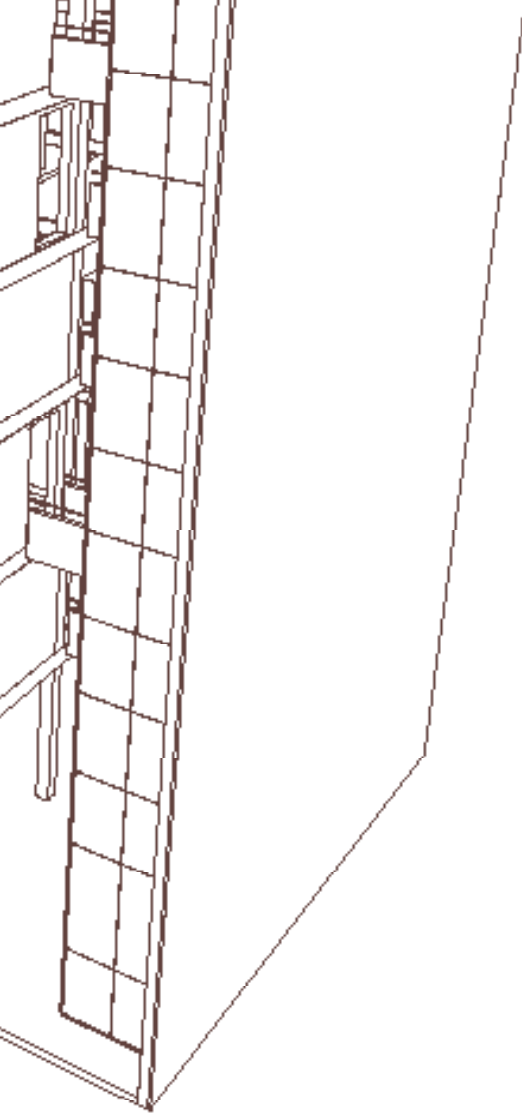


LE BOIS PREND DE LA HAUTEUR

Faisant fi de réticences ancrées dans l'inconscient collectif, le bois commence à être retenu pour la construction d'immeubles de plusieurs étages en centre-ville. Des exemples à Berlin, *E3* (R+6), et à Londres, *Stadthaus* (R+8), démontrent que le matériau est désormais capable de concurrencer les systèmes constructifs traditionnels en matière de statique, de rapidité et de coût. Encore timide en France, la construction bois en hauteur commence à se développer.





tion historique des pagodes asiatiques, de Scandinavie (*Stavkirke*) et des hautes issues du XVIII^e siècle, la construction en bois a eu quelques décennies en sommeil. Une fois par des raisons – ou plutôt des préjugés économiques. « Les incendies médiévaux péennes se sont ancrés dans la mémoire collective les blocages culturels », expliquent Karim Frenette, architectes et ingénieurs, directeur de conseil et de formation en bâtiment. La majorité des obstacles techniques liés à la construction ont été levés (résistance au feu, risque de déformations). Sur le plan économique, le choix du bois résulte d'un arbitrage entre plusieurs paramètres. Par exemple, l'isolation acoustique des planchers en bois peut être compensée par des dispositifs de stratification des différentes couches, la loi de Darcy pour les cours à des matériaux plus lourds, des mesures techniques. Ces mesures sont assez onéreuses, mais en revanche plus avantageux pour la construction grâce à la préfabrication. De plus, une surface moins gourmande en surface, car l'isolant est monté sur des ossatures. Le gain est de l'ordre de 10% (Marc Pauget du Comité national pour le bois) (CNDB) : un avantage incontestable en

le bois

le bois est sûrement le plus répandu en construction, et pour les petites entreprises, il se contente de

dispositifs de levage légers et se prête bien à des chantiers difficiles d'accès. Mais, dans les pays voisins, les panneaux en bois massif contrecollé commencent à lui faire concurrence : ce système industriel, avec des panneaux de grande portée, permet un degré de préfabrication plus important et une meilleure descente de charges, deux qualités idéales pour une construction de toute hauteur en cœur de ville. Pour *E3*, un programme de logements surplombant leur nouvelle agence en rez-de-chaussée (voir ci-contre), les architectes berlinois Kaden + Klingbeil ont choisi une structure poteaux-poutres en bois lamellé-collé. Tous les éléments de façade, de toiture, de plancher et de cloisonnement ont été préfabriqués. Le montage du gros-œuvre, avec une pièce de fixation unique pour tous les assemblages, n'a duré que dix semaines. À Londres, la totalité du gros-œuvre de la *Stadthaus* (voir fin d'article) a fait l'objet d'une préfabrication jusqu'à la découpe des portes et fenêtres. Trois ouvriers et un contremaître ont suffi pour monter le bâtiment en neuf semaines. Ses architectes, Andrew Waugh et Anthony Thistleton, affirment qu'avec un montage de la structure aussi rapide et une livraison en quarante-neuf semaines contre soixante-douze, une telle construction est plus économique qu'un chantier classique. La grande précision apportée par la préfabrication



L'immeuble berlinois *E3* utilise une structure poteaux-poutres en bois lamellé-collé. Les murs sont réalisés avec des panneaux en planches sur chant cloués insérés dans l'ossature, dont ils assurent le contreventement. La dalle mixte bois-béton stocke l'énergie, atténue les variations du climat extérieur et offre un confort acoustique et thermique excellent, au prix il est vrai d'une énergie grise élevée en raison de la quantité de ciment utilisée. Le temps de séchage est cependant réduit grâce à la minimisation de l'apport d'humidité durant le montage : le gros-œuvre a été réalisé en dix semaines.

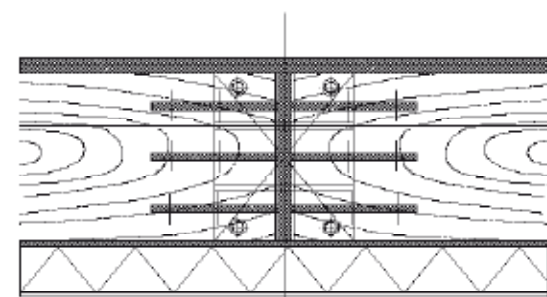
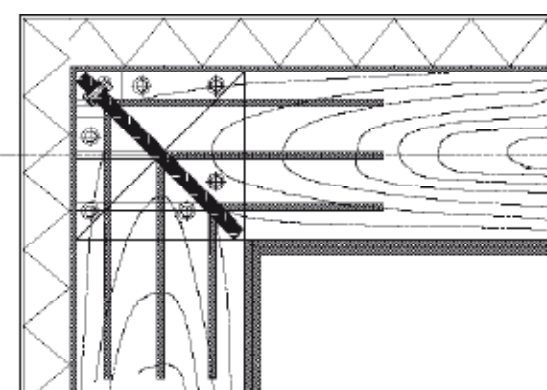


Les poteaux en bois (30/36 cm) sont assemblés aux poutres (36/28 cm) par des pièces métalliques en âme, fixées par des broches.

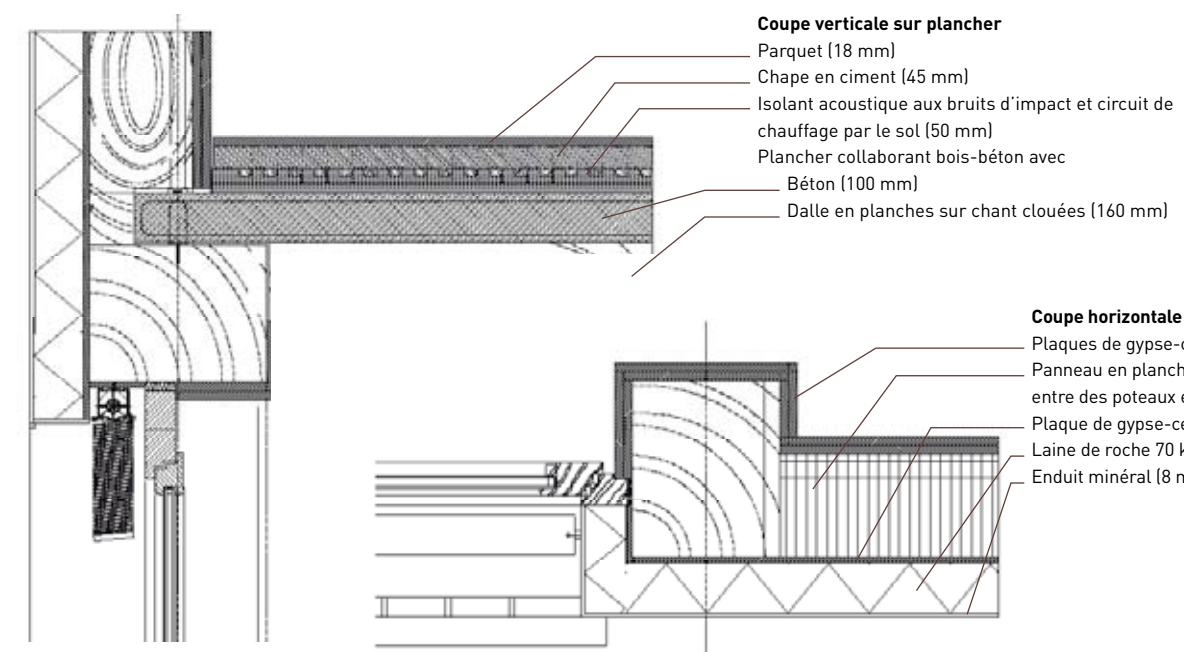
des composants structurels (tolérance de +/- 3 mm) a aussi facilité les travaux de second œuvre. Le système repose exclusivement sur les panneaux de bois massif : certains atteignent 13 mètres de long ! Selon les maîtres d'œuvre, une structure poteaux-poutres pour un immeuble de cette hauteur aurait pénalisé le bilan carbone à cause d'un recours trop important à des assemblages et à des croix de Saint-André métalliques.

La peur du feu ?

En Allemagne, la législation autorise depuis 2005 la construction de bâtiments en bois jusqu'à cinq étages. E3 est le premier à dépasser ces limites avec un sixième et dernier niveau à 19,40 mètres au-dessus du sol. Sa réalisation a été permise grâce à un audacieux concept de protection incendie et à une mise au point en amont avec le bureau de contrôle. La première difficulté a été le passage de la classe de bâtiment 4 à la classe 5, inaccessible pour la construction en bois puisqu'elle repose sur des matériaux ininflammables. Le problème est ici résolu avec les plaques de gypse-cellulose Fermacell® qui freinent l'échauffement et grâce auxquelles les parties porteuses ont vu leur résistance au feu passer de 60 à 90 minutes. Avec une chape de 10 centimètres de béton, les dalles mixtes atteignent elles aussi 90 minutes, autant que des dalles en béton armé ! Le plafond, recouvert d'une couche transparente de vernis intumescent destinée



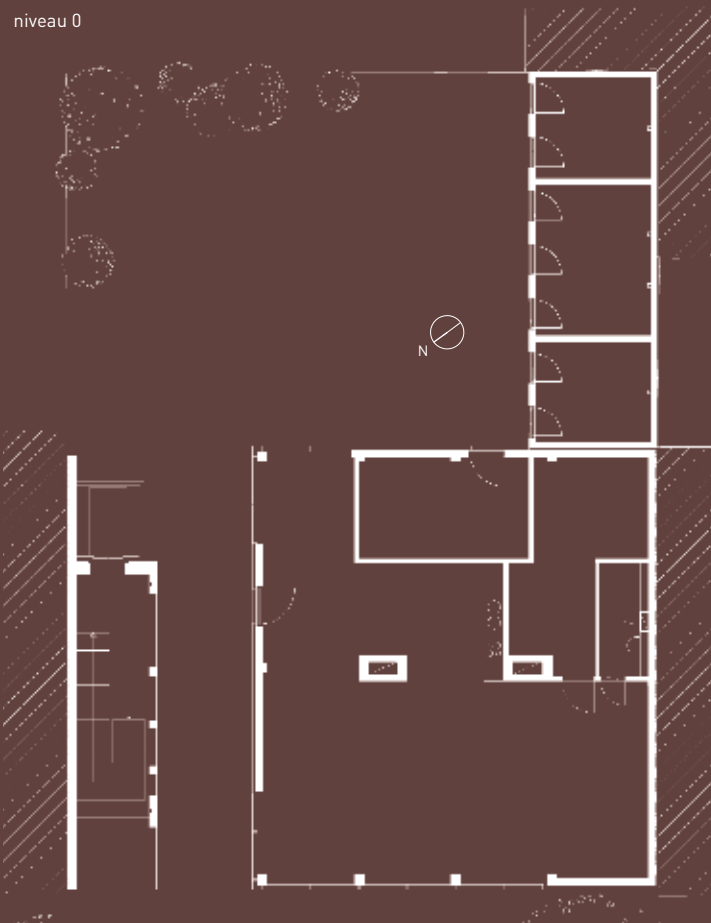
Détail de la liaison entre les poutres de rive en partie courante et en angle.



- Coupe verticale sur plancher**
- Parquet (18 mm)
 - Chape en ciment (45 mm)
 - Isolant acoustique aux bruits d'impact et circuit de chauffage par le sol (50 mm)
 - Plancher collaborant bois-béton avec
 - Béton (100 mm)
 - Dalle en planches sur chant clouées (160 mm)

- Coupe horizontale sur le mur extérieur**
- Plaques de gypse-cellulose Fermacell (2 x 18 mm)
 - Panneau en planches sur chant clouées (160 mm) entre des poteaux en lamellé-collé (30/36 cm)
 - Plaque de gypse-cellulose Fermacell (12,5 mm)
 - Laine de roche 70 kg/m³ (100 mm)
 - Enduit minéral (8 mm)

niveau 0



📄 Fiche technique

E3

Lieu : Esmarchstrasse 3, 10407 Berlin.

Programme : logements, agence d'architectes Kaden + Klingbeil au RDC.

Maîtrise d'œuvre : Kaden Klingbeil Architekten, architectes (Tom Kaden, Tom Klingbeil, Georg Englisch, Jürgen Schülke, Matthias Kunz).

Maîtrise d'ouvrage : groupement de promoteurs-constructeurs e3Bau GbR.

Bureaux d'études : Professeur Julius Natterer avec Tobias Linse, Munich (BET structure) ; Dehne, Kruse & Partner (ingénieurs sécurité incendie).

Entreprise bois : Projekt Holzbau [entreprise chargée de la construction en bois et en béton armé]

Surfaces : 948 m² SU, 4 170 m³ volume brut.

Calendrier : début travaux, août 2007, livraison mai 2008.

Coût total des travaux : environ 2,3 millions d'euros HT. Coût de construction, 1 627 716 euros HT.

Système constructif et matériaux : dalle mixte bois-béton et poteaux en bois massif (épicéa du Sud de l'Allemagne), panneaux en bois massif (murs), isolation laine minérale et enduit (façade), supports et revêtements de sol écologiques (chape en magnésie, avec linoléum ou parquet en bois de bout), protection solaire en lamelles de bois.

Mesures environnementales : stockage élevé du carbone, demande en énergie primaire inférieure de 30 % par rapport à un gros-œuvre traditionnel, chantier à faibles nuisances et rapide (hors-eau en 8 semaines), légèreté du matériau bois générant des économies de transport.

Installations techniques : chauffage et eau chaude sanitaire par réseau de chaleur urbain, ventilation double flux, gestion économe des eaux pluviales, double vitrage isolant avec intercalaires à bord chaud Thermix®, qui permettent de faire passer le coefficient de transmission thermique de 1,1 W/m²·K (standard) à 0,9 W/m²·K.

Besoins de chauffage annuels : (pour un logement de 150 m²) environ 300 euros pour chauffage et eau chaude sanitaire ; besoins en énergie primaire maximale autorisés bien inférieurs à 40 kWh/m².an.



Dès l'origine, le maître d'ouvrage a insisté sur la nécessaire flexibilité des logements. D'où la position excentrée de l'escalier et de l'ascenseur.

Sans label, mais économe

L'ambition de rapprocher l'E3 du standard allemand Passivhaus supposait l'intégration, dès la phase de conception, de mesures sur l'enveloppe et d'équipements techniques spécifiques. La consommation de chauffage est largement inférieure à 40 kWh/m².an. Cette performance repose sur la réduction des déperditions thermiques grâce à la qualité des vitrages – seulement doubles mais efficaces – et au complexe isolant des façades. La ventilation mécanique contrôlée fonctionne sur un mode décentralisé.



Côté aménagement intérieur, les architectes ont pris le parti d'exprimer le bois plus qu'à l'extérieur : la sous-face des panneaux de bois massif est ainsi laissée apparente.

à empêcher l'embrasement, progresse d'une qualité normalement inflammable (B2) à difficilement inflammable (B1). Des détecteurs de fumée dans chaque logement et des doublages au niveau des murs séparatifs limitent d'autant la propagation de l'incendie entre logements. La solution londonienne en panneaux de bois massif cinq plis présente la même résistance, estimée à 90 minutes. En cas d'incendie, la couche carbonisée qui protège les panneaux modifie l'impact de la combustion et la ralentit. La sécurité est assurée par un système d'alarme intégré et un autre de désenfumage et de ventilation incendie. En définitive, les contrôles effectués permettent de constater que les bâtiments sont aussi résistants au feu que des structures conventionnelles en béton ou en acier.

Tour d'horizon européen

L'agence londonienne Waugh Thistleton étudie actuellement la faisabilité d'un bâtiment en bois pluriactivités de vingt-cinq étages dans le nord de Londres. Pour les centres-ville autrichiens, le projet de recherche Forschungsprojekt 8+, initié par l'agence Schluder architektur ZT GmbH et l'architecte Peter Krabbe, met au point un bâtiment type d'habitation et de bureaux d'au moins huit étages. En France, Bettina Horsch et Marika Frenette identifient plusieurs obstacles à la progression de la filière bois dans le domaine de la grande hauteur. Réglementation souvent défavorable, industrie des matériaux concurrents très organisée, offre insuffisamment structurée et manque de formation technique : « Les entreprises devraient répondre à plusieurs pour faire face aux



La façade du *Stadthaus* est protégée par 5 000 panneaux Eternit® en fibres-ciment de 1 200 x 230 mm, composés à 70 % de déchets de bois.



Livrés sur le site de construction, les panneaux en bois massif contrecollé KLH sont immédiatement positionnés à leur place définitive, offrant un appréciable gain de temps.

Fiche technique

Stadthaus

Lieu : Murray Grove, London N1.

Programme : 29 appartements.

Maîtrise d'œuvre : Waugh Thistleton Architects, Londres.

Maîtrise d'ouvrage : Telford Homes Plc Metropolitan Housing Trust.

Bureaux d'études : Jenkins & Potter (BET structure), Michael Popper & Associates / AJD Design Partnership (BET fluides) technical engineer.

Entreprise bois : KLH UK Ltd.

Calendrier : début travaux, octobre 2007, livraison octobre 2008.

Coût total des travaux : environ 3 millions de livres sterling.

Système constructif et matériaux : panneaux en bois massif KLH (noyau central, murs et parois), isolation en laine minérale, panneaux de façade en fibres-ciment Eternit® 1 200 x 230 mm. Stockage équivalent à 181 tonnes de carbone, soit 21 années d'émissions de carbone pour un bâtiment massif comparable.

entreprises de béton et de maçonnerie. Elles doivent aussi améliorer leur expertise en logistique de gros chantiers à l'image des grands groupes du BTP*. » Intégrer différentes compétences, de la conception et des études jusqu'à la réalisation, à la manière des constructeurs de maisons individuelles, c'est par exemple la voie suivie par Éric Suez, créateur de la société de promotion Urban Green, qui a livré un immeuble en bois massif de quatre niveaux à Gentilly (Val-de-Marne) en décembre 2008 : « J'ai souhaité tester la filière, les entreprises et les matériaux, avant de nous lancer dans des projets plus importants. Le Vorarlberg nous a servi de modèle de collaboration entre les différents partenaires de la construction en appelant à une "fusion" entre bureaux d'études, architectes et entreprises. » Au niveau européen, les bâtiments en bois de quatre à six étages deviennent très courants. Économiquement, Bettina Horsch rappelle qu'en 1992 déjà, le programme « Logements locatifs en ossature bois » initié par le Land de Bavière avait permis d'atteindre un prix au mètre carré de 900 euros au lieu des 1 500 euros habituels. « En Suisse, la réglementation a changé en 2005, permettant la construction en bois avec une cage d'escalier en béton jusqu'à six étages, et jusqu'à trois étages avec une cage d'escalier en bois, ajoute-elle. Un exemple emblématique est également fourni en Suède avec les logements sociaux Limnologen, à Växjö, répartis sur quatre immeubles de huit étages. » Pour faire évoluer les possibilités, Bettina Horsch et Marika Frénette préconisent par-dessus tout la formation technique : « Avant de se lancer dans les hauteurs, maîtriser la base ! » ☒

yves minssart

photos : bernd borhardt

* Intervention aux États généraux du bois dans la construction, le 16 octobre 2008 « "L'habitat collectif en bois existe : je l'ai rencontré", tour d'horizon européen de bâtiments bois de plusieurs étages ».

i

Pour en savoir plus

- www.zuschnitt.at (le numéro 33 de *Zuschnitt*, la revue du centre autrichien du bois Proholz Austria, est consacré aux immeubles de grande hauteur en bois, pour les germanophones)

Immeuble E3 à Berlin

- www.e3berlin.de
- www.kaden-klingbeil.de
- www.projekt-holzbau.de

Immeuble Stadthaus à Londres

- www.waughthistleton.com
- www.telfordhomes.plc.uk
- www.techniker.co.uk
- www.klhuk.com