acier 150/0,9 mm
plafond suspendu panneau de plâtre 2x 12,5 mm
- 9 profil de rive fibre ciment 12/120/200 mm
- 10 poutre préfabriquée béton armé 400/800-950,1935 mm, surface supérieure en pente de 2% du milieu du bâtiment jusqu'aux murs extérieurs
- 11 constitution du sol:
parquet industriel 22 mm chêne fumé
chape 68 mm
couche de séparation
isolant acoustique contre les bruits d'impact 25/20 mm
isolant / passage de câble 40 mm
- 12 constitution du toit en shed:
tôle de cuivre 0,7 mm
papier de toiture bituminé
coffrage résineux 30 mm
panne 80/160 mm, entre, isolant thermique mousse dure PS 160 mm
- 13 pièce préfabriquée béton armé 160 mm posée sur les côtés des sheds
- 14 panneau de plâtre 12,5 mm
- 15 poutre de toiture 400/800-900/1935 mm, surface supérieure en pente de 2%, horizontale sous le milieu de shed
- 16 planche de coffrage 24 mm
- 17 construction-poteaux-traverses aluminium:
vitrage simple de sécurité 8 mm + vide 16 mm + vitrage feuilleté de sécurité 2x 6 mm U = 1,1 W/m² K
ouvrant au nu extérieur, motorisé
- 18 chéneau tôle de cuivre chauffé

Page 348

Ecole de stylisme à Fukuoka, Japon

L'architecture en béton a une longue tradition au Japon. Une grande partie de Tokyo a été démolie après les tremblements de terre de 1923. L'un des rares édifices rescapé était l'Imperial Hôtel de Frank Lloyd Wright construit en béton armé, matériau nouveau pour l'époque. La maçonnerie est démolie par les séismes et le bois brûle à cause des suites des tremblements de terre. Les élèves de Le Corbusier comme Yukio Maekawa, Kenzo Tange et Yoshiro Taniguchi sont toujours aujourd'hui des modèles. Les apports du Japon à l'architecture moderne, Le Métabolisme, sont absolument indissociables du matériau de construction des cercles culturels occidentaux et synonyme de la participation du Japon à l'architecture internationale après la deuxième guerre mondiale. Mais qu'est-ce que l'école de mode de Fukuoka, achevée en 2002, peut bien avoir à faire avec les métabolistes? À l'origine le bâtiment devait être construit avec une ossature en bois, dans la tradition de l'Artisanat japonais. La réglementation incendie, les questions concernant la durée du chantier et les coûts ont finalement rendu la construction en béton plus intéressante. Mais à la différence des constructions en béton des années 60 du 20ème siècle qui peuvent être comprises comme une évolution de l'architecture en bois, les éléments de construction ne sont pas coulés sur place mais réalisés comme des pièces préfabriquées et précontraintes en béton armé. Les poteaux, les poutres et les dalles ont été d'abord assemblées puis des tendeurs ont été mis en place pour conférer à la construction toute sa stabilité et son exactitude formelle. Avec ce mode d'assemblage les architectes ont pu retrouver un mode de transfert de charge auxquels ils sont habitués depuis des centaines d'années dans les techniques de construction traditionnelles en bois des temples et des sanctuaires. C'est ainsi qu'ils ont construit un bâtiment très japonais. Une cour intérieure permet de dégager assez de distance et de recul par rapport aux constructions voisines très serrées. La façade en profils verriers crée une lumière diffuse comparable à celle des murs traditionnels en papier et a donné à l'école son nom: «Luminare».

Sous-sol • Etage courant • Coupes
échelle 1: 400

- 1 citerne
 - 2 bureau
 - 3 cour intérieure
 - 4 technique
 - 5 vestiaire
 - 6 infirmerie
 - 7 salle de cours
 - 8 vide au-dessus de la cour intérieure
- A Montage des poutres, jonctions par des raidisseurs verticaux dans les poteaux
B Fixation des pièces préfabriquées en béton avec des cornières provisoires
C Axonométrie de l'assemblage statique

Coupe échelle 1:50

- 1 double peau en profils verrier 70 mm
- 2 éléments préfabriqués en béton armé précontraint 2 x 200 x 500 mm (voir ill. A p. 349)
- 3 poutre 200 x 500 mm (voir ill. B p. 349)
- 4 mur externe béton armé 280 mm
- 5 toit plat:
polystyrol 80 mm
étanchéité bitumineuse
élément préfabriqué en béton armé 160 mm
- 6 constitution du sol:
élément préfabriqué en béton armé 160 mm, vitrifié
- 7 constitution du sol niveau cave:
pierre 22 mm dans lit de mortier
dalle de répartition 140 mm
isolant polystyrol 50 mm
dalle béton armé 850 mm
- 8 panel aluminium isolé 80 mm
- 9 garde-corps en tube d'acier-inox 80 mm
- 10 évacuation des eaux de la cour 120 mm
- 11 poteau préfabriqué en béton armé 160 x 160 mm, précontraint, rainuré
- 12 caillebotis métallique

Page 352

Laboratoires à Utrecht

Rem Koolhaas a défini en 1986 un nouveau plan directeur pour le campus universitaire d'Utrecht. On retrouve, entre autres, parmi les nouveaux bâtiments le Minneartgebouw de Neutelings/ Riedijk, une école supérieure de commerce et management de Mecanoo, une cantine de OMA et bientôt une bibliothèque de Wiel Ariets. A ceux ci s'ajoute le centre de recherche pour les résonances magnétiques et nucléaires de l'agence d'Amsterdam Ben van Berkel. On peut, avec l'aide d'aimants électriques faire des recherches sur les structures moléculaires de l'ADN. Les résultats des recherches doivent servir en particulier pour combattre le virus HIV. La forme et la matérialité du bâtiment se réfèrent directement aux données des recherches: huit noyaux électro magnétiques constituent le cœur, ils ont des puissances de champs électro-magnétiques dépassant 500 000 fois la force d'attraction terrestre. Toutes les influences que ces champs magnétiques pourraient avoir sont protégées par une enveloppe en béton armé: un bandeau en béton armé facilement lisible autour des laboratoires centraux sans fenêtres qui permet avec des changements de direction de créer les autres pièces nécessaires. Ce bandeau, «structure all-over», se transforme du sol en mur, de mur en plafond, de plafond en façade et ainsi de suite. Ou bien encore en rampe entourant le bâtiment et permettant de relier spatialement des plans à différentes hauteurs. On a aussi évité un ascenseur pour des raisons techniques, il aurait en effet pu interférer sur les expérimentations fragiles du champ magnétique. Là où le fonctionnement le permet des surfaces vitrées, tramées d'une surface de points, sont glissées dans la structure en béton. Le côté du bandeau en béton confirme l'épaisseur et les particularités béton qui prouve ici une plasticité inhabituelle.

Plan-masse échelle 1:10 000

- 1 centre de recherches NMR, Studios UN
- 2 cantine OMA

- 3 «Minaertgebouw», Neutelings Riedijk
- 4 école supérieure d'économie et management Mecanoo
- 5 bibliothèque (en chantier) Wiel Arets

Coupes • plans échelle 1:500

- 6 laboratoire avec aimant magnétique
- 7 rampe
- 8 espace extérieur
- 9 bureaux
- 10 salle d'opérations/laboratoires
- 11 salle commune
- 12 vide
- 13 liaison avec le bâtiment ancien

Coupes échelle 1:50

- 1 rive préfabriquée en béton armé 200 x 600 mm
- 2 panneau isolant thermique enduit 50 mm isolant thermique 80 mm pierre calcaire 150 mm
- 3 vitrage feuilleté de sécurité, fixations ponctuelles, protection solaire par sérigraphie
- 4 structure lame d'acier vissée par des cornières en aluminium
- 5 élément de ventilation verrefeuilleté de sécurité fixe
- 6 accès d'air frais grille aluminium perforation de la dalle en béton
- 7 panneau composite ciment et fibre 12 mm isolant thermique 90 mm pierre calcaire 150 mm
- 8 habillage aluminium vide d'air isolant thermique 80 mm béton armé 300 mm
- 9 installations derrière une structure en aluminium
- 10 linoléum dalle béton armé 500 mm posée sur des isolants pour éviter toutes vibrations
- 11 lamelles de protection solaire
- 12 rainure d'évacuation des eaux en pente
- 13 habillage aluminium
- 14 élément de façade préfabriqué
- 15 tendeur réglable de l'intérieur
- 16 profil d'angle aluminium L 80 x 80 mm

Page 356

Ecole primaire à Au

Après l'incendie d'une partie de l'école, l'inspection académique a consulté dix bureaux d'architecture pour la reconstruction. Consoni a remporté le concours avec sa proposition de démolition de l'ancienne école et la construction d'un bâtiment en béton marquant, réagissant de façon sensible à la topographie du terrain. Il a construit un long volume en béton, parallèle à la pente qui permet de constituer une suite d'espaces extérieurs. Les façades sont différentes en fonction de l'orientation et renforcent le contraste entre la vue sur la vallée du Rhin au sud et la pente au nord. Les deux niveaux hauts sont en porte à faux au dessus de l'entrée au rez-de-chaussée ce qui permet de créer un parvis abrité. Une fenêtre panoramique au sud s'étire sur presque toute la longueur du bâtiment. Un couloir en arrière permet de desservir le rez-de-chaussée avec la salle des professeurs, les sanitaires et une salle polyvalente avec une scène, qui peut s'ouvrir sur le couloir dans toute sa largeur. Une volée d'escalier qui traverse le bâtiment au bout du couloir conduit au sous-sol, avec ses ateliers et ses salles secondaires ou au deux niveaux supérieurs identiques abritant les classes. Là, le couloir change de côté et passe au nord, les clas-

ses s'orientent avec des bandeaux vitrés continus vers le sud. En revanche les couloirs au nord s'ouvrent vers l'extérieur avec des bandes vitrées étroites ou par des meurtrières. Les doubles murs avec un noyau isolant sont bétonnés sans joints et sans aucune couverture métallique, tout le bâtiment ressemble ainsi à un volume coulé entièrement monolithique. La qualité des traitements confère au bâtiment calme et sévère son expression noble.

Plan masse échelle 1:1500

- 1 salle de classe
- 2 service
- 3 salle polyvalente
- 4 salle des professeurs
- 5 bureau maître
- 6 réserve entretien
- 7 bricolage
- 8 bicyclettes

Coupe détail échelle 1:20

- 1 béton armé 220 mm mousse dure PS 140 mm béton armé 200 mm panneau de plâtre 20 mm profil de fenêtre en acier laqué
- 2 étanchéité de la rive du toit en plastique liquide
- 4 lit de gravier 50 mm, feutre étanchéité bitume double couche mousse dure PUR 140 mm pare-vapeur bitume dans bitume chaud béton armé 320 mm panneau de plâtre perforé
- 5 linoléum 3 mm chape anhydrite 105 mm feuille polyéthylène isolant acoustique contre les bruits d'impact fibre minérale 30 mm

Les banches surdimensionnées des murs extérieurs ont été retirées seulement 4 jours après le coulage du béton. Le béton résistant au gel avec des agrégats d'un calibrage maximum de 16 mm pour un dosage de ciment de 325 kg/m³ a été rendu plus fluide pour améliorer le comportement au retrait. Des ancrages résistants à la corrosion maintiennent les banches au niveau des dalles en autorisant la dilatation longitudinale. Les armatures longitudinales renforcées limitent la largeurs des fissurations.

Coupe sur le lanterneau • Coupes sur l'escalier échelle 1:20

- 1 vitrage isolant progressif verre simple de sécurité 10 + vide d'air 15 + verre feuilleté de sécurité 18 mm
- 2 tôle acier inox
- 3 pièce préfabriquée béton armé 330/110 mm cornière acier-inox L 60/60/8 mm
- 4 isolant acoustique contre les bruits d'impact
- 6 réservation remplie de mortier, poli
- 7 revêtement de sol en pierre 20 mm chape anhydrite 90 mm feuille polyéthylène isolant acoustique contre les bruits d'impact fibre minérale 30 mm

Page 361

Maison individuelle à Meiringen

Les arêtes précises et les joints fins sont les caractéristiques de cette construction à double mur en béton. Pour obtenir une qualité de surface homogène les banches ne sont utilisées qu'une seule fois et leurs joints obturés par un ruban comprimé. La limitation à quelques matériaux et les subtils traitements de la lumière renforcent le caractère sculptural des volumes. Des fenêtres et

des éclairages zénithaux de tailles différentes modulent la lumière. Dans la pièce de séjour un bandeau lumineux continu, entre le mur et le plafond, confère au mur en béton brut de décoffrage une présence exceptionnelle. Le voile se prolonge à l'extérieur dans le jardin en suivant un bassin qui reflète encore plus de lumière à l'intérieur. Alors qu'une grande partie des murs est enduite toutes les dalles sont en béton brut. Les sols sont homogènes dans toutes les pièces: un béton dur avec une pigmentation noire, poli et vitrifié.

Coupe verticale

Coupe horizontale échelle 1:20

- 1 constitution du mur: béton armé 200 mm isolant thermique laine minérale 100 mm vide d'air 10 mm, béton armé 200 mm
- 2 tôle acier-inox 1 mm, étanchéité bitume
- 3 vitrage isolant, verre simple de sécurité 8 mm + vide 12 mm+ verre feuilleté 2x 8 mm
- 4 chéneau pièce en forme fibre de ciment
- 5 constitution du toit: panneau de fibre ciment 8 mm panneau ondulé fibre ciment 177/57/6,5 mm latte 60/60 mm, chevron 80/180 mm
- 6 constitution du sol: béton dur teint en noir 20 mm renforcé au plastique, huilé chape chauffante 40 mm, feuille polyéthylène isolant contre les bruits d'impact 40 mm béton armé 200 mm
- 7 vitrage isolant verre simple de sécurité 5 mm + vide 14 mm + 5 mm dans profils acier
- 8 constitution du sol de la loggia: asphalte coulé 40 mm étanchéité plastique double mousse de verre 120 mm étanchéité béton, béton armé 200 mm
- 9 constitution du mur: panneau gaufré 10 mm pré-enduit bitume, béton armé 200 mm mousse de verre 100 mm vide d'air 10 mm maçonnerie 150 mm enduit 10 mm avec enduit plâtre de finition lisse 5 mm

Page 366

Piscine couverte à Arzua

On réalise dans la province de la Coruna divers types de piscines expérimentés lors de concours. Ici, c'est le bois et le béton qui établissent un dialogue. Le parti clair d'une base en béton et d'une charpente en bois posée dessus peut être adapté à tous les sites sans perdre de sa force. Les murs en béton apparent entourent des pelouses autour de la piscine et deux corps de bâtiment plus bas: l'un abrite les vestiaires, dans l'autre sont réparties des salles de gymnastique et de massage ainsi qu'une cafétéria. La réception vitrée entre les deux divise la surface restante en deux petites cours. La qualité du coffrage en planches, la texture du long mur d'enceinte reprennent la structure de l'habillage en bois du toit de la piscine et du grand portail. Des petites portes ont été réalisées avec les planches des coffrages et restent assez en retrait dans le mur d'enceinte. Une protection hydrophobe protège la surface des murs des graffitis. Les murs externes de la piscine sont doubles avec un noyau isolant. La charpente de

la piscine est constituée de cadres en bois légèrement surhaussés avec une portée de 20 mètres. Entre chaque cadre on a positionné des éléments préfabriqués constituant des poutres principales et secondaires. Des pièces en acier galvanisé constituent les assemblages. Les habillages intérieurs sont en contreplaqué marin. Le pourtour des bassins est constitué d'un deck en bois

Plan-masse échelle 1:500

- 1 gymnase
- 2 administration
- 3 cuisine
- 4 cafétéria
- 5 jardin
- 6 foyer
- 7 vestiaires
- 8 bassin
- 9 bain de soleil

Coupe échelle 1:50

- 1 gravillons 50 mm
feutre protecteur polypropylène
panneau de mousse dure PS 40 mm
étanchéité EPDM contrecollée des deux côtés sur du feutre
blocs creux béton armé précontraint 150 mm
ossature acier galvanisé
panneau de plâtre 10 mm
- 2 poutre en béton armé
- 3 vitrage isolant avec application «low E» dans menuiseries acier-inox verre feuilleté de sécurité 12 + vide 12 + verre feuilleté de sécurité 12 mm
carrelage sur mortier étanche 250/125 mm
dalle béton armé 200 mm
- 5 cornière acier-inox
- 6 plancher pin imprégné avec profils de surface antidérapants 22 mm
- 7 gravillons 50 mm
étanchéité EPDM contrecollée des deux côtés sur du feutre
panneau de bois étanche 19 mm
bac acier galvanisé 1,5 mm
poutre lamellé-collé 1040/210 mm
laine minérale 60 mm, poutre secondaire en bois
panneaux contreplaqué marine huilés

- 8 élément de liaison tôle acier galvanisée 20 mm
- 9 habillage cèdre lasuré 150/30 mm
inteau bois 325/210 mm
laine de verre, intérieur avec pare-vapeur, extérieur ouvert à la diffusion 60 mm
panneaux contreplaqué marine traités à l'huile de lin 2440/1220/20 mm fixés avec des vis acier inox
- 10 poteau tube acier galvanisé □ 140/140 mm
menuiseries acier-inox verre feuilleté de sécurité 8 +vide 12 + verre feuilleté de sécurité 10 mm

Coupes les marches de l'escalier
échelle 1:20

- 1 mur en béton apparent 250 mm
- 2 marche préfabriquée en béton armé 1000/270/150 mm
- 3 tube acier-inox 54/2,6 mm noyé dans la marche
- 4 réservation dans le mur remplie de résine époxy

Page 374
Les bétons spéciaux

Augmentation des capacités dans de nombreux domaines

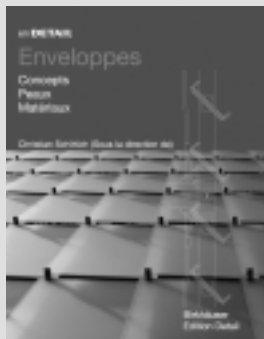
La technologie du béton a beaucoup évolué au cours des dernières 50 années et assure aux ingénieurs et architectes une grande diversité de possibilités en ce qui concerne la résistance et la forme. Les bétons à haute résistance permettent des économies de surface grâce à la réduction des éléments porteurs. En même temps il est possible de réaliser, avec des bétons à haute résistance, des éléments particulièrement résistants aux intempéries, plus durables. Entre temps on a créé des bétons représentant de nombreux avantages par rapport à la résistance et à la ductibilité. C'est ainsi que la résistance à la compression par rapport à un béton normal a pu être augmentée selon un facteur 10. En plus de ces évolutions propres au seul béton, à sa résistance et à sa durée les apports de matériaux composites du ciment sont très favorisés. Tout particulièrement dans le domaine des bétons de fibre

et des bétons renforcés au textile. Le béton de fibre permet l'amélioration de la ductilité du béton et même, dans certains cas, comme par exemple dans les murs de logements porteurs de supprimer les armatures en acier. Les bétons de fibre de verre trouvent leur application principalement dans des éléments filigranes, en couverture, en voile, en panneau de façade ou en lamelle de protection solaire. Une évolution conséquente du béton de fibre de verre est le béton armé de textile qui permet, à la différence de l'armature en fibre de verre, d'orienter le sens de l'armature porteuse. On peut réaliser avec les bétons armés de textile des parois extrêmement fines et donc des éléments de construction très légers qui ouvrent de nombreuses possibilités à la création architecturale. Une étape importante dans le développement du béton est l'apparition du béton auto-compactant, résultat des recherches sur le béton coulé et liquide. Grâce aux caractéristiques du béton auto-compactant on ne connaît presque plus de limites par rapport aussi bien aux possibilités formelles de la géométrie qu'aux caractéristiques de surfaces.

Coûts

Les bétons spéciaux sont en règle générale nettement plus chers que les bétons normaux à cause du choix des matériaux de base. En fonction de l'utilisation on note une augmentation des matériaux de base allant de 50% à 200%, parfois même plus. Les coûts du mètre cube de béton ne sont pour autant pas décisifs. D'abord, la réduction des sections permet d'augmenter les surfaces louables. On peut ensuite dans le cas de béton en épaisseur suffisante faire l'éco-

Edition **DETAIL**



Enveloppes architecturales
Christian Schittich (sous la direction de), 196 pages avec de nombreux dessins et photos, format 23 x 29,7 cm; ISBN 3-7643-1657-8

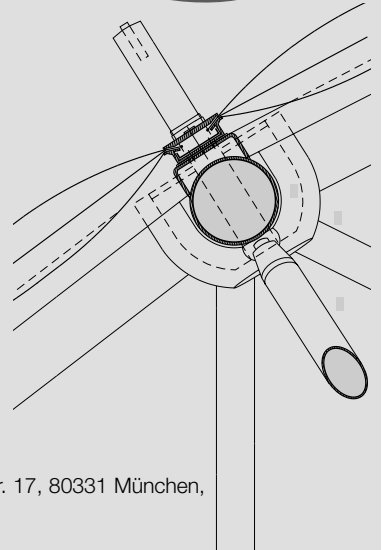
Fascination de l'enveloppe

Façades au 21^{ème} siècle

- ▷ Plus de 100 dessins et 200 illustrations
- ▷ Un comparatif de trente projets internationaux
- ▷ De la bouteille en plastique PET au rideau métallique – le plastique, le bois, le métal, le verre et le béton revus par l'innovation
- ▷ L'esthétique et la technique en détail – Projets de Shigeru Ban, Steven Holl, Thomas Herzog et bien d'autres

«Enveloppes architecturales» montre comment les concepts de façade les plus futuristes deviennent réalité grâce aux plus grands architectes. Autant de nouvelles perspectives pour la mise en œuvre d'enveloppes durables et économiques incomparables: Nous vous dévoilons les partis et les solutions architecturales des façades intelligentes. De la vision d'ensemble jusqu'aux détails à grande échelle – tous les dessins ont été pensés et exécutés avec la compétence et l'expérience de la rédaction de Detail.

65,- €
plus emballage et frais d'envoi



nomie d'étanchéité supplémentaires. Dans le cas du béton auto-compactant on fait des économies sur le traitement après coup de petits défauts dans le béton. Dans tous les cas il est nécessaire d'étudier précisément l'équilibre des coûts et des économies.

Béton à haute résistance

Les bétons à haute résistance ont une longue tradition. Avec des valeurs très basses en eau, sous 0,4 et le rajout d'agrégats pouzzolanes à haute réaction comme par exemple de la poudre de silice ou du méta-kaolin on peut atteindre dans la pratique une résistance à la compression allant jusqu'à 150 N/mm² (le béton normal a une résistance à la compression entre 20 et 50 N/mm²). On peut réduire une section d'environ 30%, par rapport à un béton normal, en mettant en œuvre un C70/85.

Grâce à la faible teneur en eau et au rajout d'adjuvants à base de pouzzolane le béton à haute résistance n'est pas seulement dur, il est aussi dense. Ces deux particularités sont exploitées, par exemple, pour la construction de ponts pour laquelle la durée de vie, la résistance et des sections réduites sont particulièrement importantes. C'est comme cela que l'on parvient à réduire les épaisseurs des ponts et à améliorer la forme générale des ponts. Quand, dans des bâtiments comme les hôpitaux ou des bâtiments d'industrie chimique on travaille avec des liquides dangereux, des mesures de protection supplémentaires doivent être appliquées pour protéger le sol et la nappe phréatique. Les bétons denses ont fait leurs preuves dans de telles conditions. C'est ainsi que l'on peut dans de nombreux cas éviter la mise en place d'une protection supplémentaire contre les liquides dangereux pour l'environnement. Les progrès dans le domaine des matériaux composites à base de ciment ont permis ces dernières années d'élargir les domaines de l'emploi du béton. Il est question de béton à très haute résistance avec une résistance à la compression de 800 N/mm². On peut, avec de tels bétons, réduire fortement les sections des constructions tendues en béton armé. Cela permet de réaliser des constructions filigranes avec un poids propre réduit ainsi que des modes de construction plus durables dus à l'économie effectuée sur les ressources grâce à la réduction des sections. Avec les bétons pulvérisés dit «à réaction» on parvient à construire de nouveaux types d'ouvrages comme le pont, en figure 4, peut en être l'illustration.

Les bétons de fibres et les bétons à armatures textiles

Le béton de fibre est un matériau composite déjà assez vieux. Les fibres peuvent être en plastique, en verre ou en acier. (ill. 6)

Les fibres de plastique

Les fibres de plastique sont la plupart du temps utilisées pour réduire la formation de

fissure due à un retrait trop précoce du béton. Elles servent aussi à augmenter la protection incendie, par exemple dans le cas des bétons à haute résistance, la plupart du temps avec des fibres polypropylènes.

Fibres de verre

Les fibres de verres peuvent aussi jouer un rôle statique en plus de celui de réduire les fissurations. Une des possibilités de remplacer le grand nombre de petits ouvrages composites ciment-amiante constitue à utiliser les fibres de verre. Les possibilités de mise en œuvre de béton de fibres de verre sont très larges, des produits semi-finis jusqu'à des éléments complets comme des appuis de fenêtre. Le béton de fibre de verre est une bonne alternative à d'autres matériaux dans de nombreux domaines. par ses très hautes ductilité et résistance pour une durée de vie comparable.

Fibres d'acier

La mise en œuvre de fibres d'acier est aussi possible dans les travaux d'ingénierie. En combinaison avec des éléments de dalles préfabriqués en béton armé ou en murs porteurs, sans supplément d'armatures d'acier. Le béton de fibre d'acier s'est établi à côté d'autres secteurs d'utilisation comme par exemple dans les sols industriels ou dans la construction de tunnels. On peut utiliser le béton de fibres d'acier très précisément grâce à sa grande qualité de mise en forme et sa résistance.

Fibres de câbles d'acier, copeaux et fibres de tôle

Les fibres d'acier ont plutôt, comme les armatures d'acier, une importance constructive. C'est justement du point de vue architectonique que la mise en œuvre de fibres d'acier peut créer de grandes difficultés, les fibres d'acier se trouvant en surface du béton pouvant être très vite attaquées par la corrosion, dès les premières infiltrations d'humidité. Les conséquences sont indifférentes pour la résistance et la durabilité mais des colorations brunes des surfaces peuvent être redoutées pour l'esthétique.

Béton à armature textile

Le béton à armature textile est une évolution du béton de fibre. Il donne la possibilité d'orienter l'armature porteuse à des fins plus économiques. Dans le béton normal le béton remplit en plus la fonction de protection de l'armature contre la corrosion. L'utilisation de textiles techniques, de verre ou de carbone permet de réduire la protection en béton et permet donc de réaliser des voiles minces et des structures spatiales. L'écartement des textiles est dicté par les besoins statiques. Dans un futur proche des procédés de productions appliqués à divers éléments architectoniques vont voir le jour pour permettre de rendre possible une production économique. La qualité des textiles joue aussi un rôle important pour les caractéristiques de résistance des bétons à armatures textiles. Des nouveaux fils sont étudiés et les modes de production des textiles sont aussi modifiés. Les bétons fins utilisés pour ces bétons sont très fluides et ont la plupart du temps des propriétés d'auto-étanchéité. Aussi bien dans le domaine des coffrages perdus que dans celui des coffrages faisant partie intégrale des éléments de façade les surfaces en béton connaissent des possibilités formelles absolument neuves. Les traitements par empreinte de n'importe quel contour, matrice ou surfaçage deviennent très précis et exact. Comme les éléments sont très fins on a d'autres possibilités plus économiques d'obtenir des surfaces en béton coloré par pigmentation. Les colorations par les enduits peuvent donc être oubliées.

téristiques de résistance des bétons à armatures textiles. Des nouveaux fils sont étudiés et les modes de production des textiles sont aussi modifiés. Les bétons fins utilisés pour ces bétons sont très fluides et ont la plupart du temps des propriétés d'auto-étanchéité. Aussi bien dans le domaine des coffrages perdus que dans celui des coffrages faisant partie intégrale des éléments de façade les surfaces en béton connaissent des possibilités formelles absolument neuves. Les traitements par empreinte de n'importe quel contour, matrice ou surfaçage deviennent très précis et exact. Comme les éléments sont très fins on a d'autres possibilités plus économiques d'obtenir des surfaces en béton coloré par pigmentation. Les colorations par les enduits peuvent donc être oubliées.

Bétons auto-compactants

Par rapport au potentiel d'application les développements des bétons auto-compactants constituent l'étape la plus importante dans la technologie des bétons de ces dernières années. Du béton qui coule comme du miel apporte des possibilités fantastiques par rapport à la complexité des éléments de construction ou à la mise en forme et à la définition des surfaces en béton. Le béton auto-compactant se différencie du béton vibré par sa teneur importante en agrégats fins et en poudre, c'est à dire en ciment et en adjuvants. Grâce à des adjuvants particuliers le béton obtient sa particularité d'être auto-compactant. La température du béton frais est particulièrement importante dans le cas des bétons auto-compactants. Elle influence le comportement des béton auto-compactant beaucoup plus que celui des bétons normaux. On peut observer des désordres aussi bien par très basses températures que par trop de chaleur. L'élaboration des bons mélanges de production des bétons auto-compactant nécessite l'expérience d'un personnel qualifié

Bétons auto-compactants dans la préfabrication

Les bétons auto-compactants sont très avantageux pour la préfabrication. Il n'est en cela pas seulement question de remplir des contraintes de qualité mais il faut aussi citer l'aspect social par rapport aux conditions de travail. Les tables de vibration utilisées pour la vibration des pièces préfabriquées sont les appareils les plus bruyants dans le domaine de la construction. Grâce à l'utilisation des bétons auto-compactants on supprime la nécessité de la vibration avec pour conséquence une diminution des risques de surdité. En fonction des ouvrages le bruit des appareils de vibration peut atteindre 115 dB. Grâce au béton auto-compactant cette nuisance est largement diminuée.