

DETAIL – Revue d'Architecture

2005 □ Architectes et Ingénieurs

Résumé français

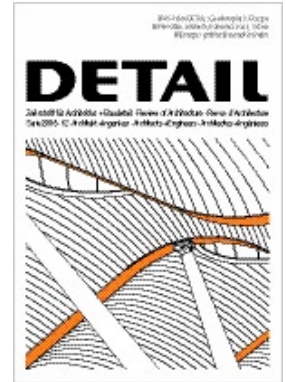
Traduction:

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/165/ErgebnisHeft>

**Page 1396****Ingénieur et architecte**

À partir du moment où il devint possible, grâce à la Révolution industrielle, de réaliser des structures en fer et en acier avec une géométrie et une résistance conformes à leur conception, deux professionnels chargés du projet constructif firent leur apparition, à la place du bâtisseur multi talent: l'architecte et l'ingénieur. L'expertise de Giovanni Poleni pour la coupole de St Pierre de Rome datant de 1748, est la date anniversaire de la naissance de l'ingénieur. Mais plus précisément, Poleni n'était que l'ancêtre de l'ingénieur stacien, puisque il se contentait d'analyser ce qui existait déjà, à l'image du scientifique qui se contente de découvrir ce qui existe déjà dans la nature. De son côté, par contre, l'ingénieur concepteur découvre – avec son savoir et son imagination ingénieusement mêlés – quelque chose d'entièrement neuf à chaque projet qui n'a jusque-là jamais existé. C'est ainsi par exemple que Victor Contamin conçoit la grande galerie des Machines de l'Exposition Universelle de Paris un ouvrage absolument nouveau, différent de tout ce qui existe déjà: l'articulation basse de cette halle de 115 m de portée remet en cause toute la pensée du bâtisseur en diminuant la section, là où les forces sont les plus importantes: au pied, au-dessus du sol, là où la structure devrait être la plus épaisse comme nous l'a appris la Nature ! Par là, le sol s'est dérobé sous ceux qui avaient appris à construire sans la statique et qui avaient, au plus, un sentiment mais pas d'expérience pour ce qui est du transfert des charges; c'est à dire les architectes.

Apparemment, les relations entre les deux métiers semblent toujours souffrir de cette naissance difficile. L'architecte s'est renfermé en boudant, au lieu de réfléchir et de se laisser inspirer par ce que le nouvel ingénieur, armé de sa nouvelle créativité et volontaire, ne voulait pas le laisser régner en maître absolu. L'architecte s'est donc complu, sans accepter les signes du temps dans tous les aspects historicisant de l'architecture, inintéressants pour l'ingénieur. Il

s'est mis à décorer les halles de gare élégantes et filigranes, les ponts des ingénieurs avec des façades ou des tours prétentieuses aussi kitsch que foisonnantes. Quant à l'ingénieur, il a utilisé son nouveau savoir comme instrument de pouvoir: «on fait ça comme ça sinon ça ne tient pas, un point c'est tout !», en se dégradant en stacien au lieu de développer son savoir-faire dans des projets alternatifs ou de rechercher avec l'architecte les meilleures solutions d'ensemble. Devons nous, nous les ingénieurs, pour marquer notre participation à la culture constructive, parler d'ouvrages d'ingénieurs à cause de cette naissance douloureuse? Ne voulons nous pas tous les deux, architecte et ingénieur, la même chose, de bons bâtiments, dans lesquels il est indifférent – et la plupart du temps parfaitement défini par les contraintes – quel élément est redevable à qui.

Tout s'est retourné «au profit» de l'architecte pendant la première moitié du 20^e siècle, grâce au béton armé. L'architecte pouvait concevoir grâce au matériau liquide des formes qui présentaient à l'ingénieur des problèmes de calcul difficiles à résoudre. Alors qu'un néophyte peut imaginer sans problème, en alternative à un plancher de bois, une dalle de séjour coulée en béton, c'est pour l'ingénieur une démarche importante. Pour les poutres, il n'est question statiquement que de la loi du levier, alors que pour une dalle plane il aura à faire à une équation différentielle à 4 degrés sans parler de la complexité mathématique des coques cintrées.

Siegfried Giedion salue dans «Espace, Temps et Architecture» le béton armé comme le matériau qui délivre l'architecture de son joug. L'architecte, libéré de sa dépendance à l'ingénieur peut désormais concevoir librement des formes plastiques. Les forces sont transférées dans le béton – en correspondant à la pensée démocratique sans frontières du 20^e siècle – libres dans toutes les directions. «L'architecture est en avance (maintenant) et demande à l'ingénieur beaucoup plus que ce qu'il peut assu-

rer». Les ingénieurs, jusqu'à aujourd'hui, ne semblent pas avoir pu se remettre du choc, qui a été produit sur eux par les architectes, qui semblent maîtriser beaucoup plus facilement qu'eux «leur» béton. Il ont fini par abandonner, après une courte période de résistance et quelques magnifiques coques de béton armé comme celles de Heinz Isler ou des ponts de caractère de Robert Maillart, Christian Menn, Javier Mantarola et Alfred Pauser. Ils sont devenus les esclaves des architectes, ceux par qui tout est possible, tout ce qui sort du crayon 6B, sans se rendre compte qu'un architecte vraiment souverain se laisse volontiers «discipliner» par une bonne construction et qu'il recherche l'ingénieur comme partenaire pour un bon projet. C'est ainsi que forme et construction continuèrent à suivre des voies distinctes alors qu'elles sont aussi inséparables que le liquide et le vase, que la musique et la cadence, que la danse et le rythme.

La façon de voir établie aujourd'hui, qui fait de l'architecte le responsable du projet et de l'ingénieur celui de la statique et de la construction est ridicule. Ce sont en fait des paramètres complexes et sociaux multifonctionnels d'une part et techniques monofonctionnels d'autre part qui se distinguent mais, pour la conception, tous les paramètres entrent en ligne de compte dans leur domaine. Tout comme un ingénieur n'a pas appris à concevoir une maison individuelle dans sa globalité, l'architecte ne possède pas tous les aspects de la construction d'un pont. Dans la pratique ils se contentent dans ce cas de répéter ce qu'ils voient en feuilletant des revues, ce qui existe depuis longtemps, en opérant, dans le meilleur cas, des variations et en décorant. C'est pourquoi le bâtisseur universel ne rentre plus dans le débat dès que nous n'acceptons plus de nous retrouver, sur tous les plans, dans la médiocrité. Une véritable collaboration ne peut réussir aujourd'hui dans la diversité actuelle des savoirs minimum, seulement quand les deux partis s'écoutent et s'inspirent mutuellement. C'est ainsi que nous avons pu accueillir au cours des 25 dernières années des ingénieurs pour qui la compréhension de l'archi-

teature et de ses liens avec la construction étaient fondamentalement nouveaux. Les constructions «high-tech» exploitaient les progrès techniques des recherches sur les matériaux et sur les techniques de mise en œuvre et doivent leur apparition et leur popularité à la tendance qui tend à rendre visible le transfert des charges: on aime ce que l'on comprend. Le résultat prit la forme de légèreté et de transparence, la compression passait par les tubes, la tension dans les barres ou les câbles. Cette approche nous a permis, à nous ingénieurs de participer à l'architecture avec des méthodes qui nous sont propres. Nous ne nous rendions pas compte, ou nous ne voulions pas nous rendre compte quand nous exagérons, ou quand les architectes nous forçaient à exagérer, en faisant se promener les forces avec le plus possible d'étriers, d'accastillage, de tendeurs, autant que possible en acier-inox: narcissisme, exhibitionnisme, l'élitisme high-tech a accouché de l'high-tech d'opérette. Pendant ces dernières années l'approche high-tech justifiée seulement par l'argumentation du léger et de l'effectivité s'est enrichie des aspects souflés par la vague écologiste. C'est un apport heureux que d'envelopper les constructions dans des peaux de verre pour créer des intérieurs, des cours ou des atriums inondés de lumière. Évidemment la raison et l'efficacité peuvent vite retomber dans la fanfaronnade et dans le gaspillage quand les surfaces vitrées sont exagérées sans raison et que les bâtiments doivent faire appel à des moyens techniques pour être utilisés en plein été ou pendant l'hiver. On parle d'ouvrage «économiques en énergie» avec des «techniques intelligentes», comme s'il y avait des techniques bêtes, de «systèmes intelligents» et l'on ne veut pas voir que l'apport d'énergie nécessaire pour la mise en œuvre, le fonctionnement et l'entretien des moyens techniques de ces ouvrages dépasse largement la quantité d'énergie gagnée par des méthodes passives ou actives de l'exploitation de l'énergie solaire. Les deux camps sont responsables de ces exagérations à la mode: les architectes qui font les projets et les ingénieurs qui réalisent des surfaces vitrées maximum, sans tenir compte ni du site ni des orientations, qui ont ensuite besoin de protections solaires et d'écrans et qui mettent en œuvre des façades doubles partout, au lieu de le faire seulement là où elles font sens. Cela devrait nous faire réfléchir de savoir que nous ne pouvons larguer nos effets de façade high-tech que chez les «riches», en Europe ou en Arabie mais pas dans les pays comme l'Inde ou l'Éthiopie. Ce type d'architecture se prête bien aux projets où l'argent compte moins que la représentation, dans les banques, les assurances, les aéroports, les foires etc., pas en revanche à la construction de logements, d'université et seulement rarement, dénaturée, dans les zones d'activité ou dans l'industrie. C'est pour cela qu'il faut,

à côté de la question de savoir si cette architecture est vraiment écologique (on ne parle même pas de l'alibi photovoltaïque), admettre qu'elle est largement associative, autant du point de vue des projets à qui elle s'adresse que de celui des moyens qu'elle emploie. Nous devons nous consacrer davantage à nos responsabilités sociales et à notre conscience écologique globale, c'est à dire à plus de retenue et de discipline, être plus dans l'intériorité que dans la superficialité.

En plus de leur collaboration à des «ouvrages intelligents» d'architectes, les ingénieurs ont aussi apporté ces dernières années leur propre participation à la culture architecturale par leurs propres trouvailles. Ils ont conçu et réalisé des toitures de halles et de stades à grande portée avec des résilles en câble et des membranes, des coupes de verre filigranes pour des cours intérieures et des piscines, des tours d'observation et de communication et bien sûr leurs ouvrages «typiques» comme les ponts, les barrages, les canaux, l'ingénieur étant responsable de toutes les infrastructures techniques et bien conscient de la portée culturelle de sa mission. Il sait que la seule contrepartie de la Nature (dé)construite est la culture et que l'infrastructure reste, sans culture, de la technocratie, mais qu'elle peut par contre, avec culture, se transformer en civilisation. Il sait aussi que par rapport à cela, dans le domaine des ponts et particulièrement des ponts de chemin de fer, il doit encore faire beaucoup d'efforts.

Jusqu'à il y a peu de temps encore l'ingénieur devait encore se confronter dans le domaine de la statique et de la mise en œuvre à des limites encore très douloureuses. Avec les apports en augmentation des ordinateurs, utiles du découpage des matériaux aux calculs dynamiques et statiques, des techniques de découpage jusqu'au montage par GPS tout a changé. Quelle belle pensée de savoir que grâce à ces outils de haute technologie, les méthodes de calcul simples, celles qui accompagnent le projet, à la main, transparente et riches pour l'esprit, celle des calculs statique reviennent à l'honneur grâce à Big Brother qui veille dans l'ombre. Cela pourrait nous permettre d'atteindre une nouvelle diversité de formes ! l'ordinateur est bête mais appliqué, c'est pour cela qu'il est complètement égal à une scie informatisée de savoir si elle coupe les mêmes barres ou une multitude à des dimensions différentes mais au mm près. Pour construire un dôme, la fraiseuse CNC peut découper les nœuds en trois dimensions les plus complexes sans s'intéresser à savoir si l'un est le même que l'autre et le tout à moitié prix. C'est comme cela que les parties essentielles de l'œuvre d'icônes de la construction comme Konrad Wachsmann, Buckminster Fuller, Max Mengerhausen et Otto

Frei semblent obsolètes avec leurs préoccupations infinies de systématisation des structures.

Leurs bâtiments n'ont pas été profitables seulement du point de vue des techniques de mise en œuvre mais aussi visuellement par leur discipline à la règle, par leur régularité, comme la maison européenne en brique ou la maison japonaise fondée sur la taille du tatami. N'y a-t-il pas un danger que la liberté infinie que nous apportent les techniques de production modernes nous conduise à l'arbitraire des formes, voire même au chaos visuel? Quand à l'avenir tout sera possible, grâce à l'ordinateur, dans le domaine de la statique et des techniques de production, l'envie peut naître d'inventer quelque chose pour, par exemple, se faire remarquer lors d'un concours – une éventualité des plus désagréables, particulièrement pour les ingénieurs, surtout quand le projet ne se fait pas de l'intérieur vers l'extérieur mais en sens inversé, d'abord une sculpture la plus étonnante possible à laquelle une fonction est attribuée au dernier moment. C'est comme cela que les autoproclamés faiseurs de tendance se surpassent avec leurs «blobs» gonflés et tarabiscotés ou leurs sculptures sauvages sans lien entre forme, fonction ou transfert de charge – une mode, espérons passagère, de notre société du badinage. D'un autre côté, il n'est pas possible que ce soit nous, les ingénieurs, qui nous déclarions contre le progrès, auquel nous participons fiévreusement et particulièrement contre l'automatisation qui nous retire une grande partie de notre travail d'esclave. C'est ainsi que demeure un espoir, qu'architectes et ingénieurs puissent redonner par leurs projets ce que nous réalisons sans cesse dans notre vie: le fait que l'autodiscipline et qu'un environnement libéral alimentent la propre responsabilité de chacun et sa créativité à long terme plutôt que la défense de contraintes externes. Nous devons donc en conséquence à tout prix nous défendre contre le flot de conventions et contre la stupidité des «on fait comme ça». Le pire des obstacles aux projets innovants et créatifs est que nous passons aujourd'hui trop de temps à ne rien faire de mal au lieu de faire le juste ou pour reprendre la pensée de Hegel: «que la peur de se tromper est déjà la folie elle-même».

Page 1430 **Pont sur la Traversinertobel**

La construction suisse de ponts voit naître, depuis des générations, un chef-d'œuvre après l'autre. Les ponts suisses ne sont pas étonnants seulement par leur souveraineté mais aussi par leur clarté formelle, voire sculpturale. Les ponts de béton de Robert Maillart sont devenus des stations de pèlerinage pour les architectes et les ingénieurs et Christian Menn a su garantir la continuité

d'une construction suisse d'ouvrage d'art ambitieuse, perpétuée depuis quelques années par Jürg Conzett, d'une façon aussi surprenante par sa diversité qu'individuelle. Conzett ne s'arrête pas à un matériau ou à un type de construction, il expérimente plutôt, avec un grand plaisir. Il ne recherche pas la nouveauté pour la nouveauté mais plutôt ce qui pourrait être amélioré sur un site particulier, avec les matériaux disponibles, aussi bien du point de vue constructif que formel. Ce qui est remarquable dans sa démarche: l'histoire de la construction est son violon d'Ingres – connaître et reconnaître ce que ses prédécesseurs ont réalisé fait partie pour lui intégrante du Métier. La connaissance de l'histoire soutient la compréhension de la pluralité et Jürg Conzett construit un jour un pont en bois, une passerelle avec une structure treillis en acier, un pont élévateur, ou encore un pont voûté de pierre. Sa réalisation la plus récente, un pont suspendu avec une surface en bois en escalier se trouve dans la «Traversinertobel», une vallée secondaire de la Via Mala. Du côté est de la vallée, c'est à dire à droite du Rhin, un ancien chemin de randonnée conduit de Zillis vers Reischen, Sant Albin et Carschenna vers le nord, dans la direction de Thusis. À partir de Reischen, les amateurs de ponts atteignent d'abord le site où le «Punt da Suransus» – un pont suspendu de 40 m de portée, construit lui-aussi par Conzett, Bronzini et Gartmann, franchit le Rhin depuis 1999. En restant sur le chemin de randonnée balisé on arrive bientôt à l'endroit où la «Traversinertobel» se divise, en face du village Rongellen sur la droite, vers l'est. À partir de là, il faut monter une cinquantaine de mètres pour atteindre l'endroit où le chemin de randonnée a été, en 1996, enrichi d'une attraction: la première passerelle en bois, conçue par Jürg Conzett, qui a été entièrement détruite le 16 mars 1999 par un éboulement. Grâce à l'engagement exemplaire de l'association «Espace culturel Via Mala» il a été possible de financer un nouveau pont non moins exceptionnel. En raison des dangers d'éboulement le nouveau site est 70 m plus en amont.

Ursula Baus

La passerelle, conçue comme un pont suspendu, franchit une portée de 56 mètres et une différence de niveau entre chaque rive de 22 mètres. La structure porteuse est constituée d'une structure en treillis précontrainte à double contreventement dans deux plans verticaux à 1,9 mètres de distance. Les deux câbles principaux transfèrent les forces horizontales et verticales dans les fondations par des poteaux et des fiches arbalétriers en béton armé. Les câbles de la structure en treillis sont fixés aux câbles principaux par des serre-câbles et reliés aux traverses en acier de la surface de la passerelle par des étriers. Les dix poutres en bois lamellé-collé parallèles sont montées sur ces traverses, elles constituent la partie basse de la structure exposée aux forces en com-

pression. Elles permettent aussi de répartir, par leur rigidité, les forces individuelles qui se forment et constituent, avec les traverses et les diagonales, un contreventement stable. Par leur positionnement, hors de la surface piétonne elles empêchent les vues à la verticale vers le fond de la vallée, 70 mètres plus bas, et augmentent ainsi la sécurité des randonneurs. Des plats en acier sont soudés sur chaque traverse et servent à maintenir, par une soudure, les montants des garde-corps. Afin de limiter au maximum l'entretien de la passerelle seuls des matériaux très résistants ont été mis en œuvre; deux bois différents, du mélèze et du pin avec de l'acier galvanisé. On a, de plus, obtenu une protection constructive améliorée contre les intempéries en évitant le plus possible les surfaces horizontales et en minimisant et garantissant la bonne ventilation des zones de contact entre les différents éléments constructifs. Le chantier était accessible seulement par le chemin de randonnée, cela a été pris en compte aussi bien pour la conception que pour la construction. Un téléphérique temporaire, dans l'axe de la passerelle, a permis d'alléger la difficulté du chantier.

Coupes
Échelle 1:20
Détail B
Échelle 1:10

- 1 câble galvano-zingué Ø 36 mm
- 2 câble galvanisé Ø 10 mm
- 3 poutre transversale HEA 120 mm
- 4 poutre lamellé-collé mélèze 220 x 140 mm
- 5 plancher lamellé collé mélèze 80 mm
- 6 marche pin 60-100 x 50 mm
- 7 main courante pin raboté 30 x 80 mm
- 8 planche de garde-corps pin 30 x 80 mm
- 9 montant de garde-corps tôle acier soudée
- 10 contreventement acier rond Ø 12/16 mm
- 11 pince à câble acier galvanisé
- 12 fixation en étrier acier galvanisé
- 13 tendeur acier galvanisé
- 14 platine de tête acier 50 mm
- 15 platine acier 10 mm

Page 1434 Immeuble d'habitation à Zurich

La construction de ce nouvel immeuble d'habitation, dans un ancien quartier de villas de Zurich, exprime de façon particulièrement claire, par sa radicalité et sa réduction formelle, la volonté de son parti architectural: l'espace comme concept architectural. Le plus grand défi consistait, pour l'architecte et l'ingénieur, à réaliser un parti intérieur fluide avec des liens forts avec la végétation des espaces extérieurs. La mise en œuvre technique se fait en la composition complexe de surfaces planes précontraintes, de voiles sur des appuis ponctuels et de dalles de balcon en porte-à-faux, poussant à bout les possibilités du béton précontraint aussi bien dans ses possibilités techniques que dans les limites technologiques propres au matériau: des voiles massifs, décalés les uns par rapport aux autres, organisent cha-

que appartement en zones spatiales ouvertes, en créant des liens visuels vivants à l'intérieur et vers l'extérieur. Les voiles sont laissés en béton brut apparent, la surface monolithique des sols en terrazzo anthracite se prolonge de façon conséquente sur les dalles des modules de balcons, dans l'espace extérieur. La collaboration des éléments intérieurs porteurs, aux différents étages, assure la statique de l'ensemble et permet d'obtenir la dématérialisation de l'enveloppe en un vitrage presque continu et sans montants, qui contraste avec la massivité et le poids du béton. Le projet de cet immeuble a été conduit en étroite collaboration architecte ingénieur. La structure porteuse joue un rôle essentiel dans le projet architectural. L'ingénieur est parvenu, dès les premières études à soutenir et améliorer l'idée de l'architecte grâce aux moyens techniques qui sont aujourd'hui disponibles, comme par exemple des compositions de béton, des coffrages et des techniques de précontrainte très avancées. Ce sont particulièrement le positionnement des murs, les portes à faux libres des dalles et le plan de la cave, avec son garage sans points porteurs, qui ont été mis au point et optimisés en commun.

Les rives de dalles ont pu être conçues, grâce aux techniques de précontrainte modernes, pour que les vitrages ne soient pas mis en danger par les déformations des dalles. Tous les ouvrages en béton précontraint et en acier ont été réalisés avec la même attention que celle apportée aux ouvrages d'art. La collaboration ingénieur architecte s'est poursuivie jusqu'à la définition des sols en terrazzo et aux escaliers intérieurs. Les défis relevés par les entreprises ont été exceptionnels, les ouvrages devant être dès le gros œuvres parfaitement réalisés, toutes les surfaces demeurant visibles après l'achèvement de l'immeuble.

Joseph Schwartz

Plans • coupes
Plans de précontrainte
Échelle 1:500

- 1 voie d'accès
- 2 hall d'entrée
- 3 cave individuelle
- 4 local chauffage
- 5 ventilation
- 6 cage d'escalier
- 7 ascenseur
- 8 appartements
- 9 terrasse

Coupe verticale sur la façade sud
Coupe horizontale sur l'attique
Échelle 1:20

- 1 lanterneau à ouverture motorisée
verre isolant dans menuiseries acier-aluminium
U= 1,1 W/m²K, verre trempé 8 + vide 12 + verre de sécurité feuilleté 12
- 2 panneau aluminium isolé
- 3 gravier 16/32 50-90 mm
lê d'étanchéité double épaisseur 2 mm
isolation dalles PU 160 mm
pare vapeur 1,5 mm

- dalle béton 210–250 mm
- 4 raccord d'armature avec isolant 80/80 mm
- 5 mur extérieur béton armé 400 mm avec âme isolante 120 mm
- 6 verre isolant dans menuiseries bois métal U= 1,7 W/m²K verre float 12 + vide 16 + verre de sécurité feuilleté 14
- 7 chéneau tôle acier teintée noire Lj 50/130/117/2 mm
- 8 dalle terrazzo polie 100–120 mm joint périphérique silicone 10 mm couche séparatrice feuille PE 1mm isolant acoustique 10 mm lé d'étanchéité bitume 1 mm béton armé 310–340 mm
- 9 allège verre de sécurité feuilleté 2x 10 mm, pris dans un profil acier Lj 90/80/100/8 mm
- 10 tôle avec fente guide 20 mm
- 11 tôle avec fente guide 20 mm tôle avec ouverture de ventilation Ø 30 mm, maintenues sur une cornière acier, apport d'air du diffuseur de sol
- 12 terrazzo 30 mm béton avec chauffage au sol 90 mm feuille PE 1 mm isolant laine de roche 40 mm dalle béton armé 300 mm

Page 1438 Usine à Niederstetten

C'est dans un paysage vallonné, en bordure de Niederstetten, que la nouvelle usine d'un fabricant de forêts de précision vient de s'achever; elle ressemble à un écran argenté. L'architecte a repris, pour organiser le site, un motif qui caractérise les environs: les murets de pierre construits par les vigneron pour abriter leurs vignes. Cette image est restituée sous forme d'une sculpture engazonnée qui permet, en même temps, de reprendre les déblaiements de terre. L'usine s'inscrit dans cette sculpture, les trois halles de production étant clairement lisibles, coiffées de leurs volumes cubiques. Les espa-

ces administratifs se trouvent à l'étage, en porte à faux, et jouissent de la vue sur la vallée. Au dessous, un couloir vitré, côté pente sert d'axe de circulation. Celui-ci donne directement dans les halles et permet aux ouvriers de profiter aussi, de partout, de la vue. La structure porteuse toute hauteur des halles repose sur 4 noyaux en béton armé. Un système additif constitué de poutres principales, de poutres en bois et de tirant constitue la structure transparente. Les plafonds suspendus ont été évités, toutes les installations techniques sont visibles, des lanterneaux garantissent un bon éclairage naturel régulier. La mise en œuvre systématiquement dans la logique des matériaux et réduite au minimum confère à l'ouvrage son caractère élégant et discret. Les synergies ont aussi été exploitées pour la climatisation afin de réduire les apports techniques trop complexes. En hiver, la chaleur résiduelle des machines est utilisée pour chauffer les halles alors que l'été, la ventilation naturelle est combinée avec une ventilation mécanique et des récupérations d'air froid.

La collaboration entre l'architecte et l'ingénieur a commencé dès les premières études et a permis de mettre au point en parallèle, lors de nombreuses réunions, le positionnement, l'esquisse, la mise en œuvre, les prédimensionnements et les détails. L'orientation et l'organisation des trames porteuses et des points de charges ont été définis en accord avec la structure du bâtiment envisagée. Les matériaux ont été choisis aussi bien par rapport aux fonctions que pour leur comportement statique. Les trois halles de production sont le cœur de la nouvelle usine. Elles doivent être transparentes, sans

points porteurs et éclairées autant que possible sans éblouissement. La réduction à l'essentiel a conduit ici à un système intégratif de tous les éléments. Des poutres tripartites élancées en lamellé-collé franchissent les halles dans leur largeur de 28 m et reportent les charges sur les noyaux massifs au murs en béton coulé in-situ et aux dalles préfabriquées, via des poteaux. La membrure supérieure en compression et la membrure inférieure en tension des poutres sont fixées à la poutre intermédiaire par des étriers d'acier vissés latéralement. Un bac acier, sur plusieurs trames, constitue la surface de toit porteuse. L'administration et les plates-formes techniques sont réalisées en panneaux de bois avec de fins poteaux d'acier. Les contreventements horizontaux se font partout par les dalles de niveau ou de toiture. Les voiles en béton armé des 4 noyaux massifs garantissent la stabilité verticale du bâtiment.

Plan masse
Échelle 1:6000
Coupes • Plans
Échelle 1:1000

- 1 comité d'entreprise/ médecine du travail
- 2 technique
- 3 expédition
- 4 dernières vérifications
- 5 réunions
- 6 dernières finitions
- 7 pièce de repos
- 8 réserve d'huile d'affûtage
- 9 vérification de la dureté
- 10 aciers
- 11 durcissage
- 12 processus de durcissement
- 13 processus d'adoucissement
- 14 réserve de sel

Nouveau!

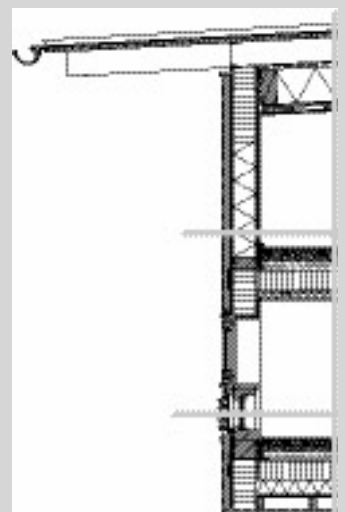


«Habitat collectif»
Christian Schittich (collectif),
176 pages avec de nombreux
dessins et photos, 2005
format 23 x 29,7 cm
ISBN 978-3-7643-7528-7
Traduction: Xavier Bélorgey

Habitat collectif

Avec la multiplication de styles de vie différents, la recherche de plans flexibles et faciles à adapter est l'un des défis essentiels de l'architecture du logement. Avec l'augmentation de la demande d'espaces habitables dans les grandes agglomérations, l'architecture du logement collectif s'avère aujourd'hui, plus que jamais, être un exercice aussi exigeant que diversifié pour les architectes et les urbanistes.

65,- €
plus emballage et
frais d'envoi



- 15 formation
- 16 vestiaires
- 17 réserve
- 18 bureau paysagé
- 19 direction
- 20 vide
- 21 plate forme technique

Coupe verticale
Échelle 1:20

- 1 étanchéité de toiture PVC
isolant thermique fibres minérales 100 mm
pare-vapeur
feuille PE
bac acier partiellement perforé 45/150 mm
rive de toiture max. 160/120 mm
- 2 membrures haute et basse lamellé collé
120/120 mm
- 3 pince profil acier LJ 2x 65 mm
- 4 poutre lamellé collé 120/1280 mm
fixée avec un plat acier 325/700 mm
- 5 poutre de rive lamellé collé 140/160 mm
- 6 habillage panneau OSB 15 mm
- 7 pièce de bois 30/50 mm
- 8 tirant Ø 20 mm
- 9 poteau lamellé collé 120/160 mm
- 10 plâtre cartoné 12,5 mm
pare-vapeur feuille PE
isolant thermique laine minérale 100 mm
poteau, traverse tasseau 60/120 mm
panneau OSB 18 mm
lé de sous couche
fixation lame d'acier 150/120 mm
structure profil aluminium T 120/80 mm,
L 2x 60/60 mm
lamelles tôle aluminium Z, rivetées 3 mm
- 11 lamelles de ventilation aluminium
- 12 étanchéité PVC
isolant thermique fibres minérales 100 mm
pare vapeur lé de bitume
dalle nervurée en béton armé 300 mm

Coupe verticale
Coupe horizontale
Échelle 1:20

- 1 lamelles tôle aluminium en Z, rivetées 3 mm
structure profil acier L 55/55 mm
- 2 lé d'étanchéité PVC, isolant en pente
laine de roche 80-160 mm, pare vapeur
panneau OSB 25 mm, poutraison 80/160 mm
profil acier HEA 240 avec bois de remplissage
60/120 mm et bois de couverture 68/80 mm,
lattes de bois 30/60 mm
panneau plâtre cartoné ignifuge 12,5 mm
rail aluminium 60/60 mm
panneau isolant acoustique fibres minérales
20 mm
plâtre cartoné marouflé de feutre 12,5 mm
- 3 poutre de rive lamellé-collé 100/200 mm,
100/400 mm
- 4 vitrage fixe de protection solaire feuilleté de sécurité
2x 4 mm + vide 22 mm + verre trempé 6 mm,
U= 1,1 W/m²K
- 5 linoléum 3 mm, chape chauffante 77 mm, couche
de séparation isolant acoustique laine minérale
40 mm
étanchéité de secours lé de bitume 5 mm
panneau OSB 30 mm, poutraison 220/80 mm
profil acier HEA 300 avec remplissage bois
60/120 mm et bois de couverture 100/46 mm,
pare vapeur feuille PE-Folie
isolant thermique laine minérale 140 mm
plâtre cartoné 25 mm, panneau OSB 13 mm
- 6 poteau tube acier 200/80 mm
- 7 portes verre trempé de protection thermique
6 mm + vide 16 mm + verre de sécurité feuilleté
2x 4 mm, U= 1,3 W/m²K
- 8 béton armé de fibres avec chauffage au sol
200 mm
protection de chantier, isolant périphérique film
PE double résistant à la compression 100 mm
- 9 poutre lamellé-collé 160/1250 mm, lamellé-collé
160/1090 mm

- 10 tirant acier Ø 20 mm
- 11 membrures hautes et basses lamellé-collé
120/120 mm, e = 2 mm
- 12 poutre lamellé-collé 120/1280 mm
- 13 pince acier LJ 65/65 mm

Page 1444
Centre d'appels à Galway

Cet immeuble de bureaux pour une entreprise de logiciels est situé dans un parc d'activité, un peu à l'extérieur de Galway, sur la côte ouest irlandaise. C'est à partir de là qu'est assuré le service clientèle de tout l'hémisphère occidental. Le parti architectural du bâtiment a été fixé avant de connaître le site exact, à partir des exigences fonctionnelles et du site géo-climatique comme critère de projet essentiels. Les bonnes conditions climatiques et de vent avec des hivers relativement doux et des étés plutôt frais ont permis, avec une maîtrise astucieuse de la climatisation, de pouvoir éviter une climatisation mécanique. Les salles de travail orientées est-ouest sont réparties dans deux ailes de 13 m de large et occupent toute la largeur du bâti. Les deux ailes sont décalées l'une de l'autre et reliées par des passerelles. L'élément central du parti architectural, l'atrium vitré et non chauffé qui dessert aussi les passerelles est tendu entre les deux ailes. La structure ouverte des bureaux permet la ventilation traversante naturelle des pièces de la façade vers l'atrium. La ventilation et la tempérisation s'effectuent par des éléments verticaux et étroits entre les fenêtres, par les radiateurs, par des clapets de ventilation manuels et par des ventilateurs à récupération de chaleur conçus spécialement pour le projet. Ils permettent d'apporter l'air préchauffé le long des plafonds et de le répartir mieux qu'avec la simple ventilation par les fenêtres. L'atrium est ventilé par la convection naturelle créée entre des clapets en partie haute et basse au contrôle centralisé. Par le temps, presque en permanence venté, l'air est extrait de l'atrium et met en route la ventilation transversale des bureaux. Quand il n'y a pas de vent, l'atrium sert de réserve d'air pour la ventilation des fenêtres. Les dalles des bureaux brutes servent de masse thermique pour amortir les pointes de température estivales ou pour stocker et redistribuer la nuit, en hiver, la chaleur résiduelle. Des grandes surfaces vitrées le long des bureaux permettent d'avoir un éclairage naturel en permanence, soutenu par des projecteurs de plafonds contrôlé par des capteurs lumineux. Quelques lamelles de bois verticales appliquées sur les façades, assurent suffisamment de protection solaire ou visuelle, sans pour autant restreindre l'éclairage ou les vues vers l'extérieur. L'ombrage des façades intérieures de l'atrium est assuré par les fines poutres en bois de la charpente; et c'est particulièrement quand les rayons solaires sont à l'horizontale que la protection est la meilleure, avec sa structure en chevrons. La disposition des poutres qui décou-

le du plan mène d'abord à des longueurs d'éléments plus courtes que celles des poutres d'une travée. Les poutres primaires et les poutres transversales du vitrage constituent ensemble un système stable. Le système du toit se prolonge dans les façades. Une portion de poutre se plie vers le bas et se prolonge dans les montants de façade, une autre est basculée à 90° et devient une traverse horizontale. Les matériaux choisis selon le point de vue écologique – principalement le béton, le verre et le bois – ont été la plupart du temps mis en œuvre à l'état brut pour assurer une mise en œuvre plus rapide et pour profiter des qualités haptiques et optiques des matériaux.

La géométrie de la structure porteuse et l'organisation des plans des ailes du bâtiment ont été mis au point après plusieurs semaines d'échanges entre l'architecte, les ingénieurs structure et thermique. Les conversations les plus importantes n'ont pas été menées de façon synchronisée, au cours de réunions ou de conférences téléphoniques régulières, mais de façons décalées aussi bien dans le temps que dans l'espace et en trois langues différentes. L'architecte a tenu le rôle d'intermédiaire entre les ingénieurs et a permis à des visions différentes de s'affirmer. C'est ainsi que l'aspect économique des poutres croisées au centre des portées est apparu grâce à la technique de production en même temps que l'ombrage optimisé qu'elles procurent aux façades de l'atrium; tout comme le décalage des deux ailes a permis de minimiser les issues de secours nécessaires. Les différentes parties se sont impliquées de façon égale dans l'histoire de l'élaboration du projet de cette structure à la fois inhabituelle et logique dans sa diversité. Mattias Kutterer, RFR

Plans • Coupes
Échelle 1:750
Axonométrie

- 1 cantine
- 2 atrium
- 3 entrée
- 4 bureau
- 5 zone de pause

- 1 constitution de la toiture:
gravier 50 mm
isolant thermique marouflé de feutre 75 mm
étanchéité asphalte 25 mm
chape en pente 75 mm minimum armée
isolant thermique haute densité entre les poutres
pare-vapeur
dalle en béton coulée in-situ avec sous-face
préfabriquée
- 2 élément d'allège béton armé préfabriqué
- 3 lamelles de protection solaire iroko 70x 22 mm
- 4 panneau sandwich aluminium isolé thermiquement 25 mm
- 5 élément de façade contreplaqué plaqué 18 + 25 + 18 mm
- 6 clapet de ventilation contreplaqué plaqué
- 7 bande d'arrêt aluminium des lamelles en bois
- 8 élément de façade contreplaqué plaqué 18 +

- 25 mm
- 9 radiateur
- 10 panneau sandwich aluminium isolé thermique-
ment 75 mm derrière capot verre trempé émaillé
6 mm
- 11 verre de sécurité feuilleté 6 + 10 mm, revêtement
extérieur low-e
- 12 support du verre tube acier □ 80/80/6 mm
- 13 poutre principale lamellé-collé 850 × 69 mm
- 14 platine d'ancrage acier □ 10 mm
- 15 plat acier fendu □ 10 mm
- 16 câble de sécurité acier Ø 8 mm
- 17 tôle de finition du faîtage 5 mm
- 18 lien périphérique tube acier □ 160/160/8 mm
- 19 élément de jonction tôle acier soudée
- 20 clapet de ventilation

- 1 verre de sécurité feuilleté 6 + 10 mm, revêtement
extérieur low-e
- 2 support du verre tube acier □ 80/80/6 mm
- 3 poutre principale lamellé-collé plaqué
850 × 69 mm
- 4 plat acier fendu □ 10 mm
- 5 goujon acier Ø 60 mm
- 6 platine d'ancrage acier □ 10 mm
- 7 traverse lamellé-collé plaqué 850 × 69 mm
- 9 poteau de façade lamellé-collé plaqué
1150 × 69 mm
- 10 platine d'ancrage acier 10 mm sur lit de mortier
constituant une couche de répartition
- 11 fixation ponctuelle
- 12 traverse profil acier □ 320/200/8 mm

Page 1449

Gare «Lehrter» à Berlin

C'est le 28 mai 2006, après 11 ans de chantier, que la plus grande gare européenne, regroupant grandes, régionales et lignes de proximité sera ouverte. Les estimations prévoient jusqu'à 30 millions de passagers jusqu'en 2010 et environ 240 000 par jour. La Gare «Lehrter» sera donc la gare principale de Berlin. C'est ici que les nouvelles connexions internationales ICE Rome Copenhague croiseront, dans un tunnel à 15 mètres de profondeur franchissant la Spree, le réseau à 10 mètres au-dessus du niveau de la rue de la liaison est-ouest Paris Moscou. Ses quatre voies suivent, avec les deux voies métro-réseau régional, en empruntant 4 nouveaux ponts urbains le tracé des voies ferrées existantes jusque ici. À cela s'ajoutent d'autres voies métro-réseau régional ainsi qu'une liaison urbaine nord-sud. Le principe central du projet de cette gare tente de rendre visible, dans l'espace urbain, la particularité du croisement de deux tracés – en partie souterrains – dans un nouveau type de bâtiment. Les halles vitrées monumentales et l'éclairage de lumière naturelle, qui parvient jusqu'aux espaces souterrains, participent à créer une atmosphère volontairement différente des ambiances crapoteuses de bien des quartiers de gare. C'est ainsi que gmp a conçu les sous-faces des deux niveaux les plus bas en croisées de voûtes, justement pour obtenir des espaces de la meilleure qualité possible. Les fonctions secondaires nécessaires mais non représentatives sont réparties dans un bâtiment socle, 5 mètres au-dessus du niveau de la rue.

La grande halle orientée est-ouest vient d'être achevée, elle devait faire 430 mètres de long mais n'en fait que 321, après des reconsidérations budgétaires du maître d'ouvrage, et elle est recouverte d'une verrière filigrane (ill. A). Elle vient rencontrer à ses extrémités de grandes lames construites de 46 mètres de haut qui représentent par leur implantation et leur orientation les voies nord-sud souterraines de la gare dans l'espace urbain. Le hall de gare de 43 mètres de large pour 159 de long est donc inscrit entre deux immeubles coulisses qui regroupent 50 000 m² de surface de bureaux. La halle elle-même, un généreux volume et trois niveaux de boutiques et restaurants, va devenir le centre d'activité d'un nouveau quartier qui va prendre forme tout autour. Le geste architectural de la façade d'entrée, représentant une porte urbaine, ouvre vers le sud, en direction du quartier du Gouvernement tout proche et vers le nord, en direction de Moabit, tout en reliant les deux quartiers et en affirmant le caractère public de la gare. La halle nord-sud est recouverte d'une voûte de verre. Le point de croisement des grandes lignes est souligné par une croisée de verrières qui n'est pas sans rappeler l'idée d'«une cathédrale de la mobilité».

La conception de verrières structurelles, raidies par des câbles ou des résilles de câbles a été mise au point par notre bureau et réalisée à maintes reprises. C'est ainsi qu'il est possible d'obtenir des membranes vitrées transparentes dans n'importe quelle forme où la structure porteuse et les menuiseries ne font qu'un. Elles sont en plus, en comparaison, économiques, puisque toutes les pièces font la même longueur. Dans le cas de la Gare «Lehrter» nous avons formé, au delà de la verrière structurelle une surface dite de «translation» pour laquelle – à cause de ses variations permanente de géométrie et des inflexions en plan – cette fois les pièces métalliques ne font plus toutes la même longueur et les vitrages ne sont plus tous plans. L'évolution, par rapport aux halles de gare traditionnelles est liée au fait que nous franchissons les 6 voies en une seule portée; en plus, la disparition des trains à vapeur nous permet de construire une voûte en anse de panier, stabilisée par des câbles en tension, au lieu de voûte parabolique et enfin, nous avons pu mettre en place, entre ces voûtes, et à la place des pannes traditionnelles, écartées d'environ 13 mètres des verrières transparentes en verre structurel. Nous avons été impliqués dans le projet dès le premier tour du concours, conformément à l'usage qui marque une bonne collaboration ingénieur architecte, lorsqu'on part du principe que la fonction, la construction et la forme constituent un tout. Si un architecte voulait concevoir seul de telles halles sans l'intervention d'un ingénieur intéressé, il ne pourrait que se contenter de refaire ce qu'il connaît déjà et dégraderait

l'ingénieur au rôle d'ingénieur statique. De la même façon, l'ingénieur, sans l'impulsion de l'architecte ne parviendrait qu'à de bonnes solutions isolées qui pourraient par contre se méprendre ou abîmer un contexte urbain ou encore le contraindre à se répéter. Dans le cadre d'une bonne collaboration il n'est pas important de savoir ce qui est dû à qui, seule la qualité de l'ensemble compte. L'idée urbaine des deux immeubles-coulisses au-dessus des verrières qui se croisent a nécessité de pouvoir insérer les pentes des verrières sous des formes plus plates. Ce n'était pas une condition stricte de Meinhard von Gerkan, mais seulement une idée qui a conduit à une solution satisfaisante pour tout le monde. Pour les deux façades du toit nord-sud, qui ne sont pas encore construites, nous aurions bien répété la façade filigrane et minimale que nous avons déjà construite à l'hôtel Kempinski de l'aéroport de Munich. Elle semblait, pour l'architecte, beaucoup trop réservée dans ce contexte nous avons donc mis au point ensemble une variante de double façade avec des lames de verre, certainement beaucoup plus complexe mais aussi plus rigide et surtout, dans ce cas là, beaucoup intéressante à regarder. Jörg Schlaich et Jochen Gugeler.

Plan masse
Échelle 1:10000

- 1 verrière est-ouest (en gris clair: longueur initiale)
- 2 bâtiment cintre
- 3 hall de gare
- 4 bâtiment socle
- 5 nouveau quartier urbain
- 6 Spree
- 7 chancellerie

Plans • Coupes
Échelle 1:2000

- 1 entrée nord, bus, tramway
- 2 entrée des bureaux
- 3 information
- 4 boutiques
- 5 vide jusqu'au 1^{er} niveau
- 6 ascenseur panoramique
- 7 vide jusqu'au 2^e niveau
- 8 livraison du bâtiment socle niveau rue
- 9 restauration
- 10 hall de gare
- 11 entrée est
- 12 entrée sud, taxis
- 13 Glasschwertfassade
- 14 bureaux
- 15 R+1 billets-reservations DB
- 16 quais réseau régional
- 17 quais grandes lignes
- 18 tour lumineuse DB
- 19 surface de toiture du bâtiment socle

Coupe sur la halle est-ouest
Échelle 1:50

- 1 clapet d'ouverture désenfumage
- 2 rail de la nacelle de faîtage
- 3 vitrage de protection solaire verre de sécurité feuilleté constitué de verre partiellement trempé (verre blanc 10-8 mm + cellules photovoltaïques dans résine 3 mm épaisseur du verre variable en fonction de la statique. Du fait de la diminution rayonnante de la structure en résille en longueur et en largeur, les format varient de 90° de max. 1,70 m × 1,70 m jusqu'à 1,50 m × 1,40 m

- joint silicone
- 4 côté sud: verre de sécurité feuilleté avec cellules photovoltaïque dans lit de résine
- 5 assiette comprimée dans les angles des vitrages aluminium Ø 140 mm support silicone du vitrage linéaire variable en hauteur, permettant d'obtenir une surface vitrée extérieure lisse avec des vitrages d'épaisseur différentes
- 6 barre longitudinale profil acier T 175/60/30 mm
- 7 résille en câbles, câbles d'acier 2x Ø 12 mm
- 8 fixation du passage de câbles électriques intérieur plat acier 12/50 mm
- 9 poutre en câble profil acier I 450 hauteur variable
- 10 tube diagonal en paire câble acier 2x Ø 22 mm
- 11 tube diagonal central acier Ø 30 mm
- 12 sous-tension câble acier Ø 44 mm
- 13 tube acier en compression Ø 101 mm avec renfort tôle
- 14 pince câble fonte d'acier
- 15 nœud de la sous-tension fonte d'acier
- 16 tube acier en compression Ø 114 mm avec renfort tôle
- 17 surtension câble acier Ø 58 mm
- 18 tube acier en compression Ø 127 mm avec renfort tôle
- 19 tube d'arrêt contre la neige aluminium Ø 50 mm
- 20 profil goutte d'eau du clapet de ventilation
- 21 clapet de ventilation
- 22 poutre de rive tube acier □ 450/450/50 mm avec lésènes soudées soulignant les arêtes
- 23 roulements déplaçables éléments de fonte d'acier avec un roulement intégré maintenu par deux supports
- 24 pont du métro béton armé
- 25 rail de la nacelle de nettoyage basse

Détails toit est ouest
Echelle 1:10

- A,F Nœuds des poutres en câbles
 - B,G Nœuds de la sous-tension
 - C Résille avec poutre de rive basse Support sur le pont du métro
 - D,FNœud de la trame centrale
 - H,L Croisée toit est-ouest / toit nord-sud
 - I Rabattement du pont ouest
 - K Montage du toit nord-sud par coulissement
 - L Croisée suspendue à la grue de montage
- 1 verre de sécurité feuilleté constitué de verre blanc partiellement trempé 6-10 mm + cellules photovoltaïques dans résine 2 mm + verre partiellement trempé 8-10 mm
 - 2 assiette aluminium Ø 140 mm étanchéité EPDM
 - 3 profil silicone hauteur variable en fonction de l'épaisseur du verre
 - 4 fourreau fileté M 16
 - 5 profil acier T 145/60/30 mm continu
 - 6 serre câble acier Ø 100 mm
 - 7 coque en résille de câbles câble acier Ø 12 mm
 - 8 fixation en forme d'étoile tôle acier 12 mm
 - 9 profil acier I cintré 145/60/30 mm enfoncé dans les nœuds
 - 10 fixation rail électrique sur plat acier 50/20 mm
 - 11 poutre en câbles profil acier I 450 hauteur variable
 - 12 tendeur câble acier en diagonale Ø 30 mm
 - 13 2x câble acier rond Ø 22 mm
 - 14 acier rond Ø 101 mm avec lésènes
 - 15 sous-tension câble acier Ø 44 mm
 - 16 nœuds sous tension fonte d'acier
 - 17 pince-câble fonte d'acier

Page 1456
Terminal aéroportuaire à Madrid

Avec l'agrandissement de l'aéroport de Madrid-Barajas de deux pistes de décollages et d'atterrissage, d'un nouveau terminal et de différents satellites répartis sur les pistes la capacité de l'aéroport est augmentée pour accueillir jusqu'à 35 millions de passagers par an. Cela en fait un des nœuds les plus importants du trafic aérien européen, particulièrement pour les longs courriers vers l'Amérique du Sud. Le projet, qui a donné lieu à un concours, comprenait aussi les parkings, un système de traitement des bagages automatisé, le transport automatique des passagers entre le terminal principal et les satellites qu'une gare de chemin de fer et des stations de métro. La surface utile totale des ouvrages dépasse un million de mètres carrés. Cette monumentalité a conduit à choisir une structure répétitive de modules de grande dimension sur une trame de 18x 9 mètres, extensible à volonté, pour le bâtiment principal. Le complexe rectiligne avec ses suites d'espaces claires pour les arrivants et les passagers en partance est caractérisé par des rangées d'éléments de toiture étroites et ondulées qui recouvrent le terminal principal et les satellites et qui sont portées par des poteaux arborescents centraux. De grands lanterneaux, sur un rythme régulier, assurent l'éclairage naturel des zones de départ du rez-de-chaussée. Des puits de lumières divisent les dalles d'étage en bandes parallèles, délimitent les différents secteurs d'arrivée, d'enregistrement, de contrôle d'identité et de sécurité et d'embarquement. Cela permet aussi une façon de simplifier l'orientation dans l'aéroport. La lumière naturelle éclaire jusqu'aux niveaux bas et souligne les volumes, qui font la hauteur du bâtiment et sont reliés par des passerelles en organisant l'espace dans sa globalité de façon spectaculaire. Le toit qui constitue l'élément décisif des ouvrages orientés nord-sud porte de l'ombre sur les façades vitrées grâce à son débord important. Des éléments de protection solaire supplémentaires sont suspendus au toit et renforcent encore la position en arrière plan des façades longitudinales. La sous-face du toit, recouvert de tôle aluminium, est habillée de lattes de bambou qui constituent une surface souple et continue dont l'aspect définit aussi tous les espaces des passagers à l'intérieur. L'ensemble de la structure porteuse est constitué de trois systèmes différents: la structure massive en béton armé des niveaux souterrains, l'ossature en béton armé des trois niveaux supérieurs constituée de poteaux, poutres précontraintes et de dalles et la charpente d'acier de la toiture. La structure précontrainte en câbles d'acier des verrières de façades longitudinales relie la charpente et l'ossature en béton armé et participe ainsi à la stabilité de la structure dans son ensemble. La simple palette des

matériaux et les traitements de détail éléments renforcent le caractère direct de l'architecture.

La charpente et les façades de l'aéroport Barajas sont un bon exemple d'une collaboration intégrante entre l'architecte et l'ingénieur structure. Au vu des dimensions du bâtiment de plus d'un kilomètre de long, le projet devait être conçu comme une structure modulaire qui pourrait accentuer de façon élégante son parti linéaire. Le profilé suit les cheminements des charges dans le toit et présente donc, dans les zones les plus sollicitées, des sections plus importantes. Les poutres principales séparées de 9 mètres sont constituées de poutrelles d'acier cintrées de 1500 mm de hauteur au dessus de la zone centrale de chaque hall, diminuant à 1100 mm au dessus des puits de lumière et à 750 mm au droit des poteaux extérieurs. Des poutres secondaires, elles aussi cintrées sont entre les poutres principales, écartées de 3,5 mètres, elles portent les pannes et la couverture du toit. La mise en œuvre à partir de composants assemblés des portiques d'acier a été choisie pour simplifier la production et la construction et répondre à la forme sérielle du bâtiment. Les poteaux coniques en V qui sont disposés en paire, à 18 mètre de distance, le long de l'axe longitudinal du bâtiment, constituent le support principal de la toiture. Les encastresments goujonnés dans le soubassement en béton armé permet aussi aux poteaux d'assurer la rigidité horizontale du toit. La rive externe du toit est portée par les poteaux inclinés, constitués de deux profils ovales creux qui se divisent vers le haut en Y, à une distance de 18 mètres. Le caractère clairement rectiligne du bâtiment appelle une structure porteuse pour les façades de verre sans éléments verticaux trop marqués. C'est ainsi que ses seuls éléments porteurs verticaux sont des poutres en câble tendues entre les poutres principales et le sol. Chaque poutre en câble est prétendue à 45 tonnes pour éviter que les éléments d'acier-inox n'exercent trop pression, liée aux forces des vents, sur la façade. Les vitrages sont maintenus par des traverses de 9 mètres de long disposées entre les poutres en câbles.

Les Postawa, SKM Anthony Hunts

Isométrie
Coupes de détail
Echelle 1:20

- 1 tôle aluminium 0,9 mm
- 2 chéneau tôle aluminium 3 mm
- 3 profil acier 520/260 mm
- 4 poutre principale acier soudé aile 500/30 mm, âme 690-1440/15 mm
- 5 profil acier L 100 mm
- 6 tube acier □ 60/4 mm
- 7 poutre secondaire profil acier IPE 500
- 8 tube acier □ 60/40/2 mm
- 9 profil acier galvanisé 12/20/20/1 mm
- 10 lattes de bambou 100/5 mm
- 11 élément de couverture en tôle aluminium,

- clipsé 65/400/0,9 mm
- laine minérale 175 mm
- panneau dérivé du bois 16 mm
- pare vapeur
- profil acier galvanisé 1,5 mm
- entre laine de roche 30 mm
- bac acier aluminium, perforé, rempli de laine de roche 35/200/1,2 mm
- 12 tôle aluminium pliée 1,4 mm
- 13 vitrage de protection solaire verre trempé 12 + vide 12 + verre de sécurité feuilleté 12 mm
- 14 profil acier IPE 20015 tube acier Ø 200/8 mm

Coupe

Échelle 1:100

Coupes de détail

Échelle 1:20

- 1 poutre principale profil acier aile 500/30 mm
- 2 profil acier inoxydable
- 3 patte de fixation tôle acier 45 mm
- 4 étrier acier inoxydable
- 5 câble acier inoxydable Ø 38 mm
- 6 profil aluminium anodisé
- 7 câble acier inoxydable Ø 33 mm
- 8 vitrage de protection solaire verre trempé 12 + vide 12 + verre de sécurité feuilleté 12 mm
- 9 fourreau croisé acier inoxydable poli
- 10 lame de sécurité acier inoxydable poli
- 11 membre comprimé fonte d'acier inoxydable partiellement polie
- 12 remplissage mousse polyuréthane
- 13 profil acier constitué de tube acier Ø 76 mm + plat acier
- 14 profil EPDM
- 15 goujon acier inoxydable Ø 80 mm
- 16 capotage profil aluminium, anodisation ton naturel
- 17 capotage de la gaine de ventilation aluminium, anodisation ton naturel
- 18 revêtement pierre 30 mm