

**DETAIL – Revue d'Architecture**

2005 □ 7/8 · Toitures

**Résumé français**

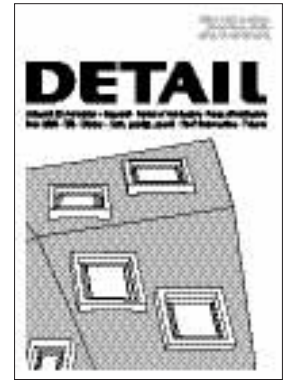
Traduction:

Xavier Bèlorgey, architecte

E-Mail: xbelorgey@aol.com

Vous trouverez une présentation en image de tous les projets sous:

<http://www.detail.de/Archiv/De/HoleHeft/161/ErgebnisHeft>

**Page 738****Le toit est mort, vive le toit**

Quand les romains emploient le mot tectum (=toit) ils ne parlent pas, le plus souvent, que du toit seul mais de l'ensemble de la maison (en latin domus ou aedes). Cette figure de style, la métonymie (l'utilisation d'un mot qui définit une partie pour exprimer le tout) reflète la signification très importante du toit dans un bâtiment. La présence du toit est la condition sine qua non de l'existence de la maison. Les fenêtres, voire même les murs, peuvent disparaître, comme dans la wall-less house de Shigeru Ban (Kutasaku-Gan, Japon, 1997), mais sans toit une maison n'est pas une maison.

*Les toits accessibles et utilisables*

Le Corbusier publie en 1923 ses 5 points d'une nouvelle architecture. C'est parmi ces 5 points qu'il propage, entre autre, la création de toits plats, accessibles et utilisables. De ce point de vue, le toit de l'Unité d'habitation (Marseille 1947) est un rez-de-chaussée urbain qui se retrouve sur le toit parce que le bâtiment sur pilotis n'a plus de rez-de-chaussée. Une série d'équipements est regroupée sur le toit: une aire de jeux, un jardin d'enfant, un gymnase pour les adultes et un théâtre en plein air.

NL architects utilisent le toit de leur Basket Bar (Utrecht 2000-2003) comme une possibilité de compléter le café en rez-de-chaussée enterré par un autre programme. Toute la surface de toiture est occupée d'un terrain de basket-ball qui doit, à son tour, remplir une fonction qui ne trouve plus sa place en toiture: l'aération du café qui s'effectue désormais dans le vide des poteaux d'acier qui supportent le filet de rattrapage des ballons. Le toit est, en plus, équipé d'un lanterneau qui sert à l'éclairage naturel du café: le rond central du terrain est réalisé en verre mat. Une fonction supplémentaire du toit comme lieu de l'événement se superpose à la fonction immanente du toit protecteur de l'espace situé sous lui.

*Le lien du toit et de la ville*

Cette prise en possession du toit par la ville conduit en dernière conséquence à un lien

morphologique entre toit et ville comme celui, précurseur, de l'architecture de la fonction oblique des années 60 de Paul Virilio et Claude Parent. Au lieu de simplement poser une nouvelle ville sur l'ancienne, comme c'était le cas des utopies métabolistes de Constant, Yona Friedmann et d'autres, ils voulaient faire éclore une nouvelle ville oblique à partir de l'ancienne. L'architecture est alors une condition de la nouvelle continuité urbaine. L'Osanbashi Pier de FOA (Yokohama, 1994-2002) pousse plus loin cette architecture oblique en un paysage infrastructurel dans lequel ville et toit de bâtiment passent sans limite de l'un à l'autre et ne sont plus différenciés que par leurs matériaux: asphalte-bois.

*Charpente-toit global*

Apparemment, le corps architectural disparaît par l'immersion du toit dans la profondeur topographique. Quand celui-ci parvient, malgré tout, à s'ériger comme un objet architectural lisible, le bâtiment apparaît comme un seul toit qui s'est incarné dans les façades et transformé en casque que l'on a abandonné sur le sol.

La formulation la plus claire de cette nouvelle architecture du toit a été exprimée par Buckminster Fuller avec ses «coupôles géodésiques». La coupôle était bien plus qu'un toit et constituait finalement, à elle seule, une architecture. Alors que Fuller concevait la coupôle comme une structure d'acier constructive, Antti Lovag réalisait ses maisons bulles sur la Côte d'azur en béton, comme, par exemple, la maison Antoine Gaudet (Tourettes sur Loup, 1968). Finalement, la coupôle s'est transformé à la fin des années 60, avec l'évolution des nouveaux matériaux plastiques, de plus en plus en capsule, soit constituée de segments en plastiques durs comme la maison boule monocoque de Jean Manéval (1968) ou maintenue en forme de façon pneumatique comme dans le «Nuage» de Coop Himmelblau (1968).

*Les toits comme des sculptures praticables*

Pendant les années 70, les bulles utopiques de l'Architecture radicale ont éclaté pour donner les assemblages de fragments du

Deconstructivisme en train de se former lentement. Il n'était alors question que du refus de toutes références classiques au profit de la radicalisation à l'essentiel visant à ramener la notion d'architecture à sa seule expression sculpturale. C'est ainsi qu'il semble que Coop Himmelblau s'attaque à l'idée même de maison avec son Open House (Malibu, CA, 1983). Dans la surélévation réalisée quelque temps après, Dachausbau Falkestrasse (Vienne 1987), il devient très clair avec quelle difficulté la compréhension spatiale de ce type d'espace sculptural se laisse démontrer analytiquement en plan, coupe et élévation. C'est seulement avec l'arrivée de la CAO et des softwares de modélisation en 3 dimensions, à partir du milieu des années 90, qu'il devient possible de travailler le corps d'un bâtiment comme un tout. C'est alors naturellement que le vocabulaire de l'architecture digitale devient plus lisse, les formes anguleuses du Deconstructivisme se liquéfient en fondus enchaînés continus. Ce qui reste est la compréhension du bâtiment comme une sculpture utilisable qui cherche à éviter tous les codes typologiques de la construction. Pour atteindre son objectif d'une réduction esthétique maximale elle met tout en œuvre pour comprimer l'identité typologique du bâtiment: les fenêtres et les encadrements de porte, les poignées, les interrupteurs etc... Tout disparaît dans l'abstraction du volume platonicien qui s'épargne lui aussi les éléments architectoniques classiques comme le socle ou le toit. Les indices dénonciateurs comme les cheminées ou les chéneaux sont intégrés avec beaucoup de soin dans la cubature idéale du volume. La Bibliothèque d'Herzog & de Meuron (Eberswalde, 1994) fait même s'estomper, grâce à son tatouage d'images all-over de Thomas Ruff les différences entre les fenêtres et les allèges (sans parler d'un toit). Et, quand des réflexions conceptuelles ou des données contextuelles font, malgré tout, d'un toit un objet typologiquement affirmatif celui-ci sera tout simplement implanté sur le cube comme un implant en silicone, éventuellement anguleux. Avec la Maison Rudin (Leymen, 1997) Herzog & de Meuron ont réalisé le prototype du toit en pente mini-

maliste dont les codes typologiques sont réduits au minimum pour ne surtout pas mettre en danger le caractère objectal de l'architecture. Le débord de la toiture est entièrement supprimé, les chéneaux réduits à un bandeau discret et le papier de toiture gris essaie d'imiter le mieux possible la couleur de la façade en béton apparent. Plus tard, d'autres architectes assèntent à Kielwasser à cette dernière expression du toit d'Herzog & de Meuron un coup de grâce. C'est ainsi que les architectes Bottega & Ehrhardt achèvent dans leur Maison S (Ludwigsburg, 2002) le volume de la maison vers le haut par un cône pyramidal qui rappelle encore un peu, dans sa cubature un toit en appentis, mais suppriment par contre tous les autres signes de toit: il n'y a plus ni débord, ni cheminée, ni chéneau. On essaie même d'éviter une couverture – l'enduit de façade est tout simplement poursuivi jusque sur la surface inclinée.

Dans tous ces projets, le toit apparaît encore comme une citation typologique et évoque ainsi des images connues de toits en pente ou en appentis. Mais l'emploi du même matériau pour les façades et pour le toit a pour conséquence que la dissociation du toit, comme un élément indépendant, ne se fait plus et que celui-ci en vient à fusionner, comme un tout, avec le volume de la maison. Cette ambivalence volontaire fait prendre conscience des clichés architectoniques et brise ainsi les polarisations idéologiques dans le sens de toit plat = moderne et toit en pente = traditionnel.

#### *Le méga-toit*

Mais, plus on essaie de faire disparaître le toit, moins celui-ci ne se laisse abattre. C'est certainement lié à l'immanence fonctionnelle du toit dans l'architecture. En plus de cela, le toit semble avoir conservé une fonction symbolique irréductible qu'il laisse paraître toujours actuelle en tant que métaphore matérielle de l'architecture. Et de fait, parallèlement à la disparition observée du toit dans l'architecture, on peut aussi observer une disparition de l'architecture dans le toit – une disparition au sens hegelien du terme selon laquelle le disparu ne cesse pas d'exister mais continue bien à vivre dans la disparition. C'est à partir de cette disparition que le méga-toit apparaît, celui qui dépasse régulièrement l'échelle de l'architecture et qui se réfère plutôt de plus en plus à l'espace de la ville. La Neue Nationalgalerie de Mies van der Rohe (Berlin 1962–68) est, dans son essence, un tel toit pour la ville. Alors que Mies limite son foyer à l'espace intérieur, Jean Nouvel dilate le foyer de son Centre culturel et de congrès (1993–99) grâce au grand porte-à-faux au-dessus d'une place urbaine devant et hors du bâtiment. L'espace public devient alors un foyer urbain. Le méga-toit semble redonner un asile à l'espace public qui est menacé de toujours disparaître davantage dans la ville contemporaine. Jürgen Mayer H articule le

mega toit dans son projet metropol parasol (Séville 2004–2007) en conséquence non plus comme une couverture des ouvrages qui se trouvent dessous mais comme une sculpture urbaine qui est programmée avec des fonctions, comprenant un restaurant et est, en grande partie, ouverte au public pour créer un nouveau point de vue sur la ville. C'est presque comme si l'espace public ne pouvait plus exister en «open air» et qu'il aurait besoin d'un toit pour être seulement considéré en tant que tel. Quand nous avons indiqué en introduction que le toit en latin devait être lu pour l'architecture comme une partie pour le tout, le méga-toit fonctionne apparemment aujourd'hui véritablement en tant que pars pro toto pour la ville. Dans sa Bubble over Manhattan (New-York, 1950) Buckminster en avait déjà eu le pressentiment: sans toit la ville n'est pas une ville.

#### **Page 756**

##### **Couverture de parking à Montreux**

On pourrait, en parlant vite, évoquer sa légèreté tendue, à propos de la couverture du parking de la gare de Montreux. Elle vient compléter un parc de stationnement souterrain datant de 1997 par une structure en membrane qui cherche à contraster avec la massivité des constructions voisines. Ce n'est pas seulement un matériau nouveau mais aussi une structure absolument nouvelle qui vient s'installer au bord du Lac de Genève. Le principe du toit semble bien connu: deux membres constitués de profils d'acier, l'un en tension, l'autre en compression reposent sur des poteaux en encastrement. L'innovation est la membrane dont le remplissage d'air comprimé ne reprend pas les charges du toit mais se contente de précontraindre les éléments d'acier et de les stabiliser. C'est ainsi que leurs sections ont pu être minimisées et que le poids de l'ensemble a été réduit de moitié par rapport à une charpente comparable. Les poutres brevetées franchissent une portée de 28 mètres. Des poteaux inclinés transfèrent les charges dans la dalle du parking et contreventent latéralement la construction. La façade longitudinale est constituée d'un tissage métallique qui assure en même temps l'éclairage et la ventilation. Les traitements lumineux soulignent encore la légèreté de la construction. Une membrane tendue au-dessus des poutres permet d'éclairer, le jour, dans une lumière diffuse. La nuit, les pneus sont éclairés dans différentes couleurs. La toiture se transforme alors en point d'orientation. Seule la collaboration de tous les concepteurs a permis d'obtenir ces résultats autant techniques que formels. Les réserves, quant aux nouvelles poutres, ont été balayées dès le début par une étude de faisabilité qui a montré qu'elles pouvaient très bien concurrencer, même du point de vue économique, une construction conventionnelle. La sécurité est assurée par un dispositif combinant téléphonie et Internet per-

mettant de déclarer immédiatement une défaillance de la compression dans un pneu. Et même si le système de sécurité était défaillant, les poutres sont conçues pour porter leur poids propre et 10 cm de neige sans air comprimé.

Plans • Coupe échelle 1:200

- 1 places de parking
- 2 rampe
- 3 caisse

Coupes de détail échelle 1:20

- 1 membrane de toiture, tissage de fibre de verre enduit de silicone
- 2 tube acier  $\square$  200/100/5 mm
- 3 tube acier  $\varnothing$  168/4,5 mm
- 4 plat acier  $\square$  10 mm
- 5 membrane remplie d'air comprimé
- 6 couverture tôle acier inoxydable 1 mm
- 7 profil pince aluminium
- 8 barre ronde  $\varnothing$  6 mm
- 9 tube acier  $\square$  200/200/6,3 mm
- 10 plat acier  $\square$  5 mm
- 11 profil acier  $\square$  120/55/7 mm
- 12 tube acier  $\square$  300/200/12,5 mm
- 13 tissage métallique acier inox
- 14 béton coulé in-situ 200 mm
- 15 plat acier  $\square$  30 mm
- 16 profil acier L 90/60/8 mm
- 17 platine de piétement plat acier  $\square$  20 mm
- 18 chape bitumineuse 100 mm
- 19 couche de gravier en pente
- 20 dalle béton armé (existant)

#### **Page 760**

##### **Maison de ville à Tübingen**

Les architectes souhaitent avec ce projet offrir une interprétation contemporaine du type de la maison de ville qui a une tradition importante en Europe occidentale comme dans le monde anglo-saxon.

Trois plateaux identiques et une penthouse avec un grand toit terrasse viennent occuper l'étroite parcelle de 5,50 m de largeur, entre deux mitoyens. La circulation verticale est tout autant économique qu'intéressante spatialement et se développe sur le mur ouest. Les trois niveaux peuvent être reliés à volonté par l'escalier et servir au choix de logement ou de bureau. C'est pour cela que les plans sont neutres en ce qui concerne la fonction, ce qui se reflète aussi dans la composition des façades à montants et traverses. Celles-ci sont partiellement fermées au nord et entièrement ouvertes au sud pour profiter des apports solaires passifs; elles sont très bien isolées et réalisées de façon totalement étanche.

Du côté rue, le volume remplit entièrement l'épannelage prévu par le plan d'occupation des sols. La façade se prolonge sous forme d'un vitrage biais dans la toiture. La dalle de toiture, comme toutes les autres dalles de niveau est laissée apparente et réalisée en béton coulé in-situ. Un toit plat planté est construit au-dessus de la grande cuisine. La prolongation de la dalle en béton au-dessus de la terrasse est seulement recouverte de lés soudés en élastomère étanchés par un profil de rive. La terrasse elle-même est équipée d'un deck accessible, posé sur un lit de gravier à son tour sur le dispositif cou-

rant de terrasse, qui se prolonge au delà de la façade en une marche dans l'espace de séjour, reliant optiquement les espaces intérieurs et extérieurs. Les revêtements de sol intérieurs sont réalisés dans un mortier de terre cuite poli et ciré. Les aménagements sont posés sur le sol comme des meubles et peuvent être retirés en cas de changement de fonction; certains remplissent deux fonctions: les garde-corps de l'escalier et les cloisons des salles de bains sont aussi des étagères.

Plan de situation échelle 1:1500

- Coupes
- Sous-sol
- Rez-de-chaussée
- 1er. niveau
- 3e niveau
- Échelle 1:250

- 1 technique
- 2 cave
- 3 bureau
- 4 chambre à coucher
- 5 séjour/cuisine
- 6 rangement
- 7 toit terrasse

Coupes échelle 1:20

- 1 couche de végétation 40–60 mm  
feutre filtrant sur élément drainant 25 mm  
feuille de protection contre les racines, lé d'étanchéité bitume, isolant thermique mousse dure 200 mm, pare vapeur, dalle béton armé 180 mm
- 2 structure de montants et traverses en lamellé-collé 160/52 mm
- 3 vitrage incliné, profil aluminium avec verre de sécurité feuilleté 8 + vide 16 + 8 mm
- 4 ouvrant vitrage isolant: verre de sécurité feuilleté 6 + vide 10 + 8 mm
- 5 vitrage émaillé 8 mm
- 6 panneau contreplaqué étanche 19 mm  
isolant thermique laine minérale 150 mm  
pare-vapeur
- 7 panneau aggloméré avec liant ciment 16 mm  
enduit brique poli et ciré 40 mm  
feuille de séparation, isolant acoustique 20 mm

- dalle béton armé 200 mm
- 8 lé d'étanchéité bitume double épaisseur
- 9 porte en bois pliante et coulissante avec vitrage isolant trempé 4 + 16 + trempé 4 mm
- 10 garde corps panneau polycarbonate 25 mm dans châssis en profil aluminium LJ 30/30/2 mm
- 11 profil bois mélèze sibérien 26/120 mm sur lattes étanchéité lé de bitume  
isolant thermique mousse rigide 140 mm  
remplissage en pente lié au bitume 30 mm  
pare-vapeur
- 12 garde-corps du toit terrasse grille métallique 30 mm
- 13 garde-corps du balcon enduit profil acier □ 10/50 mm
- 14 vitrage de protection incendie montée d'escalier
- 15 panneau de fibre-ciment 12 mm sur structure aluminium fixation invisible  
tôle aluminium 2 mm, panneau isolant 25 mm

**Page 764**

**Immeuble d'habitation à Dortmund**

La transformation de la Ruhr est perceptible jusque dans le quartier de Hörde, à Dortmund. Les terrains industriels en friche des anciennes fonderies Phœnix doivent être transformés en un secteur d'innovation avec un programme mélangeant recherche, développement ainsi que services, logements et programmes de loisir. À quelques rues de là, la transformation d'un immeuble d'habitation vient de s'achever: le programme n'a pas été modifié, seulement l'aspect extérieur. Il est apparu nécessaire, après la surélévation, de refaire le toit et d'isoler la façade. C'est un «nouveau» bâtiment aux lignes épurées qui est apparu: un cube avec un toit en pente. Les fenêtres sont au nu extérieur, les irrégularités de l'existant ont été effacées par la pose du nouveau système isolant. Les murs enduits lisses se prolongent sans démarcation dans le plan de la toiture, le chéneau, réalisé dans le même matériau, est intégré

dans la surface du toit. Un lanterneau reste invisible du côté cour.

L'immeuble est très présent du côté rue, aussi bien les façades longues que les pignons retirent un avantage de leur situation urbaine d'entrée de ville. L'entrée de la maison est quelque peu en retrait sur un large trottoir, protégée par un auvent en verre filigrane. La lumière tombe du haut dans la montée d'escalier par un puit de lumière. C'est ainsi que des percements ont pu être évités en façade. Des tôles d'aluminium colorées transforment l'accès en un événement de nature quasiment artistique, contrastant avec le parti monochrome du reste de l'immeuble. La rambarde du nouvel escalier en béton armé s'élève dans un élan sculptural. Le nouvel appartement au deuxième étage fait varier le plan des logements existants avec son espace de repas et de séjour ouvert.

Plan de situation échelle 1: 2000

Plans, coupes échelle 1: 400

- 1 couloir
- 2 salle de bains
- 3 cuisine
- 4 salle à manger
- 5 chambre
- 6 séjour / repas

Coupes de détail échelle 1: 20

- 1 constitution de la toiture:  
tôle de zinc prépatinée,  
pose à double plis relevés 0,7 mm  
couche de séparation 0,8 mm  
habillage panneau OSB 22 mm  
isolant thermique fibre minérale 180 mm  
chevron 80/180 mm  
pare-vapeur, lattes 24/48 mm  
panneau de plâtre 12,5 mm
- 2 couverture du faitage tôle de zinc
- 3 panne faitière 100/100 mm
- 4 tôle de fixation de la gouttière 0,7 mm
- 5 chéneau

Edition DETAIL



**Intérieurs**

Christian Schittich (collectif), nouvelle édition 2004, 176 pages avec de nombreux dessins et photos, format 23 x 29,7 cm ISBN 3-7643-7148-X Traduction: Xavier Bélorgey

## Concevoir les intérieurs - Construire le design

- ▷ **Plâtre, verre, tissage métallique, bois** – un aperçu clair de ce que cachent les habillages
- ▷ **De l'espace de méditation aux aménagements organiques des boutiques de mode** – des détails d'exécution jusqu'à l'échelle 1:1
- ▷ Des architectes de renommée internationale s'expriment sur **les pratiques de l'architecture intérieure**

Qu'il soit question de cabines de trains, de boutiques ou de bibliothèques nous vous montrons comment les architectes du monde entier abordent leurs intérieurs. La grande variété des sujets est abordée par divers projets exemplaires. Toutes les illustrations – des dessins de présentation générale aux détails à grande échelle – ont été réalisées avec la compétence de la rédaction de la revue DETAIL.

**65,- €**  
plus emballage et frais d'envoi



- 6 larmier
- 7 tôle de jonction aluminium 1,5 mm
- 8 madrier bois 30/220 mm
- 9 constitution du mur:  
enduit gratté teinté dans la masse 20 mm  
système composite d'isolation thermique,  
double épaisseur 160–180 mm  
maçonnerie en béton poreux 240–400 mm,  
(construction neuve)  
maçonnerie de briques 240–430 mm, (existant)
- 10 sablière 100/100 mm
- 11 lattes 24/48 mm
- 12 panneau de plâtre 12,5 mm
- 13 ancrage chaînage préfabriqué 240/250 mm
- 14 profil aluminium L 150/200/10 mm
- 15 fenêtre à ouvrant basculant vitrage isolant, float  
4 mm + vide 16 mm + float 4 mm, dans menuiserie  
aluminium laquée au four
- 16 appui de fenêtre panneau MDF laqué blanc  
20 mm
- 17 enduit plâtre 15–20 mm
- 18 dôme zénithal 100 x 200 cm, verre acrylique clair  
2x3 mm
- 19 couronne résine polyester renforcée de fibres iso-  
lée thermiquement
- 20 structure de support profil conique en bois
- 21 pare-vapeur
- 22 tasseau bois 60/100 mm
- 23 tôle de rive
- 24 profil acier galvanisé L 140/550/10 mm
- 25 verre de sécurité feuilleté constitué de 2x 8 mm  
verre partiellement trempé  
film PVB 0,76 mm tendu
- 26 plat acier galvanisé 140/10 mm
- 27 étanchéité élastomère double face 5 mm
- 28 construction de support bois 60/60 mm
- 29 tôle aluminium laquée au four 3 mm
- 30 porte d'entrée, vitrage isolant, float 4 mm + vide  
16 mm + float 4 mm, dans menuiserie aluminium  
laquée au four
- 31 revêtement de sol linoléum 3 mm
- 32 béton armé 180 mm
- 33 béton coulé in-situ 60 mm
- 34 étanchéité souple bitume
- 35 profil acier galvanisé L 200/100/10 mm
- 36 acier inoxydable L 150/65/5 mm
- 37 béton armé 250 mm
- 38 isolation des ébrasements 40 mm
- 39 boîte aux lettres laquée au four
- 40 cadre en profils aluminium 2 x 25/50/4 mm disso-  
ciés thermiquement

absence volontaire de distinction dans les détails. La couleur rouge et offensive du volume et la réduction au minimum des différenciations architectoniques confèrent à la toiture son aspect grossier rappelant l'univers de la bande dessinée. Deux autres parties sont lisibles à côté du volume illégal: le portail ancien d'un ancien entrepôt conservé pour répondre au souhait de la protection des monuments historiques et le nouveau bâtiment, «légal», clairement dissocié de l'existant qui se développe entre les mitoyens des bâtiments voisins. Le volume cubique qui s'étire sur toute la longueur de la parcelle reprend les hauteurs autorisées. Avec les surélévations de niveau, en partie arrière de la parcelle, le volume entièrement vitré et transparent reste conforme aux réglementations d'urbanisme et permet d'offrir aux trois logements des espaces extérieurs individuels sous forme d'une cour intérieure de plein pied et de toits terrasses.

Plan masse échelle 1:750

Coupe · plans échelle 1:250

- 1 toit
- 2 façade de verre
- 3 portail existant
- 4 entrée, distribution
- 5 éclairage de la montée d'escalier
- 6 bureaux et boutiques
- 7 cour intérieure
- 8 duplex avec vide
- 9 terrasse
- 10 triplex
- 11 toit-terrasse
- 12 sanitaires

Coupes échelle 1:20

- 1 étanchéité résine PU, 5 mm: couche de couverture, rouge signal, étanchéité déroulée 2 x laquée à la bombe, couche d'usure traitement de surface en sable de quartz, laquée à la bombe
- 2 enduit armé 2 mm, isolation thermique panneau polystyrène, extrudé 120 mm  
pare-vapeur, lé de bitume, double 6 mm  
béton armé 120–180 mm
- 3 panneau de plâtre blanc 12,5 mm
- 4 enduit de plâtre blanc 12–15 mm
- 5 madrier, continu 120/120 mm
- 6 vitrage isolant dans menuiserie PVC, blanche, verre trempé 4 + vide 16 + verre trempé 4 mm  
constitution du sol: chape, teintée grise 5 mm  
chape ciment 50 mm  
chauffage au sol 22 mm, couche séparatrice isolant acoustique 30 mm, béton armé 180 mm
- 8 vitrage isolant dans menuiserie PVC, blanche, verre de sécurité feuilleté 4 + vide 16 + verre flotté 4 mm
- 9 façade à montants et traverses en profil acier 60/100 mm
- 10 écarteur profil acier, fixé sur la dalle en béton, 400 mm
- 11 plafond panneau de plâtre, 2x12,5 mm
- 12 constitution de la terrasse:  
dalle en béton 300/300/40 mm, sur  
sachets de mortier, étanchéité double épaisseur bitume 6 mm,  
isolation thermique en pente 100–160 mm  
étanchéité double bitume 6 mm

## Page 772

### Exploitation viticole à Jois

La même entreprise familiale exploite depuis plusieurs générations la quarantaine d'hectares de ce domaine viticole à Jois. La

construction de nouveaux chais permettant de rassembler les productions divisées jusque là en 4 caves différentes coïncide avec la reprise du domaine par le fils. Le site, un parc naturel protégé entre la rive nord du Lac Balaton et les contreforts nord-est des monts Leitha, le microclimat méditerranéen et les forts vents d'ouest ont convaincu le duo d'architectes d'enterrer deux tiers du volume en L dans la rive protégée du lac. Seulement huit lanternes, orientés au nord et qui ressemblent de loin à des tentes dans l'herbe, sortent des prés, ils assurent un éclairage parfait des espaces de production et des chais situés en-dessous qui profitent de tous les avantages du climat souterrain. Les lanternes préfabriqués en béton armé créent une atmosphère lumineuse intérieure quasiment sacrée. À la différence des chais en majorité enterrés, l'espace de vente, de dégustation et de séminaire est en aplomb sur la pente, sur des poteaux en béton vibré en forme de V. Une fenêtre panoramique, éclairée la nuit, créant un signe imposant dans la région viticole, propose une vue grandiose vers le Sud, où le paysage va rejoindre doucement le lac. La vue du toit terrasse, vers le lac et les vignes, est aussi magnifique. Tous les axes visuels qui traversent l'intérieur du bâtiment soulignent son ouverture: le vigneron peut surveiller sa production, les clients comprennent mieux son travail. Les chais du sous-sol sont visitables à partir d'une passerelle en béton préfabriquée équipée de vitrage isolant. Les meubles épurés, en noyer foncé, dessinés par les architectes, enchantent la nature des intérieurs; un bar éclairé par dessous semble flotter au-dessus du sol traité en résine époxy.

Plan du niveau supérieur

Coupe échelle 1:1000

- 1 salle de présentation
- 2 plate-forme
- 3 vide sur la cave à vin
- 4 salle d'emballage
- 5 halle de production
- 6 galerie pour diverses manifestations
- 7 livraisons

Coupe de détail sur l'éclairage zénithal Échelle 1:20

- 1 constitution de la toiture:  
couche de végétation 400 mm  
feutre filtrant  
drainage 100 mm  
feutre filtrant  
isolation thermique mousse dure PUR 160 mm  
protection cintre les racines  
étanchéité triple lé de bitume  
béton en pente 20–160 mm  
béton armé 350 mm
- 2 vitrage du lanterneau verre trempé 6+ vide+verre trempé 6 mm
- 3 pièce préfabriquée en béton armé 200 mm
- 4 habillage tôle acier inox 1 mm
- 5 protection solaire (prévues)
- 6 barre comprimée
- 7 couche de végétation 150–200 mm
- 8 tôle acier 250 mm
- 9 tôle de rive, perforée
- 10 chéneau acier
- 11 front en tôle 1 mm
- 12 vitrage isolant de sécurité feuilleté 10 mm constitué de 2x 5 mm float+ vide 10 mm

## Page 768

### Immeuble d'habitation et commerces à Cologne-Bayenthal

La couleur rouge-signal du toit est la conséquence logique de l'intervention des architectes à Bayenthal, une ancienne zone industrielle de Cologne à la structure hétérogène, affichant une mise en scène volontaire et poussée à bout. Le toit, en tant qu'élément «illégal» – il ne respecte pas, en nombreux points, les réglementations – domine de façon provocante le bâtiment de 5,50 m de large et 25 m de longueur et s'oppose démonstrativement aux règles conventionnelles de physique de la construction: des surfaces de béton armé, dans le vide et en biais, semblent ignorer les différences entre mur, toit ou plancher. Des ouvertures carrées avec des profils volontairement surépaissis viennent perforer la structure de toiture massive et éclairent les pièces comme des spots. La peau en plastique résistante aux UV et aux intempéries, constituée de plusieurs lés de résines de polyuréthane liquide laquée, est appliquée sans soudure sur les surfaces et dans les angles avec une

**Page 777**

**Abris de luxe dans les Ayers Rocks**

Le site de l'Ayers Rocks ou «Uluru» pour les aborigènes, au centre de l'Australie attire annuellement jusqu'à 400 000 touristes. La plupart s'y rend en bus cahotant à la fin de la nuit pour participer au lever du soleil sur le monolithe rouge. Ce projet a pour objectif d'offrir à quelques privilégiés ce spectacle grandiose dans des conditions d'exclusivité. 15 abris de luxe sont alignés 10 km au nord ouest du rocher, le long d'une dune et protègent les touristes du climat difficile. Les structures rigides en acier et verre sont ancrées dans le sol avec huit poteaux d'acier et surélevées d'environ 2,5 m au-dessus de la surface de sable «coulante». Un toit en forme de tente constituée de trois épaisseurs de textile protège les boîtes toutes équipées d'une grande fenêtre panoramique sur le rocher. C'est seulement après de longues tractations avec les aborigènes Anangu locaux, que le campement a pu être réalisé. L'une des conditions décisives était la possibilité de pouvoir démonter en peu de temps les abris. Des réglementations écologiques très strictes interdisent l'utilisation de véhicules lourds ou de machines. L'eau et l'électricité sont rassemblées dans une canalisation le long de la voie d'accès au centre des visiteurs situé 2 Km plus loin; les eaux usées sont récupérées par pompage pour ne pas créer d'espace vert non naturel dans le désert. Une unité d'approvisionnement centrale est intercalée au centre de l'alignement avec une salle commune et une salle à manger sous un grand chapiteau à deux mâts.

Coupes • Plan  
Échelle 1:200

- 1 tube acier Ø 102/3,2 mm
- 2 tissage polyester tendu enduit PVC
- 3 tissage polyester enduit PVC
- 4 tissage de coton
- 5 tube acier □ 200/100 mm
- 6 moustiquaire
- 7 store, protection visuelle
- 8 porte coulissante aluminium avec vitrage isolant
- 9 tube acier-inox Ø 40 mm
- 10 profil acier LJ 180
- 11 revêtement carrelage  
panneau aggloméré 20 mm  
isolant thermique 75 mm  
pare-vapeur  
panneau de fibre ciment 10 mm
- 12 profil acier IPE 240
- 13 tube acier Ø 102/3,2 mm
- 14 tôle aluminium peinture pulvérisée
- 15 plat acier 12 mm
- 16 anneau d'acier Ø 1200/12 mm

Coupe échelle 1:200

Coupes de détail échelle 1:10

- 1 tôle ondulée aluminium  
pare vapeur, isolant thermique 75 mm  
panneau de plâtre 12,5 mm
- 2 profil montant métallique du mur LJ 80 mm
- 3 poteau tube acier Ø 89/3,2 mm
- 4 vitrage fixe
- 5 raidisseur profil aluminium T 45/45/3 mm

- 6 profil de garde-corps tube acier inox Ø 40 mm
- 7 porte coulissante aluminium avec vitrage isolant

**Page 781**

**Centre Paul Klee à Berne**

«La courbe délicate de la ligne du vallon fait tout le charme du lieu». C'est cette première impression de l'architecte qui a conduit à la sculpture paysagère du nouveau Centre Paul Klee de Berne. Trois vagues se soulèvent au-dessus d'un champ directement voisin du cimetière où repose Paul Klee. Elles se prolongent dans le champ d'orge à l'est sans démarcation et s'ouvrent à l'ouest sur la ville. Le point de départ du projet a été l'offre de la belle-fille de Paul Klee de céder à la ville de Berne 690 peintures à condition de réaliser, jusqu'en 2006, un musée pour 4000 œuvres. Grâce au mécénat du chirurgien Maurice Müller ce vœu a pu être réalisé en complétant même le programme par un auditorium, un musée des enfants, et des espaces d'administration. Une «rue du musée» relie, au rez-de-chaussée, tous les espaces. La géométrie du bâtiment est définie par une surface ondulée trois fois qui définit en plan comme en projection des segments de cercle. On s'est décidé pour une structure en nervures d'acier découpées à l'aide d'une assistance informatique, puis soudées à la main. Les hauteurs de poutre diffèrent entre 800 et 1200 mm. Entre, des grilles et des tubes ronds ont été mis en œuvre, ils se transforment en rive en bacs de tôle remplis de terre afin d'assurer le passage en continu dans le paysage. Les situations des supports sont aussi différentes: la courbe s'achève dans la descente et repose ponctuellement en ses parties les plus basses alors qu'en partie arrière elle s'enfonce dans la terre où des murs en béton armé reprennent les charges. En tout point les arcs sont précontraints par des tirants dans les dalles. Au point le plus haut, à l'ouest, le toit reprend en plus les forces de la façade suspendue. La lumière naturelle n'étant souhaitée ni dans le musée ni dans l'auditorium, les œuvres fragiles ne supportant pas plus de 50 à 100 Lux, toute l'exposition est baignée dans un éclairage contemplatif.

Coupes • Plans échelle 1:1000

- 1 auditorium
- 2 foyer
- 3 musée des enfants
- 4 technique
- 5 réserves
- 6 exposition temporaire
- 7 livraison camions
- 8 emballage
- 9 atrium
- 10 restaurant
- 11 salle polyvalente
- 12 salle de séminaires
- 13 communication visiteurs
- 14 rue du musée publique
- 15 caisse
- 16 boutique
- 17 archives digitales café Internet
- 18 exposition Paul Klee

- 19 administration
- 20 bibliothèque

Façade sud administration

Coupes verticales

Échelle 1:50

- 1 grille constituée de tubes ronds Ø 16 mm  
tôle acier inox 0,4 mm  
coffrage 24/100 mm  
contre latte 50/70 mm sur profil d'écartement  
film de sous toiture soudé  
isolation thermique laine de verre 280 mm  
lé de bitume élastomère autocollant à froid  
bac acier galvanisé 40 mm  
lattes avec panneau isolant acoustique 30 mm  
panneau bois dérivé 16 mm
- 2 poutre caisson soudée 300/800-1200/20 mm
- 3 répartition des charges tube acier □ 120/120/8 mm
- 4 vitrage isolant trempé extra blanc 8 mm + vide rempli d'argon 16 mm + float extra blanc 2x 5 mm
- 5 poteau acier plat 2x 90/10 mm
- 6 caillebotis 20 mm  
profil acier HEB 160 mm, tôle acier inox 0,4 mm  
isolant thermique mousse PU 180 mm  
lé de bitume élastomère autocollant à froid  
bac acier galvanisé 40 mm, profil aluminium 60/100 mm, panneau de plâtre 2x 12,5 mm
- 7 protection solaire textile sur profil acier L 2x 30/30 mm
- 8 poteau plat acier 2x 110/15 mm sur platine d'ancrage
- 9 parquet chêne 16 mm  
lattes 30 mm  
plancher creux 40 mm
- 10 verre isolant progressif trempé extra blanc 8 mm + vide rempli d'argon 16 mm + verre feuilleté de sécurité 21 mm, avec pare close aluminium tube acier □ 60/60 mm  
tube acier Ø 159 mm
- 11 profil acier I 320/800-1200/20 mm

- A Passerelle d'entrée
- B Espace d'exposition
- C Administration

Coupes verticales

Échelle 1:50

- 1 béton dur 30-60 mm, béton armé 340 mm
- 2 garde-corps verre feuilleté de sécurité 2x 10 mm
- 3 profil acier LJ 160 mm, bandes élastomère, plat acier 160/20 mm, 150/15 mm
- 4 poutre profils acier soudés, sur fondation en béton armé, précontraint avec des câbles en acier
- 5 tube acier Ø 40 mm
- 6 terre
- 7 caillebotis en tubes ronds Ø 16 mm  
tôle acier-inox 0,4 mm  
coffrage 24/100 mm  
contre-lattes 50/70 mm sur profil d'écartement  
feuille de sous-toiture soudée  
isolant thermique laine de verre 280 mm  
lé de bitume élastomère autocollant à froid  
bac acier galvanisé 40 mm  
lattes avec panneau isolant acoustique 30 mm  
panneau de bois dérivé 16 mm
- 8 poutre articulée:  
plat acier 2x 120/20 mm avec tube acier Ø 110 mm
- 9 panneau de panneau de plâtre renforcé de fibre de verre 12,5 mm  
profil aluminium 35 mm  
béton armé 400 mm  
enduit bitumineux  
isolant thermique polystyrol 200 mm  
panneau drainant 20 mm
- 10 verre isolant progressif trempé extra blanc 8 mm + vide rempli d'argon 16 mm + verre de sécurité feuilleté 21 mm avec pare-close aluminium tube acier □ 60/60 mm et Ø 159 mm

**Page 789****«Trois vagues valent mieux qu'une» –  
Entretien avec Attila Eris**

*Detail: racontez-nous rapidement l'histoire du projet du Centre Paul Klee, qui propose l'une des plus grandes collections monographiques au monde avec presque 4000 œuvres*

Eris: l'histoire commence avec la mère de Paul Klee qui était originaire de Berne. Son père était de Munich. C'est aussi là que Klee a fait ses études et débuté sa carrière. Puis il du fuir à cause des nazis. Comme il avait un passeport suisse il a pu revenir. C'est là qu'il est mort et sa famille vit toujours à Berne: la veuve de son fils, Livia Klee-Meyer vit toujours et a légué à la ville de Berne tous les tableaux et dessins de sa collection personnelle – ce ne sont pas les grands chefs-d'œuvre mais des études et des esquisses importantes – à condition que la ville construise un musée jusqu'en 2006. À cela s'ajoutent encore les œuvres de la collection de son fils, Alexander Klee. Maurice Müller, l'inventeur de la prothèse de la hanche, s'est imposé en mécène et a fourni une grande partie des sommes nécessaires à la construction du musée. La fondation Maurice et Martha Müller a mis à disposition 70 millions de francs suisses sur les 109 du coût du projet. Le reste vient de sponsors privés, de banques, d'une chaîne de supermarchés qui ont financé des parties du projet comme l'auditorium ou le musée des enfants.

*Detail: ce fut une commande directe. Comment un tel projet n'a-t-il pas dû être soumis à un concours?*

Eris: il y avait différents liens. Maurice Müller et Renzo Piano se connaissent depuis vingt ans par le pianiste Maurizio Pollini. De plus, Martha et Maurice Müller ont vu le musée Beyeler de Bâle et voulaient, au départ, quelque chose de semblable. Mais un architecte exigeant ne construit pas deux fois la même chose. Ici, la situation est, à cause du paysage, complètement différente.

*Detail: c'est la clef de la recherche formelle. Expliquez-nous le processus de formation des trois vagues.*

Eris: les vagues sont inspirées du paysage préalpin, des vallonnements que l'on voit autour de Berne. Renzo Piano voulait un projet qui prolonge le paysage, qui y soit intégré. L'idée d'une sculpture paysagère est venue assez vite. Pas seulement construire un bâtiment mais plutôt former le paysage pour qu'il devienne le bâtiment lui-même. Une grande partie du bâtiment est souterraine. Il y a une seule façade. Le nombre des vagues est en fait une construction urbaine, cela veut dire: à partir de quand c'est bien? Une seule vague n'est pas belle, vous devez savoir que l'ensemble du programme aurait pu tenir dans une seule vague. On l'a agrandi avec l'administration, on a ramené les ateliers et la restauration, les archives de toutes les œuvres de Paul Klee, même les Klee du

musée de Berne viennent ici. On a étendu le projet dans la direction de la musique. Paul Klee a, de son vivant, toujours balancé entre musique et peinture. C'est ainsi qu'une salle de musique de chambre a été rajoutée. Il y a aussi une unité pédagogique pour les enfants. Elle sera visitée par les écoles. Comment initier les enfants à l'art? Des pédagogues salariés proposent un programme continu.

*Detail: cela veut dire que le musée est devenu aussi grand parce que Renzo Piano voulait trois vagues de cette taille? Comment a-t-il pu convaincre le maître d'ouvrage que c'était une raison suffisante pour dépenser beaucoup plus d'argent que ce qui était prévu?*

Eris: charisme, force de persuasion. Il a bien sûr fallu trouver de l'argent pour toutes les parties supplémentaires. Mais la vision était bien trop forte, justement pour Berne. Pendant ces dernières années l'évolution suisse des musées s'est joué en dehors de Berne. Beaucoup, même des petites communes ont cherché une sorte d'image de marque liée à des architectes pour attirer des visiteurs, que cela soit Diener et Diener, Herzog & de Meuron ou Jean Nouvel. Cette évolution n'a pas eu lieu à Berne. Il y a eu un référendum qui posait la question «voulez vous vraiment un projet de cette dimension?» Il y a eu des peurs, elles existent encore comme le montre la guerre des tableaux bernois. Le musée des beaux-arts a peur de perdre des visiteurs, ils viennent pour Klee – mais Klee va être maintenant au «Centre Paul Klee».

*Detail: la charpente est réalisée en acier. À l'avant projet vous pensiez au bois ou au béton. Pourquoi ces matériaux ont ils été rejetés?*

Eris: Il y a eu des études en béton qui allaient dans la direction des coques, avec des lanterneaux ronds. Mais les portées étaient assez importantes, presque 60 mètres dans la vallon nord. En plus, il y avait un souhait formel: montrer les nervures à l'extérieur et à l'intérieur. Le bâtiment doit avoir l'air d'un ossement d'animal pris dans le sable, l'image du sillon était aussi un thème. Nous avons aussi envisagé du lamellé-collé avec les ingénieurs et les fabricants, avec des renforcements en fibre de carbone dans les zones tendues. Mais cela n'a pas abouti, la technologie originaire des USA n'a, finalement, pas été autorisée. Évidemment il est difficile d'enfoncer de l'acier dans la terre, ce n'est pas complètement pur. Les poutres ont été imprégnées et habillées. Aussi longtemps que le bâtiment est hors d'eau il ne devrait rien se passer, il est sur la pente et il ne devrait pas y avoir de remontées d'humidité de l'eau souterraine.

*Detail: le Renzo Piano Building Workshop (RPBW) a travaillé dès les premières études très étroitement avec des consultants spécialisés. Quels ingénieurs étaient déjà à ce stade particulièrement importants et pourquoi?*

Eris: en plus de l'ingénieur structure, la physique de la construction a été très importante dès le début parce que nous avons essayé d'obtenir le label Minergie. L'ensemble du bâtiment est hautement isolé thermiquement, à l'extérieur jusqu'à -14 mètres. Finalement, nous n'avons pas obtenu le label, le maître d'ouvrage aurait dû en faire la demande avant le début du chantier. Ce label a pour but de simplifier la décision pour le supplément d'étude nécessité par une construction plus économique énergétiquement.

*Detail: le RPBW a son siège à Gènes et une dépendance à Paris, Comment a été organisé le projet au sein de l'agence?*

Eris: les deux agences existent depuis 30 ans et travaillent de façon relativement indépendante. Elles ont chacune leur propre marché, même si nous travaillons aussi à Paris sur des projets italiens. L'agence parisienne a peu de projets français en ce moment. Nous construisons beaucoup en Amérique. Amener le Centre Paul Klee allait de soi, puisque Bernhard Plattner, le chef d'agence est originaire de Berne et connaît encore beaucoup de monde dans la maîtrise d'ouvrage depuis ses études. La conception s'est faite entièrement à Paris, 6 personnes en moyenne ont travaillé dessus. Elle a duré 5 ans. Depuis que le projet a commencé, Bernhard Plattner et les membres germanophones de l'équipe vont toutes les semaines à Berne. En phase finale, nous sommes presque des semaines entières ici.

*Detail: le chantier est suivi par une agence locale?*

Eris: oui, ARB est une agence bernoise.

*Detail: jusqu'où s'investit l'agence dans la conception des structures et des détails? Y-a-t-il des spécialistes pour certaines parties spécifiques?*

Eris: nous dessinons tout, du plan jusqu'aux soudures. Bien sûr, il y a des éléments spécifiques qui sont résolus davantage par les entreprises mais nous vérifions tout. À partir d'une certaine échelle, chacun se charge d'un secteur comme les bureaux, l'auditorium, les salles d'exposition et s'en charge jusque dans le détail.

*Detail: dans quelle mesure Renzo Piano lui-même prend part au projet?*

Eris: l'esquisse des trois vagues est de lui. Puis il nous laisse faire, pendant quelques années il jette de temps en temps un coup d'œil. Il n'a pas été souvent là, il vient une fois par mois, seulement en fin de chantier.

*Detail: la salle de musique de chambre a une surface en béton, inhabituelle pour Renzo Piano. Comment est-ce arrivé?*

Eris: tout le monde connaît les salles de musique de Renzo Piano. Ce sont toujours des instruments très sophistiqués. On est dans l'instrument, dans le bois de cerisier, noble,

parfait. Nous avions peur de ne pas y arriver, la salle pour 300 spectateurs est très grande avec ses 3000 m<sup>3</sup>. La première idée a été de couler une coque en béton, puis une seconde coque avec une ossature d'acier et des remplissages en maçonnerie. Nous en sommes finalement arrivé à ces éléments de béton préfabriqués. On peut traiter les surfaces pour qu'elles soient belles et l'on obtient un béton structuré à la Paul Rudolph que nous avons fait couler dès le gros œuvre. Puis on a rajouté les grilles d'éclairage et les réflecteurs en bois pour l'acoustique. Le reste est assez cru, ce qui est plutôt inhabituel chez Renzo Piano.

*Detail: qu'est-ce qu'il a dit quand il a vu?*

Eris: il trouvait ça bien.

*Detail: un chef loyal qui dit qu'il a su s'entourer des bonnes personnes et qui les laisse faire?*

Eris: non, je n'irai pas si loin. Quelquefois il ne peut pas dépasser son ombre. Il a par exemple fait peindre en gris les grands murs de la rue du musée qui étaient orange. Il y a toujours des points pour lesquels il s'impose.

*Detail: mais il laisse quand même faire et voit le résultat?*

Eris: oui. J'ai souvent l'impression que nous faisons souvent d'abord des prototypes. Des prototypes pour confirmer, pas pour tester.

*Detail: le chantier était marqué par plusieurs particularités. Un mauvais terrain, 180 000 m<sup>3</sup> de terre déplacée, une construction massive sans joint de dilatation... Qu'est-ce qui a été pour vous le principal défi ?*

Eris: les travaux de terrassement ont vraiment été très difficiles. Ils ont même influencé le plan. Toutes les montées d'escalier descendent jusqu'au niveau le plus bas sauf dans la partie nord. Si l'on avait utilisé le bon angle de pente de talus pour les déblais, la villa voisine aurait glissé dans la fouille. Dans l'ouvrage terminé la différence n'est plus compréhensible.

*Detail: le modelage du paysage a aussi été une mesure très importante.*

Eris: il ne reste plus rien du terrain naturel. Nous l'avons complètement remodelé, toutes les hauteurs de niveau sont nouvelles. Cela peut se voir sur le mur de soutènement en acier de presque trois mètres de haut qui clos le site à l'est. Les seuls points fixes sont les rues au sud et la villa au nord, entre, il y a les vagues.

*Detail: les vagues semblent être, au premier abord, des formes simples. Mais elles n'ont pas été faciles à construire.*

Eris: c'est vrai. On a commencé par des études sur maquettes. Nous avons demandé à Arnold Walz de Stuttgart de nous aider, il a essayé de transcrire les formes en formules, de les définir géométriquement avec une belle courbe harmonique à l'avant et une courbe très plate à l'arrière. La forme devait

sembler organique et suivre quand même une règle, c'était important aussi pour les coûts. C'est ainsi que les premières poutres sont inclinées de 1,5 à 9 degrés, les autres sont orthogonales. Toutes les poutres sont cintrées en plan avec le même cintre que celui de l'autoroute. Elle ont toute une section de 1,20 m en point bas et en point haut 80 cm, quelque soit leur portée. La poussée de la poutre avant inclinée doit être transférée à travers l'ensemble de la toiture vers l'arrière. C'est pour ça que l'on voit au droit des lanterneaux les fines barres en compression en partie haute des poutres et les éléments très épais en partie basse. On ne voit pas les éléments bas dans le bâtiment parce qu'ils sont cachés par l'habillage intérieur. Les éléments hauts ont servi plus tard au montage d'une grille en tubes d'aluminium sur laquelle l'herbe doit pousser dans la continuité du terrain.

*Detail: c'est donc vraiment la forme qui était prioritaire et son traitement statique était au deuxième plan?*

Eris: oui, et c'est aussi l'aspect formel: quand est-ce que c'est beau? Ce furent les conditions de base qui devaient être ensuite mises en œuvre. On voulait cette forme, trois fois cintrée, en plan, en élévation et en coupe et même la ligne de faîtage est un arc de cercle.

*Detail: A-t-il été difficile de trouver un consensus entre l'ingénieur structure et l'architecte et combien de temps cela a-t-il duré?*

Eris: nous avons peaufiné la géométrie pendant deux longues années. On a déjà cherché avec des vagues symétriques mais ce n'était pas possible à cause de la différence de hauteur de 6 mètres entre le côté nord et le côté sud. C'est pour ça que le vallonnement nord est relativement plus plat sur son flanc nord que sur son flanc sud.

La géométrie a été très précisément vérifiée avec la modélisation 3D et avec un système d'analyse des surfaces. C'est par exemple ainsi que l'on a vu où, par exemple, les pentes pourraient être trop raides ou bien où des brisures apparaissaient en surface. C'était aussi important pour la conception de la façade. Sa forme géométrique est une section de cône découpée en forme de vague en partie haute.

*Detail: ce genre de construction serait-il possible sans la CAO?*

Eris: je dis non. Nous avons à ce propos des avis partagés. Cela fut aussi, pendant des années, un travail sur l'ordinateur.

*Detail: comment avez vous travaillé avec la forme libre dans les intérieurs du bâtiment?*

Eris: pour le gros œuvre nous avons divisé la trame principale en trois grandes familles, parce qu'on ne pouvait pas couler chaque mur en béton cintré. Par contre, pour le second œuvre nous respectons systématiquement la trame rayonnante avec un écart de 0,2 degrés. C'est partout visible dans le bâti-

ment, jusqu'au parquet. Il est cintré comme l'autoroute, les fentes de ventilation sont aussi cintrées comme les plis dans l'habillage du toit.

*Detail: à cause du cintrage multiple chaque arche a une forme différente. Comment ont elles été réalisées et montées au niveau du détail?*

Eris: toutes les poutres sont soudées à la main, selon un fil de soudure d'environ 40 Km en addition, pas un seul segment n'est identique. L'entreprise de construction métallique a même du faire modifier son programme de CAO, elle n'y sera pas parvenu avec son programme standard. Le programmeur a même finalement aidé l'entreprise à maîtriser vraiment le projet. Mais, théoriquement on peut définir à l'ordinateur toutes les poutres, les mettre à plat et les souder, comme pour la construction d'un pont. Ce n'est pas impossible mais c'est un travail complexe. Ensuite les segments d'arc sont soulevés avec la grue, posés sur les poteaux et soudés.

*Detail: pouvez-vous nous décrire rapidement la structure?*

Eris: il y a en fait cinq systèmes différents. Dans la partie avant du bâtiment les poutres portent de vallon à vallon. Jusqu'au point de courbure c'est un arc parfait, dans la partie vallée cela devient problématique à cause de la torsion des moments élevés. Le reste de la structure est constitué à son tour des 4 systèmes différents même si en voyant le bâtiment on croit qu'il n'en est qu'un, parce qu'il n'y a aussi qu'un détail. Cela veut dire le détail d'articulation n'est pas valable trois fois. Il n'est valable que dans le deuxième système, la voûte classique qui repose sur un mur. Dans la partie arrière, où les vagues sont plus plates nous avons le troisième système. Là, les poutres sont encastrées dans le mur de béton mais le détail du support articulé est quand même conservé à l'intérieur. Derrière, c'est si plat qu'il ne s'agit plus que d'une poutre en trois parties. Le cinquième système est la poutre à double articulation qui n'est utilisée que dans la vague sud.

*Detail: les mouvements thermiques du toit en acier sont conséquents. Comment la façade réagit-elle à ces dilatations?*

Eris: c'est un point compliqué – un détail mis au point principalement entre Arup et l'entreprise de construction de la façade.

*Detail: cela veut-il dire que Renzo Piano est responsable des grands gestes mais que les détails compliqués sont traités par les ingénieurs et les entreprises de façade?*

Eris: nous avons certainement produit des dessins, des croquis de principe et nous avons arrêté la typologie des façades, mais les façades sont constituées, à la base, de pièces standards. Les entreprises ont là-bas un savoir spécifique bien meilleur, elles résolvent des détails, nous font des propositions que nous acceptons ou non. Travailler

dans le maniérisme ne fait pas de sens ici.

*Detail: est-ce la même attitude pour le second œuvre?*

Eris: nous ne sommes pas pour le second œuvre sur le front du design des matériaux les plus nouveaux. Nous privilégions l'acier, le bois, le verre, beaucoup le panneau de plâtre. Nous partons du principe que le second œuvre sera bon. Cela demande aussi beaucoup de temps. Mais nous ne dessinons pas chaque vis ou chaque soudure. Nous l'avons fait pour l'auditorium mais pas pour la façade. Dans ce projet, il s'agit vraiment d'un geste, les vagues, personne n'a encore jamais fait ça. Nous ne savions pas comment résoudre ce défi, le constructeur métallique ne savait pas non plus, personne ne savait. C'est pour ça que c'était si intéressant.

Attila Eris travaille pour RPBW depuis 2000 et a participé au projet du Centre Paul Klee dès le début. Attila Eris et Heide Wessely ont réalisé cet entretien à Berne.