

Bâtiment Tamedia à Zurich – construction bois urbaine à usage tertiaire sur 7 niveaux

Richard Jussel
Directeur de Blumer-Lehmann AG
CH-Gossau



1. Le concept constructif – développement durable et transparence

Au coeur de la ville de Zurich, dans la zone du Werdareal où se trouve son siège social, la maison d'édition Tamedia AG a fait construire un nouveau bâtiment additionné d'une extension d'un bâtiment existant. Le design et l'architecture portent la griffe de l'architecte japonais Shigeru Ban. Ce n'est pas la première fois qu'il défie la chronique en utilisant des matériaux qui s'inscrivent dans le développement durable comme le carton ou le bois. Shigeru Ban s'efforce par ailleurs de développer et de mettre en œuvre des solutions pour des projets humanitaires destinés à des zones de crise. Par exemple, des habitations de fortune suite aux tremblements de terre subis par sa patrie japonaise. Le pavillon japonais de l'Expo 2000, le Centre Pompidou de Metz et le club de golf Haesley Nine Bridges à Yeosu, en Corée du Sud, ont fondé sa réputation. S'il a recouru au bois pour réaliser l'immeuble de bureaux Tamedia, ce n'est pas là une première en soi. Cela lui a permis de donner vie à sa vision de structures porteuses filiformes, apparentes et dépourvues d'esbroufe. Sa recherche de solutions en phase avec le développement durable et sa quête de transparence architecturale cadrent non seulement avec l'image que veut se donner la ville de Zurich, mais aussi avec les principes de l'entreprise Tamedia AG.



Illustration 1 : Visualisation tirée de l'ébauche

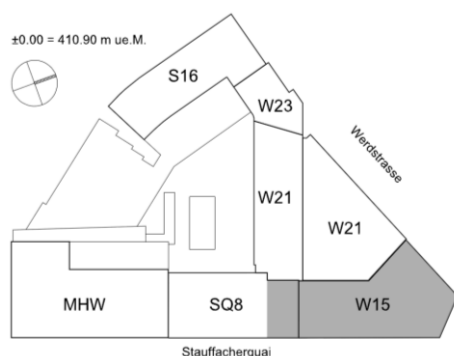


Illustration 2 : Aperçu de l'opération Werdareal

2. Nouveau bâtiment à Werdstrasse n°15 (W15) – discret et pourtant spectaculaire

Le concours d'architecte lancé initialement avait débouché plutôt sur des propositions classiques d'immeubles de bureau à plusieurs étages, voire de gratte-ciel. Ces projets ont pour la plupart buté sur les prescriptions municipales, qu'il s'agisse de l'ombre portée, des rapports entre les hauteurs des bâtiments ou de la forme du toit, toutes ces exigences étant clairement consignées pour toutes les constructions neuves à bâtir dans le cadre de la zone du Werdareal. Comment trouver une solution constructive qui cadre avec le quartier tout en restant innovante et démarquée du tout venant ? L'actuel immeuble transparent à plusieurs étages, flanqué d'une surélévation du bâtiment du Stauferrquai n°8, en fournit la réponse. A partir de l'esquisse, l'enveloppe a été adaptée aux caractéristiques de la zone à bâtir. C'est par exemple le cas de la toiture mansardée. A première vue, le nouveau bâtiment ne saute pas aux yeux. Mais si l'on se rapproche et que l'on regarde au travers de l'enveloppe transparente, on découvre le squelette du bâtiment en épicea. On est vite captivé par la manière dont se déploie une structure porteuse qui rappelle des articulations humaines surdimensionnées. Le résultat n'est pas seulement fait pour séduire les aficionados de la construction bois. Cette structure squelettique en bois, sur sept niveaux, traduit la vision d'un architecte qui recherche obstinément la réduction, la transparence et une approche en phase avec le développement durable. L'un de ses défis a été de réaliser un squelette exclusivement en bois, pas seulement au niveau des poteaux et des poutres, mais également des assemblages. Un vrai défi lancé aux ingénieurs de la construction bois et aux constructeurs. Une nouvelle fois, Shigeru Ban a choisi de travailler avec Hermann Blumer, qui a développé et rendu lisible le concept constructif. La structure porteuse est visible et se devait de faire son effet telle quelle, sans maquillages ultérieurs. C'est pourquoi la structure a été désignée par les partenaires du projet comme une sorte de mobilier. Un mock-up 1 : 1 a permis de se faire une idée de l'effet de cette structure en grandeur réelle. L'épicéa utilisé est de grande valeur, il a poussé dans une même zone à une hauteur supérieure à 1000 m au-dessus du niveau de la mer.

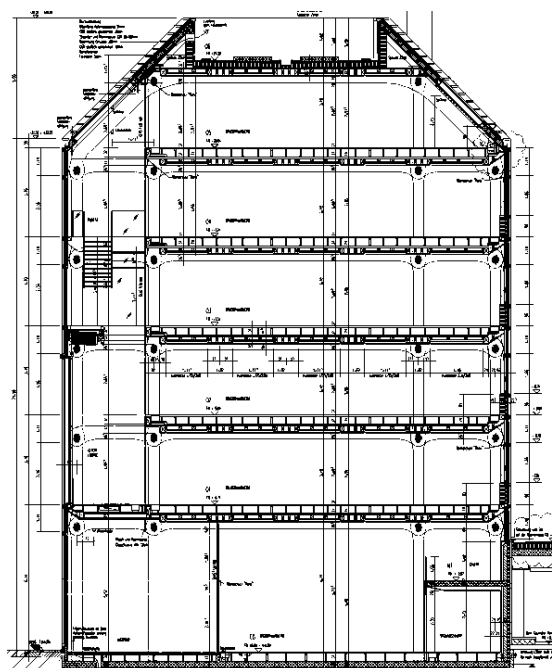


Illustration 3 : Coupe W15

2.1. Une structure porteuse de type mobilier : Le principe constructif de la structure en poteau-poutre

Le corps principal de la structure en poteau-poutre se compose de huit travées de quatre poteaux avec dix solives. La trame de 5,45 m établit une longueur totale de 38,15 m. Chaque poteau en BLC trio monte à 21 m avec une section de 440 x 440 mm. Tous les poteaux montent jusqu'au niveau de départ de la charpente de toiture. La longueur des solives détermine pour le bâtiment principal une largeur de 18 m. En partie centrale, les solives ont une épaisseur augmentée de 25 mm et comme les autres composants de la structure, leur classe de résistance est comprise entre GL24 et GL32. D'une largeur de 240 mm, les solives sont constituées de deux moitiés de 120 mm, à cause de la solution trouvée pour l'assemblage. Il a ainsi été possible d'intégrer aux points d'appui des renforcements constitués de plaques ovales en LVL de hêtre de 40 mm d'épaisseur. Le collage ultérieur a généré la section finale souhaitée. Il a ainsi été possible de contrôler la descente de charge au regard de la poussée latérale. Les solives sont emboîtées dans une cheville ovale en LVL de hêtre qui vient pour sa part reposer dans la réservation prévue. Afin d'optimiser la descente de charge, l'assemblage intègre deux plaques ovales qui ont également pour fonction de renforcer l'ouvrage au droit des assemblages. Dans la mesure où, à ces endroits, les transmissions de charges s'effectuent par contact, une très haute précision est requise tant au stade de la planification qu'à celui de la mise en œuvre. De l'extérieur, ces éléments ne sont plus visibles. Tout ce qu'on voit encore, c'est la géométrie parfaitement étudiée des nœuds de l'articulation auxquels l'architecte attachait une valeur particulière. Grâce à la continuité des piliers, on évite la constitution de forces agissant à la transversale des fibres. Cela permet d'intégrer dès l'usine les appuis de façade dans les piliers périphériques. De la même manière, les éléments ont pu être pourvus en usine de raccords pour les planchers intermédiaires en béton et pour les escaliers.

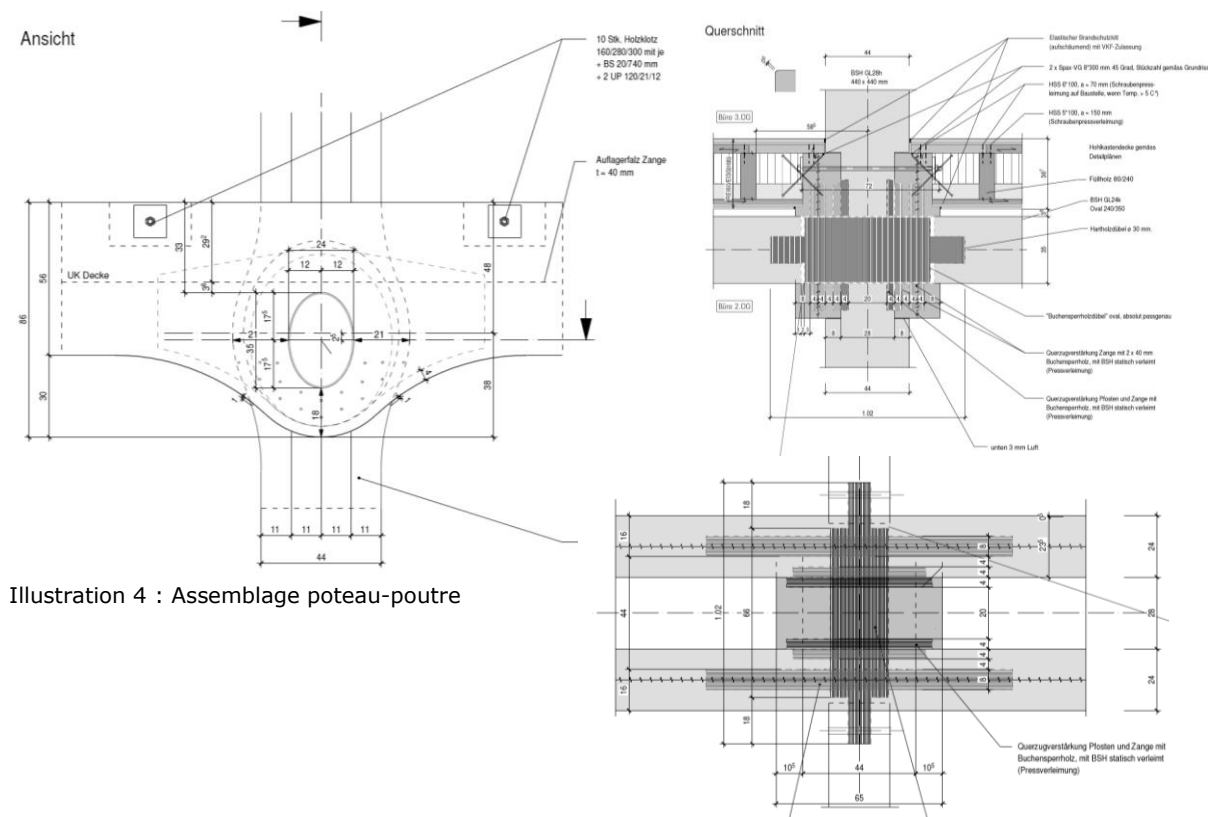


Illustration 4 : Assemblage poteau-poutre

2.2. Une structure de charpente résistant à la flexion

La structure en poteau-poutre monte jusqu'au niveau de la gouttière. Elle est prolongée par un cadre rigide d'une portée de 18 m qui constitue la charpente. Cette dernière repose sur des consoles en LVL de hêtre, scellées dans les solives du dernier plancher intermédiaire. Les pannes de la charpente n'assument pas de transfert de charge. Elle ne

font que s'emboîter à l'horizontale. Quant aux assemblages des angles des éléments de charpente, on y retrouve la même approche qu'ailleurs : des plaques en LVL de hêtre intégrées par collage se chargent d'une transmission harmonieuse des efforts de charge, améliorant la portance des éléments et la ductilité des efforts de traction. Un emboîtement par aboutage aurait été insuffisant. Quant à des assemblages métalliques, ils ne correspondaient pas au parti-pris. Afin d'évaluer à leur juste mesure les jonctions en hêtre, ces dernières ont fait l'objet de campagnes de mesure effectuées par l'école du bois de Bienne, qui ont donné des résultats plus que probants. Un essai de rupture sous charge effectué avec un assemblage complet a bien mis en lumière la robustesse de la solution technique adoptée. La précision des données au stade de la planification, de la taille numérique et du montage ont été la clef du succès. Il s'est agi de coller sous presse dix éléments dont quatre plaques en LVL de hêtre partiellement chanfreinées. C'est pourquoi les assemblages ont été constitués de manière à pouvoir bien diriger et contrôler la précision de l'emboîtement et la force du pressage. Pour parvenir à presser en bloc des éléments de charpente d'une telle forme cintrée et haute de 3,7 m, il a été nécessaire d'adapter le lit de la presse. Les cadres achevés en usine ont été acheminés de Gossau à Zurich par convoi exceptionnel.



Illustration 5: Photo essai en traction



Illustration 6: Photo d'éléments de charpente préassemblés et de leur transport

2.3. Achèvement de la structure de l'aile nord

L'aile nord du nouveau bâtiment W15 entoure le noyau nord en béton et s'étend en bordure de la chaussée. Le plan masse impose ici une modification de la structure, sachant que la largeur totale est ramenée à 4 m environ. Ne subsistent que les piliers intérieurs et extérieurs avec un entraxe du même ordre que dans l'aile principale. Dans l'entrée, les deux piliers de l'extrémité sont repris par un ouvrage destiné à agrandir la zone d'accueil du rez-de-chaussée. Un vrai défi, car les assemblages de cet ouvrage sont constitués de chevilles en LVL de hêtre d'une forme spécialement étudiée. La forme des colonnes à double cintrage résulte de l'impératif selon lequel leurs segments doivent constituer une

ligne horizontale, sachant que sur le plan masse, les piliers ne sont pas disposés en parallèle. Il a fallu recourir à des outils de modélisation 3D peu courants dans le monde de la construction bois. Cette structure primaire sans éléments en acier n'a pu voir le jour que grâce au recours ciblé à des matériaux en bois hautement performants.

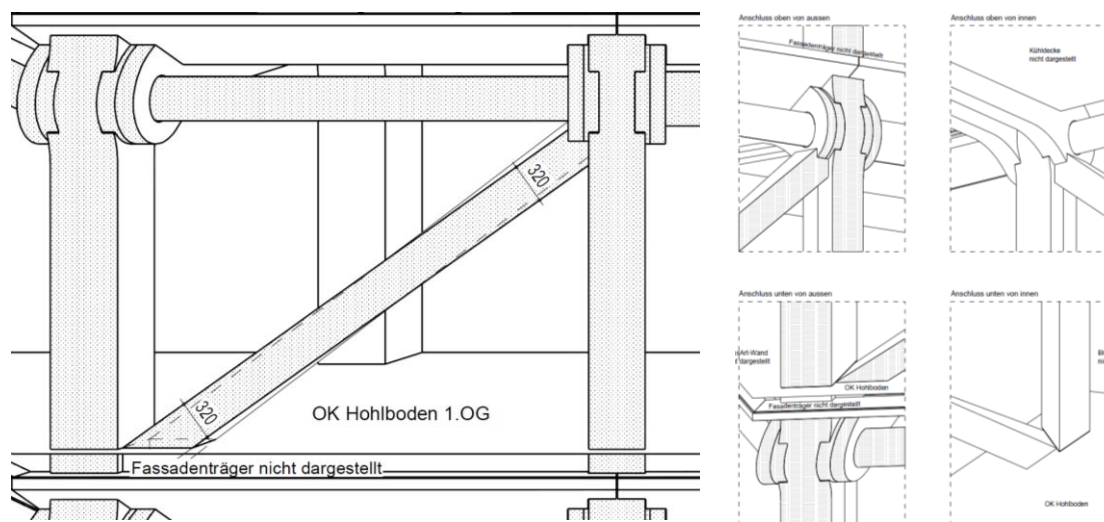


Illustration 7 : dessin de la structure porteuse

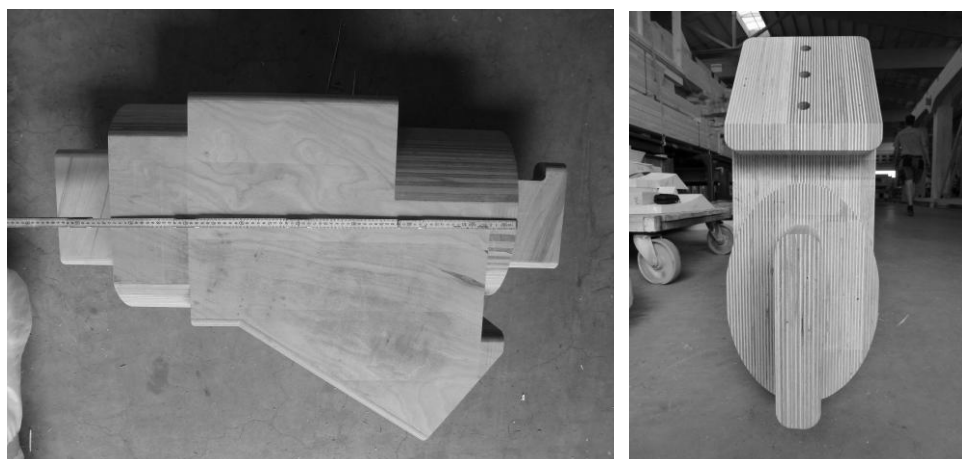


Illustration 8 : Photo d'une cheville en hêtre

Le contreventement, tout particulièrement en cas de tremblement de terre, est obtenu par le biais d'un panneau trois plis intégré dans le plancher. Ce panneau est raccordé aux deux cages d'escalier de l'aile principale et de l'aile nord, qui se chargent de la stabilisation globale de l'ouvrage.

2.4. Planification et démarche qualité

La précision de l'ajustement et la géométrie jouent un grand rôle au cours de la phase de planification et de préfabrication de la structure. Environ 80% des corps d'état qui interviennent aux côtés de la charpente recourent à la préfabrication, que ce soit pour la façade vitrée, les escaliers, les cloisons vitrées intérieures et les éléments du plafond rafraîchissant. L'objectif est d'atteindre une qualité maximale tout en réduisant au possible les temps de montage. Tout cela impose un haut degré de planification en amont, des décisions prises très en amont et une interaction précise entre les corps d'état quant au séquentiel et aux tolérances. Côté construction bois, ce chantier a entraîné la réalisation d'un modèle en 3D auquel les ouvrages complémentaires ont été associés. Compte tenu de la complexité de l'ouvrage, la plupart des 1400 éléments qui composent la construction bois sont uniques. Afin de coordonner les interventions, les architectes ont validé les plans d'exécution selon une procédure en trois étapes. Pour ce qui concerne cet ouvrage, Blumer-Lehmann a décidé d'adapter son système de management de la qualité. Outre les questions de géométrie, une attention particulière a été accordée à la qualité

des matériaux, au collage structural des panneaux en LVL de hêtre, au collage sous presse en bloc et au respect des contraintes de protection contre l'incendie. Sur ce dernier point, notons que l'autorité compétente de la ville de Zurich n'a donné son aval que lorsque ce bâtiment à structure bois de sept niveaux et hors normes a été en mesure de faire valoir des résultats probants issus des tests de résistance au feu de l'ouvrage, validant l'approche adoptée quant à la protection incendie du bâtiment. L'accord a été assujéti à des contraintes spécifiques, le bâtiment étant classé niveau 4 en matière de contrôle de qualité. Ce niveau d'exigence maximal a eu pour effet que la planification, la fabrication et le montage ont été visés et validés par un ingénieur externe. L'ensemble du bâtiment est dépourvu de plafonds suspendus, de sorte que toutes les installations techniques utiles d'un étage donné cheminent sur le plancher du dessus. Et afin d'atteindre les locaux concernés, il a bien fallu percer des trémies au travers de ces planchers qui assurent par ailleurs une fonction coupe-feu REI 60. En conséquence, dès la phase de fabrication, ces planchers ont été percés de 3500 gaines coupe-feu. Autre exemple de prise en compte de la protection incendie : le raccordement à la structure bois de cloisons vitrées REI 60. Il se trouve que le PV du système de cloison en question se rapporte à une interface minérale. En fin de compte, l'intégration de panneaux de protection incendie habillés d'un placage apporte l'assurance qu'un incendie ne se propagera pas au droit des raccords.

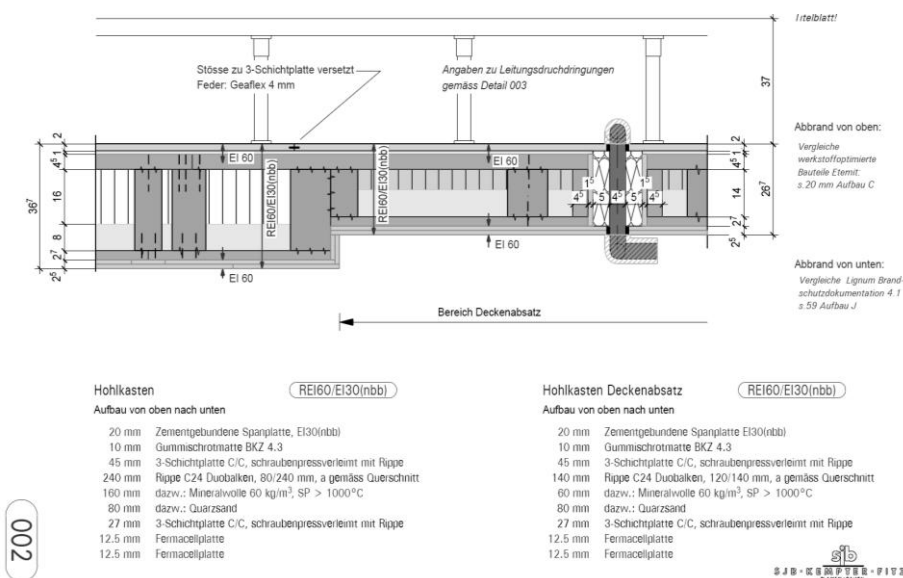


Illustration 9 : Dessin des éléments de plancher

2.5. Production, montage, séquentiel

L'étape de la fabrication comportait la réalisation de la structure porteuse primaire et celle des éléments. En plus du contrôle de production interne et externe, il convenait de prêter une attention particulière au collage en bloc des solives. En termes de logistique et de stockage des composants, la barre était également placée très haut. Avant le démarrage de la mise en œuvre, l'aile principale a été entièrement préfabriquée et entreposée dans trois halls de stockage d'une surface cumulée de 3500 m². Des renforts d'angle et des bâches ont protégé la structure primaire pendant le transport et le stockage, et à l'occasion du montage, une peinture hydrophobe a été appliquée. La logistique de ce chantier de centre ville constituait un défi en lui-même. Tant pour l'approvisionnement que pour le stockage, tous les corps d'état ne disposaient que d'une seule voie le long de la façade du bâtiment. L'entreprise générale a donc établi un plan d'approvisionnement en juste-à-temps. Pour ce qui concerne la construction bois, il arrivait qu'il faille gérer jusqu'à quatre approvisionnements par jour. Quant à la manutention, les équipes disposaient au maximum de trois grues d'une charge limitée à 8 tonnes pour une portée de 45 m. Exceptionnellement, ce dispositif a été complété par des grues mobiles. Chaque structure en poteau-poutre a été dressée verticalement en prenant appui sur la ligne précédente. Tout d'abord, la première rangée de solives a été fixée avec un grand souci de précision sur les consoles, puis les quatre piliers ont été glissés dans les cinq solives superposées. Après quoi une seconde rangée de solive a été mise en place sur toute la hauteur. Les chevilles en LVL de

hêtre avait préalablement été fixées sur les piliers. L'ensemble de la structure poteau-poutre pèse 25 tonnes. Au levage, le système statique et les tolérances sont inversées. Cela génère des grincements, jusqu'au moment où la structure a épuisé les tolérances de montage au niveau des nœuds et que les pièces sont pleinement en contact.

Le calme se faisait autour d'une charge de 15 tonnes, après quoi une grue mobile soulevait l'ensemble du cadre de quelques centimètres pour le déplacer vers la rangée de sa position définitive. On respectait un léger écart par rapport à la verticale, de sorte qu'il était possible d'emboîter les contreforts ovales en épicéa niveau après niveau. Progressivement, la structure se rapprochait de la verticale. Les éléments de plancher ont également été intégrés par rangée sur toute la hauteur. La portée des éléments centraux est 3,5 fois plus grande que celle des éléments périphériques. Ainsi, les piliers extérieurs se relèvent légèrement jusqu'à la mise en place de la charpente rigide. Alors, les piliers extérieurs sont ramenés par le poids de cette superstructure à un écart de zéro. Après quoi le montage de la façade pouvait commencer. Des grandes bâches de toit provisoires protégeaient provisoirement l'ouvrage des intempéries. A la verticale, des filets bloquaient les effets d'une pluie latérale battante.

Le calendrier des travaux n'accordait que 4 mois sur deux ans au total pour le montage de la structure bois, plus deux mois pour les travaux d'aménagement intérieur. Le travail en temps masqué a permis de gagner du temps, au prix cependant d'une nouvelle contraction des surfaces de travail disponibles. Le constructeur bois s'affairait déjà sur la première rangée alors que l'entreprise générale n'avait pas encore achevé les travaux sur la cage d'escalier de l'aile nord. Les corps d'état techniques ont commencé à intervenir sur l'aile principale alors que l'aile nord n'était même pas encore assemblée. Cela fait partie des avantages d'un système poteau-poutre avec ordre de montage vertical.

3. Remarques à la marge

Les caractéristiques de la structure en bois ne sont pas le seul attrait d'un ouvrage de cet acabit. Jouxant les bureaux paysagers côté fleuve, un espace intermédiaire s'étend sur tous les niveaux, séparé des bureaux proprement dits par une façade intérieure. Dans cette zone, à certains endroits, il est possible d'ouvrir la façade sur des terrasses. La façade se compose d'éléments individuels développés et testés pour ce projet. Quand la façade est ouverte, un lien direct est créé avec le paysage fluvial de la Sihl. Ces terrasses peuvent être utilisées pour des réunions ou pour des pauses créatives. Un escalier raccorde tous les paliers et dessert également les plateaux de bureaux. L'air venant des bureaux et chauffé dans l'espace intermédiaire est exploité sur le plan énergétique et évacué par le toit. C'est à cause de cet espace intermédiaire, ce volume d'air qui s'étend sur toute la hauteur du bâtiment, que l'ensemble des locaux ont été équipés de sprinklers. Par ailleurs, les plateaux sont desservis par deux cages d'escalier et d'ascenseur.

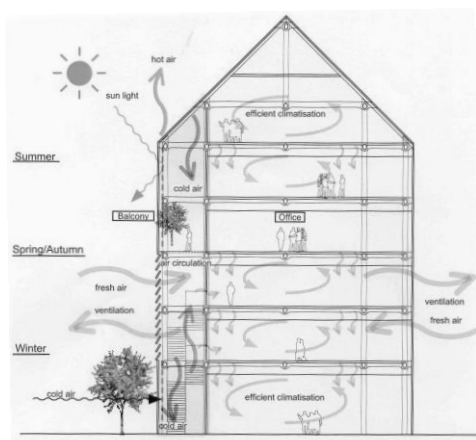


Illustration 10 : esquisse espaces intermédiaires

L'enveloppe est à 80% en verre. Dans le secteur des médias, chaque poste de travail peut être équipé de trois moniteurs. De sorte qu'un tel bâtiment aura surtout besoin d'être rafraîchi. Une hypothèse d'ailleurs confirmée par la modélisation. C'est pourquoi du sable

a été versé dans les éléments de plancher, en complément de systèmes de plafonds rafraîchissant réversibles. Le système est relié à un puits canadien. S'ajoutent en façade des protections solaires fixes et orientables.



Illustration 11 : Photo du plancher achevé

4. Extension de Stauffacherquai n°8 (SQ8) – Une surélévation en solution mixte

Le nouveau bâtiment et l'ancien se joutent et sont raccordés par des passerelles. Toutefois, les deux édifices sont clairement différenciés, notamment sur le plan de la conception de la toiture. L'extension du Stauffacherquai n°8 rajoute deux niveaux à un édifice des années trente qui a déjà été surélevé au cours des années soixante. La structure en béton n'était pas en mesure d'encaisser sans renforcements la surcharge de deux niveaux supplémentaires. Il était nécessaire de descendre ces charges via des poteaux métalliques disposés en façade. C'est que la toiture précédente en voile de béton de 10 cm ne se prêtait pas à recevoir de telles charges. L'envergure d'environ 20,4 m a été enjambée par une structure composite en métal et en bois. Les poutres d'acier travaillent en traction et aussi comme porteurs sur lesquels repose le premier niveau de la surélévation. Sur ce niveau, le sol se compose de tôles trapézoïdales et de panneaux en bois-ciment associés à de la laine minérale. Il était impératif de réduire l'épaisseur du plancher au minimum afin de permettre un passage vers le nouveau bâtiment sans créer une pente incompatible avec les accès réglementaires pour handicapés. En conséquence, l'ensemble des équipements techniques a été disposé dans le plénum moyennant le percement des poutres en acier. 10 mm seulement séparent le plénum du plancher surélevé de l'affleurement supérieur des poutres métalliques. Grâce à une prise de cote précise, il a été possible de corriger la modélisation 3D juste avant la phase montage. Les appuis de la structure hybride sont remplis de béton pour qu'en cas d'incendie, au cas où les poutres métalliques cèdent, les plafonds antécédents puissent agir en traction. C'est sciemment que sur cet ouvrage, les assemblages de la structure en bois ont été traités d'une manière sobre, afin de faire apparaître la différence entre la surélévation et le nouveau bâtiment. Les solives sont raccordées aux piliers par de classiques plaques métalliques. Les solives et les planchers sont disposés de la même manière que dans le bâtiment neuf. Le toit de la surélévation, en arc-de-cercle, décrit un rayon d'environ 11,9 m.

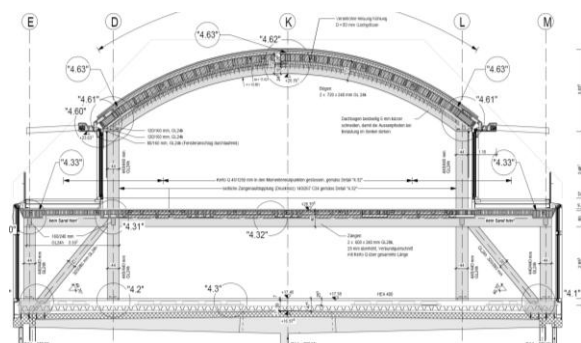


Illustration 12 : Croquis coupe SQ8, uniquement niveau 4/5

Le montage de cet ouvrage a été effectué de la même manière que pour le nouveau bâtiment W15. La structure porteuse primaire a été montée sur toute la hauteur rangée par rangée, et les éléments de plancher ou de toiture ont été intégrés pas à pas et successivement dans les neufs rangées. La surélévation a une longueur totale d'environ 41,8m. L'ensemble a été protégé par un auvent, sachant que l'immeuble abritant la rédaction du quotidien est resté en service durant les travaux.

5. Pour conclure

L'ouvrage n'a pas manqué de susciter beaucoup de curiosité et d'attentes auprès des futurs utilisateurs, des habitants de la ville de Zurich et des spécialistes. Au fil des mois, de nombreuses visites guidées ont été organisées, le nombre des personnes intéressées dépassant chaque fois largement celui des places disponibles. Tant la ville que les quelque 300 futurs utilisateurs plébiscitent l'option bois. La mise en service a eu lieu début 2013 deux ans seulement après le début des travaux. Tout le monde s'accorde à penser que l'on se trouve en présence d'une référence marquante dans le domaine de la construction urbaine en bois. Et l'on espère que cette réalisation ne restera pas une exception, mais qu'elle symbolisera le retour du bois au sein des constructions urbaines. En tout cas, ce bâtiment illustre bien comment un ouvrage en structure bois peut s'intégrer dans un contexte urbain tout en y apportant une touche particulière.

6. Fiche de chantier

Maître d'ouvrage:
Tamedia AG, Zürich
www.tamedia.ch

Architecte:
Shigeru Ban, Paris
www.shigerubanarchitects.com

Développement construction :
Création Holz, Herisau
www.creation-holz.ch

Coordination générale :
Itten + Brechbühl AG, Zurich
www.ittenbrechbuehl.ch

Statique :
SJB.Kempter.Fitze AG, Frauenfeld
www.sjb.ch

Contractant général :
HRS Real Estate AG,
www.hrs.ch

Construction bois :
Blumer-Lehmann AG, Gossau
www.blumer-lehmann.ch

Martin Antemann (chef de projet), Alexander Holl (chef de l'exécution et de la coordination construction bois, auteur de cette contribution)