

# Rencontres romandes du bois 2021



## Programme journée Construction

### Introduction: état des lieux d'un tournant écologique

Christophe Catsaros, critique d'art et d'architecture indépendant

### Des maisons des bois finlandaises aux équipements sportifs

Olavi Koponen, architecte

### Le nouveau complexe multisport de Nyon

Laurent Saurer, architecte EPF, co-fondateur LOCALARCHITECTURE

Jonathan Krebs, ingénieur civil HES, chef de projet INGPPI

Nils Baertschi, directeur/administrateur Cambium

### Centre Aquatique Paris 2024

Laure Mériaud, architecte, associée d'Ateliers 2/3/4/

Benjamin Touraine, senior Structural Engineer, Project Manager chez schlaich bergemann partner sbp

### Le choix du bois dans le futur Village olympique de Saint-Ouen. Immeuble bas carbone conçu par l'agence DREAM

Dimitri Roussel, architecte fondateur DREAM

### Le Vortex et les Jeux Olympiques de la Jeunesse 2020

Jean-Luc Sandoz, ingénieur, chercheur, professeur

### Premier débat: l'échelle et la durabilité. La grande échelle peut elle être durable?

Christophe Catsaros

Olavi Koponen

Jean-Luc Sandoz

Gérard Greuter, responsable du Service construction durable à Retraites Populaires

Fabien Fréchin, directeur technique, Losinger Marazzi

### L'émergence des structures spatiales en bois dans les années 1960-1970

Stéphane Berthier, architecte

### Construire des équipements de taille avec des petits éléments assemblés

Yves Weinand, architecte, ingénieur, directeur de l'Ibois à l'EPFL

### Pavillon Smart Training: bois dissimulé / bois apparent – un comparatif

Emmanuel Rey, professeur associé, EPFL

### Refuge du Goûter, Vélodrome de Genève, Vitam'parc Neydens, physique et métaphysique du bois

Thomas Büchi, maître-charpentier

### Deuxième débat: l'innovation et sa diffusion. Comment transmettre la nouveauté et dans quel objectif?

Christophe Catsaros (modération)

Stéphane Berthier

Yves Weinand

Emmanuel Rey

Thomas Büchi

### Clôture de la journée

#### Prise de position politique en faveur du bois

Michael Reinhard, chef de la division Forêts de l'Office fédéral de l'environnement



#### Photo de couverture

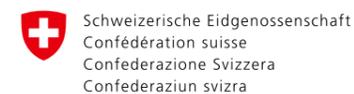
Patinoire d'Ajoie et du Clos du Doubs,  
Porrentruy

(CORINNE CUENDET)

## SOMMAIRE

- 4 Éditorial:  
La construction bois est un sport d'équipe  
*Marc Frochaux*
- 6 « Future is now! » – retour sur la journée Construction  
*Audanne Comment*
- 12 Les structures spatiales de Robert Lourdin  
*Stéphane Berthier*
- 18 Le bois local, avenir des exploitations forestières de montagne  
*Christophe Catsaros*
- 24 Le sport en bois: six projets remarquables  
*Audanne Comment*
- 32 Impressum

### Partenaires des Rencontres romandes du bois 2021



Office fédéral de l'environnement OFEV  
Plan d'action bois



# LA CONSTRUCTION BOIS EST UN SPORT D'ÉQUIPE

**Le thème du sport, qui structurait les Rencontres romandes du bois 2021, ne pouvait être mieux choisi. Au côté des halles industrielles, c'est dans les équipements sportifs que les structures les plus ambitieuses sont réalisées. Le sport pourrait également devenir une métaphore de l'effort collectif à fournir pour accompagner le changement en cours, au sein de la filière, dans la conception des structures ou dans le projet architectural.**

Si la construction bois concurrence aujourd'hui l'acier et le béton, ce n'est pas seulement au regard de son bilan carbone négatif, c'est bien parce que ses méthodes de conception ont prodigieusement progressé dans les dernières décennies, et continuent d'évoluer rapidement. Comme dans les courses automobiles, les performances augmentent constamment et les records sont régulièrement battus. Or, nous ne sommes pas dans une course de vitesse. Bien au contraire. L'enjeu des prochaines décennies sera d'arrêter à décélérer, à consommer moins de ressources et refuser aussi bien la précipitation que l'exploit. Le bois n'est pas un sport de combat, un sport acrobatique ou de vitesse. C'est un sport collectif, un jeu d'équipe nécessitant une stratégie commune. Si le bois s'affirme comme un matériau privilégié de l'architecture du 21<sup>e</sup> siècle, c'est qu'il s'inscrit dans un changement de paradigme plus large, consistant à composer non plus *contre* les contingences de la nature mais *avec* celles-ci. Le bois force à adopter une pensée constructive dans laquelle écologie et économie partagent une même racine.

## De la matière première...

On impute volontiers aux architectes la responsabilité d'avoir construit un environnement dominé par le béton. Mais c'est la disponibilité de la ressource, son coût essentiellement, qui explique cet accaparement. Dès que les conditions sont réunies, on voit des architectes développer tous les avantages du bois. Ces conditions sont données par les progrès des ingénieurs bois, les solutions développées par des entreprises et la disponibilité d'une précieuse ressource. Aussi, dans le contexte actuel de la pénurie des matériaux de construction, la gestion du stock a été l'une des questions lancinantes de la journée. En effet, du point de vue de l'exploitation, l'important volume de bois qui doit être mobilisé pour réaliser les projets en cours en Suisse romande soulève des inquiétudes<sup>1</sup>. Aura-t-on assez de bois ?

Oui, ont répondu de concert les participants. Mais attendons la suite. La forêt suisse, qui couvre un tiers du territoire national, tend à s'accroître et fournit annuellement entre 5 et 6 mio de m<sup>3</sup> de bois. Celui-ci pousse durant 80 à 120 ans avant d'être récolté – cela donne la mesure de l'effort de coordination à fournir pour anticiper des projets d'envergure. Or, on n'utilise aujourd'hui que 50% de l'accroissement annuel, l'équivalent d'une dizaine de stades en bois, expliquait en conclusion Michael Reinhard, chef de la division Forêt de l'OFEV.<sup>2</sup> La forêt suisse, dit-on, serait la plus dense d'Europe: 400 m<sup>3</sup>/ha, contre 120 en moyenne: le pays accuserait donc un retard d'exploitation. Non seulement la ressource y serait suffisante, mais elle risque d'être soudaine-

ment surabondante. En effet, la forêt sera la première victime du réchauffement climatique et il faudra savoir employer rapidement le massif fragilisé si on ne veut pas le regarder dépérir les bras ballants. Pour exploiter cette ressource excédentaire, la filière bois doit se coordonner – trop de bois suisse finit aujourd'hui dans les chaudières. La question est donc maîtrisable, à condition de l'anticiper. La ressource est là, la matière disponible; mais nous avons encore du mal à trouver du bois manufacturé disponible à l'échelle régionale. Pour Audanne Comment, qui coordonne ce tiré à part, c'est un problème majeur. Dans son introduction aux débats, Christophe Catsaros a bien fait de qualifier les produits bois hypermanufacturés et importés à grand frais de «*junk wood*»: la voie du bois ne peut pas être parallèle à celle des matériaux polluants. L'effort pour structurer la filière concerne donc aussi bien les exploitants, les entreprises, les maîtres d'ouvrages et les administrations. Dans un sport d'équipe, il faut développer une stratégie commune. Bien que le projet mené par le laboratoire Ibois à Rossinière soit exploratoire, c'est une telle réflexion qui est poussée à l'extrême (voir p. 19).

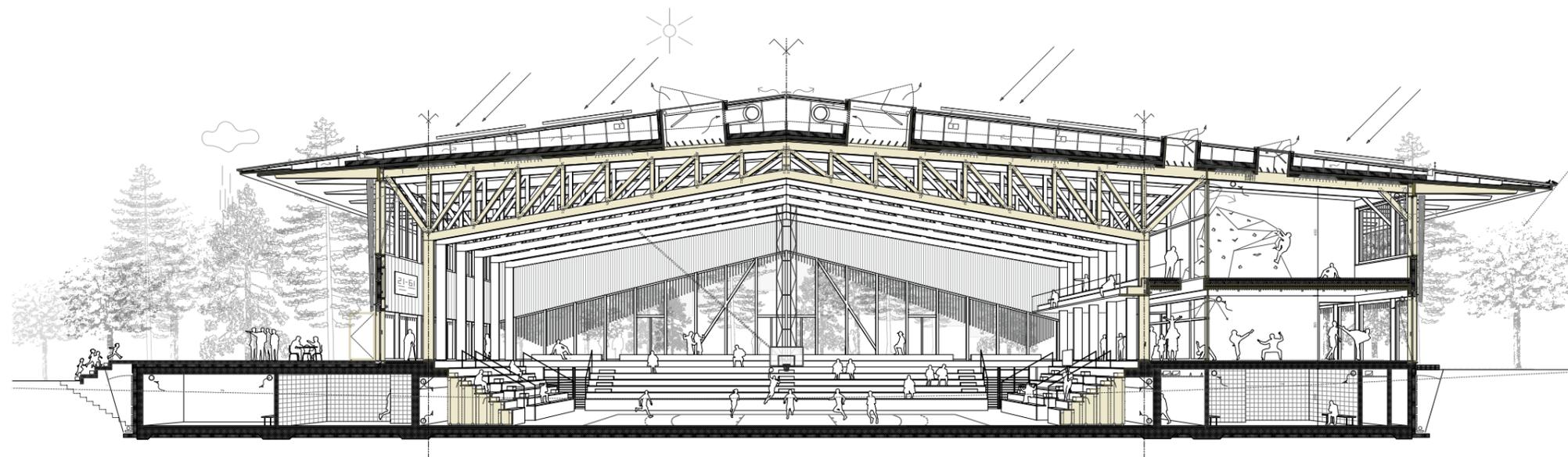
## ... à la matière grise

En France comme en Suisse, a-t-on constaté, ce sont les compétences qui manquent encore. Formet-on assez d'ingénieurs bois? Et les architectes, quand seront-ils exercés à «*penser bois*» en amont du projet? S'il y a des efforts à fournir, c'est certes dans la gestion forestière, dans l'appareil normatif, les politiques et la coordination, mais c'est d'abord dans le projet. Stéphane Berthier (voir p. 13) nous rappelait la question que Richard Buckminster Fuller avait l'habitude de poser à ses confrères: «*Combien pèse votre design?*» Du point de vue du constructeur, le problème du volume est d'abord un problème de masse, donc de poids.

Les projets publiés dans ce cahier présentent des nervures musclées, des poutres élancées, des structures qui présentent un «*effort*» prodigieux. Les structures sont comme des corps mis en tension, des corps athlétiques. On ressent le poids qu'elles supportent, le fléchissement qu'elles subissent et la grâce qu'elles cherchent à atteindre. Ainsi, nous sommes reliés physiquement aux structures que nous créons et donc à «*l'effort*» que fournissent la forêt et tous les métiers qui l'entretiennent. Pendant sa présentation, l'architecte finlandais Olavi Koponen a rappelé, citation d'Hannah Arendt à l'appui, qu'esthétique et éthique sont toujours liées et proposé dès lors de viser une harmonie architecturale qui associerait aux qualités spatiales les moyens que nous déployons pour les créer. L'architecture, en général, ne devrait jamais plus être considérée comme un sport individuel, en particulier quand on parle de bois. C'est toujours un sport d'équipe.

Marc Frochaux, rédacteur en chef TRACÉS

- 1 «*Pénurie de matériaux : le bois. Entretien avec Didier Wuarchoz, directeur de la coopérative La Forestière*», espazium.ch, 25.05.2021
- 2 Voir *Politique de la ressource bois 2030 – Stratégie, objectifs et plan d'action bois 2021-2026*, publié par l'Office fédéral de l'environnement OFEV Berne, 202, p. 13



1 Complexe multisport de Nyon Colovray, Localarchitecture (architectes), Ingphi (ingénierie) et Cambium (ingénierie bois), maquette du projet (LOCALARCHITECTURE)



1 Vortex, village olympique et logement étudiant, La Pala, Chavannes-près-Renens VD, 2019. Architecture: Dürig AG (jusqu'en phases 32-33); réalisation: Losinger Marazzi avec Itten + Brechbühl; ingénierie bois: CBS-CBT  
(FERNANDO GUERRA / CBS-CBT)

## « FUTURE IS NOW! » – retour sur la journée Construction

La journée des Rencontres dédiée à la construction a réuni des ingénieurs et architectes de Suisse romande et de France, auteurs notamment de grandes infrastructures des Jeux olympiques Paris 2024. Si les professionnels ont pu échanger ainsi sur différentes techniques et méthodes innovantes, ils partageaient des constats similaires: il faut mieux former, mieux communiquer aussi, et atteindre une vision holistique de la construction.

Le décor est rapidement planté pour l'édition vaudoise des Rencontres Romandes du Bois. Après une première journée dédiée à l'innovation qui proposait un survol de l'état de la recherche en Suisse, mettant en lumière le rôle central de l'École supérieure du bois à Bienne, la seconde journée était consacrée à la construction. Dès la matinée, tous les acteurs de la filière étaient interpellés, enjoins à ne pas considérer l'engouement grandissant pour le bois sous le seul angle de l'indice marchand, mais bien pour ce qu'il est, l'expression d'une aspiration collective vers un mieux-vivre. *Citius, altius, fortius...* le bois se comporte aussi bien, voire mieux sous certains aspects que divers matériaux conventionnels. Il sait être performant et même, parfois, carrément impressionnant. Doit-il pour autant emprunter le langage de l'athlète, capable de s'élancer haut dans le ciel, muscles bandés pour défier la force gravitationnelle? Et si le mieux-vivre passait à l'inverse par un relâchement musculaire, premier signe d'une détente menant à une ouverture, vers l'autre et les autres? Ou, pour le transposer en langage urbain, par une meilleure hospitalité dans l'architecture? Le bois est une matière vivante qui peut tout cela, a-t-on constaté. Encore faut-il que la filière soit prête à endosser un costume un peu plus grand que le sien, afin de proposer la cohérence que la société attend d'elle, qui permettrait d'amorcer avec force et vigueur le tournant écologique, tout en questionnant les règles qui régissaient le monde jusqu'ici.

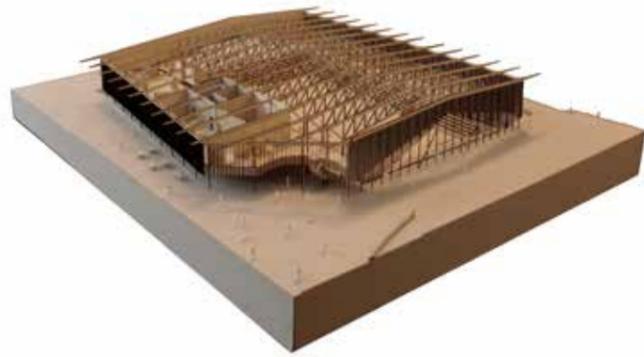
### Retrouver une vision holistique

Un constat était partagé: nous nous sommes éloignés d'une économie holistique du bois. Dans les échanges de proximité, jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle, tout avait un sens: l'arbre planté, l'environnement dans lequel il grandissait, la matière qu'il devenait, sa coupe et son façonnage, jusqu'à son démontage. Les

**« La fabrication et le choix des matériaux ne sont pas des thèmes secondaires dont doivent s'occuper industriels, entreprises ou ingénieurs, mais deviendraient les premiers critères pour développer une architecture. »**

Yves Weinand, directeur IBOIS, EPFL

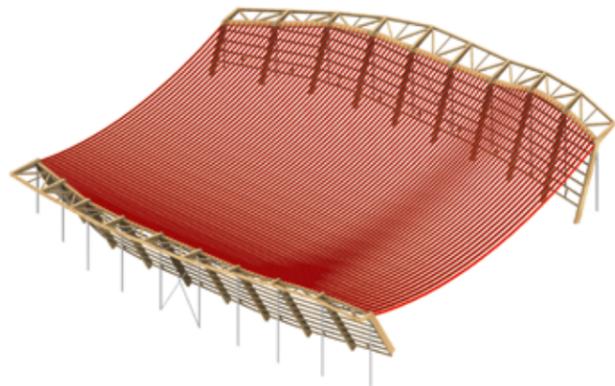
scieries du Pays-d'Enhaut, proches de la forêt et des chalets édifiés, sont aujourd'hui encore les témoins vivants d'un monde bientôt disparu. Couper un arbre et utiliser le bois scié liaient jadis tous les acteurs d'une vallée. Habiter signifiait entretenir son lieu de vie, l'agrandir parfois et en modifier les usages. Le bois était vital et les échanges fournissaient un socle à la cohésion sociale. L'industrialisation et le commerce ont segmenté les liens séculaires du vivant.



2 Complexe multisport de Nyon Colovray, Localarchitecture (architectes), Ingphi (ingénierie) et Cambium (ingénierie bois), maquette du projet (LOCALARCHITECTURE)



3 Bureaux, foodcourt, équipement sportif en bois – Village des athlètes Paris 2024, Dream (architectes) (DREAM)



4 Structure de la toiture bois du Centre aquatique Paris 2024, VenhoevenCS + Ateliers 2/3/4 (VENHOEVENS + ATELIERS 2/3/4)

La journée a démarré avec quelques projets d'Olavi Koponen. Son architecture se veut une ode à « l'harmonie entre l'homme et la nature ». Né en Finlande, dans un pays où la proximité du monde sauvage nourrit la culture, Koponen se dit aujourd'hui préoccupé par l'avenir du monde. Il s'insurge contre le drame qui se déroule actuellement et qui montre

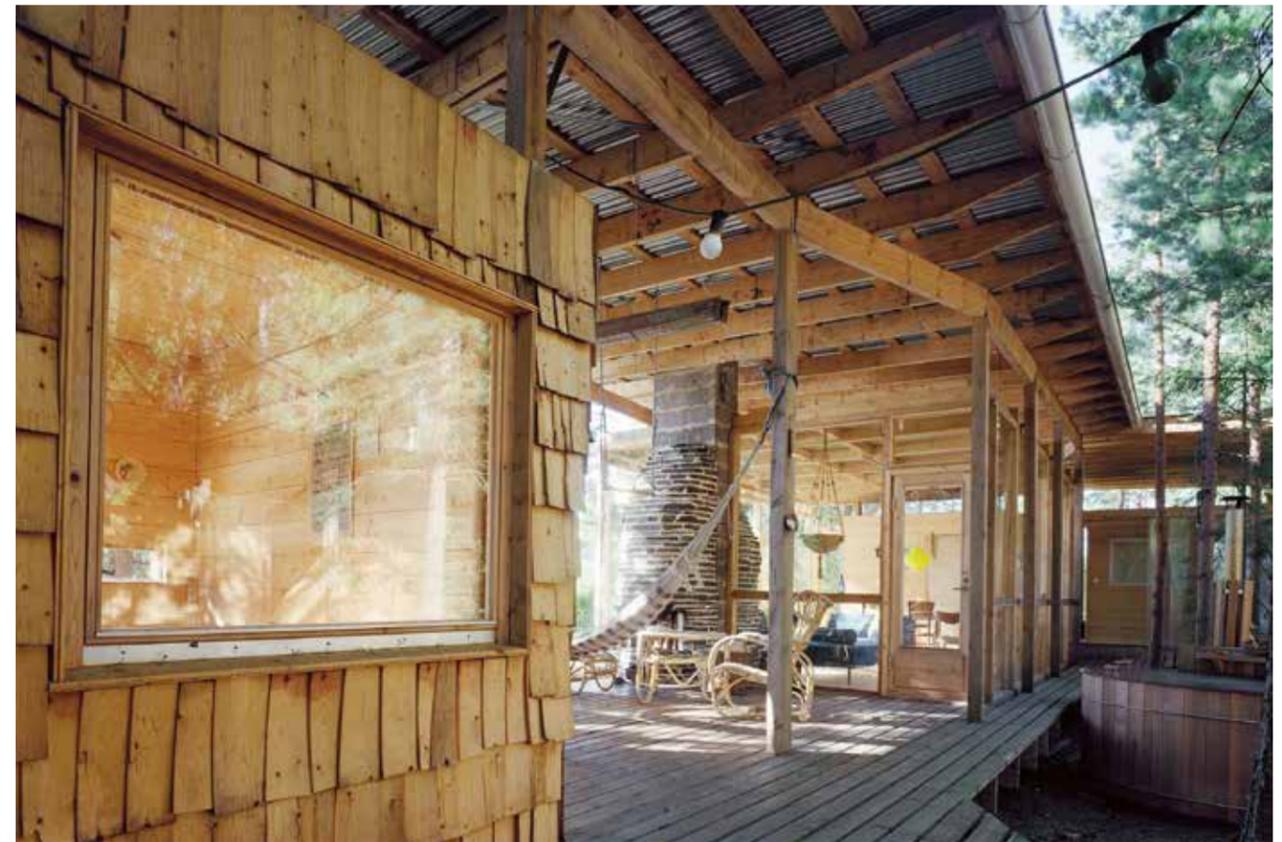
**« Aborder la durabilité, c'est utiliser une approche multifactorielle. Le choix du bois ou de matériaux biosourcés est un critère qui devrait s'accompagner de réflexions sur la réversibilité, le réemploi ou la possibilité de recycler. »**

Intervenant dans la salle

une humanité incapable de stopper ses rejets en CO<sub>2</sub>, mettant en danger l'équilibre de la Terre. Depuis longtemps le bois est pour lui un matériau d'expression qui s'adresse à nos sens. La pensée consciente du cerveau n'est rien, dit-il, face à la puissance du système nerveux entérique qui façonne et affecte nos émotions, notre « nature profonde ». Pour Olavi Koponen, l'architecture se doit de contribuer à rétablir une vérité essentielle : nous n'existons qu'en tant que partie d'un écosystème. Si une vie heureuse offre de bonnes fondations à une éthique durable, c'est aussi cela qu'il faut construire. Les villas qu'il a conçues, mêlant bois et pans de verre sont fort séduisantes. Elles pourraient cependant émaner d'une époque dépassée où la nature était colonisée sans arrière-pensée pour être ensuite contemplée d'un fauteuil design.

#### La forêt du Jura : une ressource disponible

À Nyon (VD), la Maison des sports de Colovray entrera en chantier en 2022. Sa planification réunit actuellement les compétences de Localarchitecture (architectes), Ingphi (ingénieurs civils) et Cambium (ingénieurs bois), ces derniers se concentrant sur la réalisation des façades. Chacun d'eux présente le projet, creusant l'information selon son angle de vue. Le complexe sportif en bois s'organise sous une vaste toiture qui abrite une salle triple. Sous ses 4500 m<sup>2</sup>, elle accueillera des matchs de basket de ligue A, ainsi que des gradins pour 2000 spectateurs. Arts martiaux, escalade et musculation seront également pourvus d'espaces dédiés. À l'intérieur de la salle, la structure supportant la toiture est monumentale. Elle est formée de 14 poutres triangulées espacées de 4,8 m, qui franchissent un vide de 42 m. Elle est surmontée de panneaux CLT de 140 mm qui composent un diaphragme horizontal. Et, lorsqu'elle s'étend sur l'extérieur par de grands avant-toits, elle devient discrète et fine, ne conservant de la poutre treillis que la membrure supérieure. Une dernière épaisseur, une toiture froide, métallique, entièrement recouverte de cellules photovoltaïques, accueille la partie



5 Villa Långbo, Olavi Koponen, Långholmen, Kemiö, Finlande, 1990 (JUSSI TAINEN)

technique du projet, dont les boyaux d'une ventilation mécanique. La structure bois, par sa légèreté, s'est trouvée pleinement justifiée lorsque les analyses du sous-sol ont révélé la présence de 15 m d'argile, nécessitant la réalisation de profonds pieux.

**« Nous consommons toujours plus de m<sup>2</sup>. En 2030, 24 % seulement des ménages comprendront plus de deux personnes en Suisse. S'attaquer à la norme sociale et amener plus de sobriété est un enjeu majeur et un énorme défi. »**

Emmanuel Rey, professeur associé, EPFL

Le complexe résulte d'un souhait émanant de la municipalité de Nyon, pour inciter sa population à pratiquer plus de sport, donnant par ailleurs l'opportunité à l'Union européenne des associations de football (UEFA) de soutenir à travers sa fondation les associations locales. Le domaine qui comprend déjà plusieurs terrains destinés au football, au rugby, au basket, à l'athlétisme, ainsi qu'une piscine, voit sa configuration remaniée par le nouvel arrivant. Pour asseoir sa position dans un territoire autrefois agricole, entre Léman et forêts du Jura – qui fourniront

d'ailleurs le bois local –, une esplanade des sports devient un parvis invitant à y déambuler.

#### Viser l'excellence environnementale

Paris avait fait valoir l'argument de l'excellence environnementale et de la durabilité, s'engageant à réduire l'impact carbone lors de sa candidature aux Jeux olympiques 2024. Le bois étant un matériau à la fois biosourcé, renouvelable et disponible en circuits courts, il convenait à merveille pour relever un cahier des charges exigeant, permettant la réversibilité d'un événement éphémère. Nonobstant, le Centre aquatique Paris 2024, présenté par Laure Mériaud, architecte au sein des Ateliers 2/3/4, est l'une des rares infrastructures qui perdurera au-delà des Jeux. Posé à côté du Stade de France, dans une ZAC sillonnée d'autoroutes, il adopte une toiture tendue qui renvoie, selon sa conceptrice, au dynamisme de la vague ou à la souplesse d'une feuille d'arbre. Dans un environnement chahuté, l'architecture devait trouver un moyen pour générer une présence. C'est par sa toiture qu'elle acquiert cette identité. Celle-ci est faite de catènes, des poutrelles en bois de 20 cm x 50 cm espacées tous les 1 m, qui franchissent une portée maximale de 89 m. Les efforts de traction sont repris par des couples de poteaux tirants aux extrémités. Le système est sensible et engendre des efforts non uniformes et dissymétriques qui ont nécessité dès la phase de concours une étude par des modèles mathématiques intégrant la toiture, les façades et le socle béton, afin d'en vérifier toutes les



6 Philippe Nicollier, président de Lignum Vaud  
(©JEAN-BERNARD SIEBER / RENCONTRES ROMANDES DU BOIS '21)



7 Table ronde de la Journée construction. De gauche à droite: Gérard Greuter, responsable du Service construction durable à Retraites Populaires; Fabien Fréchin, directeur technique, Losinger Marazzi; Olavi Koponen, architecte; Jean-Luc Sandoz, ingénieur, chercheur, professeur; Dimitri Roussel, architecte fondateur Dream; Laure Mériaud, architecte associée d'Ateliers 2/3/4  
(©JEAN-BERNARD SIEBER / RENCONTRES ROMANDES DU BOIS '21)

déformations associées. Les 5000 m<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques qui couvrent la toiture serviront à fournir le quart des besoins en autoconsommation. La réversibilité signifiait, pour ce projet, la diminution de moitié d'une jauge à 5000 spectateurs durant les Jeux, afin de laisser une place à un programme complémentaire correspondant mieux aux besoins des habitants de la Seine-Saint-Denis.

### Favoriser le vivre ensemble

Dream est le nom de l'atelier d'architecture de Dimitri Roussel. Ce n'est pourtant pas un pierrot lunaire qui est venu présenter devant un auditoire attentif l'immeuble conçu au sein du Village olympique, mais bien un personnage plein de fougue, qui raconte son parcours et ses questionnements à propos des enjeux écologiques, l'amenant à privilégier le bois dans ses projets. La création d'un Village olympique impliquait la construction de 400 000 m<sup>2</sup> de surface. Un des enjeux majeurs se situait dans la manière de résoudre le vivre ensemble entre ce qui deviendra plus tard des appartements destinés à la classe moyenne et un quartier populaire limitrophe situé en Seine-Saint-Denis. Pour sa part, Dream, chargé de réaliser un bâtiment tertiaire de neuf niveaux, a imaginé une structure en éléments poteaux-poutres découpés dans du résineux de France. Des panneaux contrecollés d'une portance de 7.3 m travaillant

conjointement avec le béton forment les dalles, cette symbiose amenant un meilleur affaiblissement acoustique entre les étages. Les distributions sont positionnées à l'extérieur des volumes, proposant une porosité entre intérieur et extérieur et créant des

**« L'utilisation du bois dans la construction est une solution pour protéger le climat. Mais la forêt et le bois sont également les victimes du réchauffement climatique. Il faut songer à utiliser la ressource avant qu'elle ne dépérisse. »**

Jean-Luc Sandoz, ingénieur, CBS-CBT

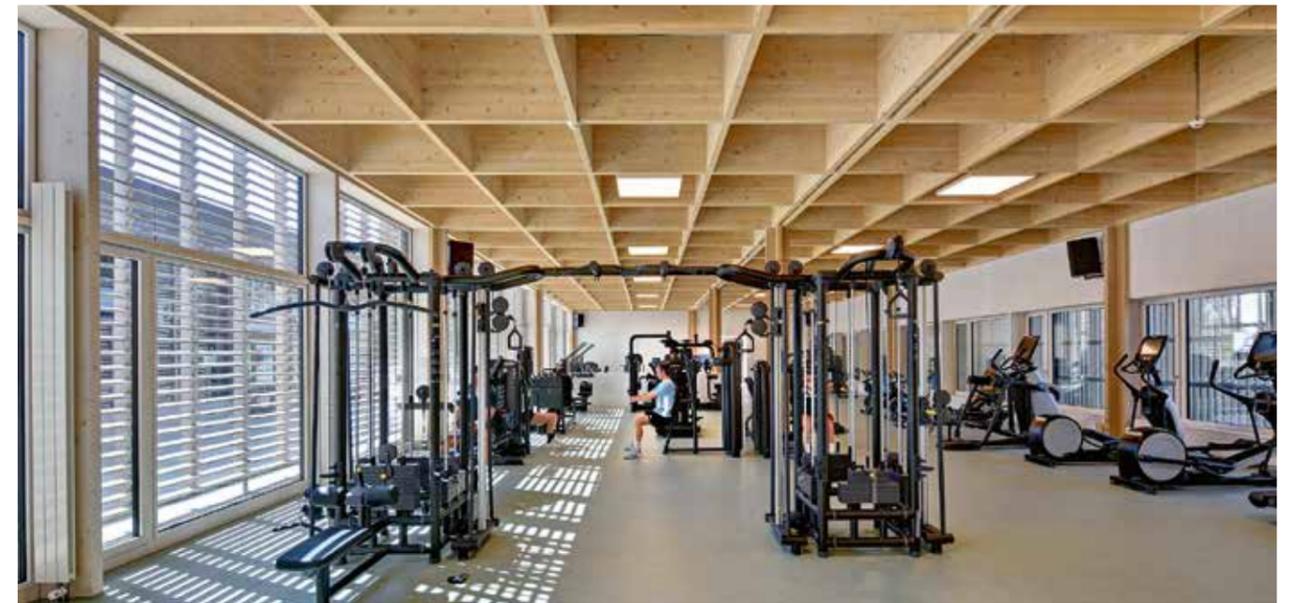
espaces récréatifs propices aux échanges informels. En toiture, des salles de basket 3x3, qui ne figuraient pas dans le cahier des charges, résultent d'une volonté architecturale. Outre qu'elles représentent un joli symbole du sport, avec son caractère intégratif, au sein du Village olympique, elles améliorent à plus long terme l'attractivité du quartier en mettant à disposition des équipements sportifs de qualité.

### Un anneau olympique habité par la jeunesse

Il était impossible de ne pas aborder, au cours des Rencontres romandes du bois, la réalisation d'un autre village, conçu sous la forme d'un anneau olympique. Le Vortex, implanté à Chavannes-près-Renens (VD) en face du campus de Dorigny, a accueilli les athlètes réunis à l'occasion des Jeux olympiques 2020 de la Jeunesse à Lausanne. Jean-Luc Sandoz, directeur de CBS-CBT, décrit un cercle d'un diamètre interne de 105 m qui organise sur une rampe hélicoïdale les 712 unités de logement qui s'échelonnent jusqu'au sommet, 27 m plus haut, avec en point d'orgue un café qui récompense par une vue panoramique le visiteur ayant parcouru les 2,8 km de sa montée. Cette construction mixte tire parti à la fois des qualités du bois et du béton. Si la rampe est entièrement minérale, les chambres et leurs parois, qu'il a fallu poser d'aplomb, sont conçues en bois. Ce travail de précision a été facilité grâce à la modélisation numérique qui a permis d'anticiper les difficultés du chantier. Quelques semaines après les jeux de janvier 2020, le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) réquisitionnait les chambres pour y loger son personnel médical afin de combattre la pandémie de coronavirus qui s'abattait alors. Ce n'est qu'ensuite que le bâtiment a rempli sa destination finale planifiée dès la phase de concours, celle d'intégrer au campus lausannois un grand nombre d'étudiants.

### Circularité des connaissances, circularité de la matière

Durant une table ronde réunissant les conférenciers, ceux-ci relevaient le caractère didactique du bois qui unifie et devient un langage inclusif, surpas-



7 Smart Training Pavilion, CSUD, Lausanne  
(EPFL / LAST / OLIVIER WAVRE)

sant la diversité des procédés constructifs. À l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) par exemple, les étudiants de première année se frottaient à la construction vernaculaire en bois dans les années 1990, ce qui leur permettait de comparer des solutions structurelles aussi variées que les cultures qui les avaient enfantées. Emmanuel Rey, professeur associé à l'EPFL, en présente une version actualisée, à travers un concours adressé aux étudiants « Sustainable is beautiful ». Ainsi, le caractère didactique du bois reste au cœur du processus. Le Pavillon Smart Training de 600 m<sup>2</sup>, imaginé par le trio gagnant, est devenu depuis peu une réalité, un espace dédié au sport permettant d'ouvrir l'horizon de ces étudiants qui ont découvert la planification en bois et la préfabrication. Le résultat est d'une qualité spatiale indéniable, marquée par la présence unificatrice d'une grille de poutres en résineux reposant sur des poteaux cruciformes en hêtre. Le bois constitue dès lors une belle porte d'entrée pour pénétrer l'univers de la construction.

Au vu des tendances, le bois et sa filière devraient connaître un fort développement ces prochaines années. Il était donc légitime de questionner la manière d'accompagner cette croissance. Les réponses apportées se sont montrées rassurantes: les forêts helvétiques qui sont sous-exploitées à l'heure actuelle fourniront la matière nécessaire et celle-ci ne disparaîtra pas; bien au contraire, puisqu'elle se renouvellera naturellement. Et si les résineux utilisés principalement dans la structure devaient effectivement décliner au profit des feuillus, conséquence du réchauffement climatique, des solutions existeront, comme ce lamellé-collé en hêtre développé par l'entreprise Fagus.

Les architectes devront-ils être mieux formés à l'avenir? Les réponses apportées par les nombreux enseignants et intervenants de la journée affichaient un certain consensus. Des études plus poussées augmentant le nombre d'heures dévolues devraient selon eux, relever d'une démarche holistique rame-

nant l'ensemble des matériaux et leur mise en œuvre au centre des préoccupations dans les écoles d'architecture, de sorte à mieux répondre aux enjeux environnementaux. Aux yeux de tous, il serait prétentieux d'imaginer que le bois pourrait seul apporter la réponse aux défis de la durabilité. D'ailleurs, dans nombre de projets présentés durant la journée, le bois s'allie aux qualités d'autres matériaux, chacun

**« Un bois manufacturé local est parfois difficile à trouver. La filière doit se structurer afin d'anticiper l'augmentation de la demande qui se profile pour les décennies à venir. »**

Fabien Fréchin, directeur technique, Losinger Marazzi

étant employé pour son juste potentiel. Pour certains, le bois est intéressant lorsqu'il est structurel, protégé par des vêtements utilisant des matériaux plus résistants comme la céramique. Certains évoquent que pour être durable, il faudrait questionner la circularité de la matière, en termes de réutilisation, de réemploi ou de recyclage. Emmanuel Rey nous rappelle qu'il n'y a pas que le choix portant sur la matière qui doit être repensé, et relève l'importance de la mise en œuvre qui devrait être conçue pour amener toujours plus de flexibilité. Il souligne qu'un espace modulaire, imaginé en structure tridimensionnelle bois est facilement déplacé, surélevé ou complété. Il n'y a donc pas, aujourd'hui, de recette à appliquer, mais bien une multiplicité de réponses à investiguer qui fourniront une richesse programmatique hors de tout dogmatisme. Et comme l'affirmait Michael Reinhard, chef de la division forêt à l'OFEV en clôturant la journée: « Future is now! »



Église Saint-Guen à Vannes, arch. Maisonneuve & Kasper, ing. Lourdin, ent. NC  
(AMIS DE L'ÉGLISE SAINT-GUEN DE VANNES)

Stéphane Berthier

## LES STRUCTURES SPATIALES DE ROBERT LOURDIN

Les travaux de Robert Lourdin (1932-) incarnent en France le passage de la construction traditionnelle à l'ingénierie moderne du matériau bois opéré dans les années 1960. Ses travaux développent pratiquement tous les potentiels d'une pensée fondée sur les structures spatiales. Ils reposent sur un principe d'optimisation qu'il serait bon de remettre au goût du jour.

■ Le matériau bois est entré dans la modernité assez tardivement. Même si les connaissances scientifiques et techniques se sont accumulées au fil du 20<sup>e</sup> siècle, c'est dans sa seconde moitié que les différentes innovations arrivent à maturité et se coordonnent entre elles pour faire du bois un concurrent sérieux du béton et de l'acier.

La consultation de l'*Encyclopédie des Métiers de la Charpente*<sup>1</sup> éditée en 1977 par les Compagnons du Devoir montre qu'entre le tome consacré aux charpentes traditionnelles et celui dédié aux charpentes modernes, le vocabulaire architectural change de nature. On passe des *combles droits*, ou à *pans coupés*, en *étoiles*, à *bulbes*, *combles impériaux*, etc. aux *grilles*, *structures plissées*, *coques*, *voiles minces*, *résilles*, *structures spatiales*, etc. Les *fermes* deviennent des *portiques*, des arcs à deux ou trois articulations. Les éléments de construction comme les *arbalétriers*, *entrants*, *poinçons*, *blochets*, deviennent des *barres*, des *membrures*, des *panneaux*, des *caissons* ou des *voiles*. Les assemblages connus sous les noms d'*entures*, d'*embrèvements*, *tenons*, *mortaises*, *moisements*, *chevilles* ou *clavettes* deviennent des *crampons*, *éclisses*, *boulons*, *broches*, *boîtiers* ou *étriers*.

On peut poursuivre encore longtemps ces énumérations; elles sont les signes visibles du changement de mode de pensée, des savoirs et savoir-faire du charpentier vers l'ingénierie et l'industrie. Les termes architectoniques ne sont plus liés spécifiquement au matériau considéré, élaboré au sein d'une corporation, mais deviennent universels.

### Structures spatiales

La parution en 1978 de *Holzbau Atlas*<sup>2</sup> de Julius Natterer dresse un inventaire de ces nouvelles charpentes réalisées dans la décennie précédente. L'immense majorité d'entre elles bénéficie des connecteurs métalliques et des bois lamellé-collé, des sciences de l'ingénieur et des outils de production industriels. Néanmoins, ce premier inventaire quasi-complet des charpentes modernes omet un jalon important qui permet de mieux comprendre cette évolution historique de l'art du charpentier vers l'art de l'ingénieur.

En effet, il nous semble nécessaire de revenir sur un colloque qui s'est tenu les 30 et 31 mai 1969 au Centre d'études architecturales de Bruxelles (CEA). À l'invitation de Robert Le Ricolais, un jeune ingénieur français de 37 ans, Robert Lourdin, présentait dix années de recherche sur les structures spatiales en bois. *Les Cahiers du CEA n° 7*<sup>3</sup> en ont restitué le contenu très instructif qui permet d'interpréter son travail comme une recherche exploratoire sur la faisabilité, en bois, des différentes typologies de structures spatiales inventées antérieurement dans les domaines du béton armé et de l'acier.

Initialement titulaire d'un CAP de menuiserie, son parcours atypique l'amena à suivre les développements du bois lamellé-collé pour le Centre technique du bois (CTB) pendant qu'il suivait une formation d'ingénieur au CNAM<sup>4</sup>. En 1961, son mémoire de fin d'études<sup>5</sup>, sous la direction de Jean Prouvé, dressait un état complet des connaissances de ce matériau « nouveau », et des grandes structures qu'il



1 Charpente traditionnelle et ses deux directions planes: la portée et la travée.



2 Principe de réciprocité structurelle: les trois couteaux sont à la fois porteurs et portés.  
(TRACÉS)

rendait possibles. Installé rapidement en tant qu'ingénieur-conseil, il n'allait pas tarder à mettre en application ces connaissances nouvelles dans une série de réalisations innovantes qu'il présenta à Bruxelles en 1969.

En introduction de sa présentation au colloque, Lourdin prend le temps de faire quelques rappels théoriques qu'il juge utiles pour appréhender la notion de «structures spatiales» qu'il distingue des «structures traditionnelles». Ces dernières sont fondées sur des «reports de charges ponctuelles au travers d'éléments successivement porteurs puis portés, disposés dans l'espace selon deux directions planes: la portée et la travée»<sup>6</sup> (fig. 1). Mais il signale que certaines déformations observées lors de sinistres montrent que le comportement mécanique des charpentes n'est pas aussi simple et que parfois la stabilité de l'édifice menaçant ruine est maintenue car des éléments supposés portés deviennent porteurs. Il en déduit l'existence d'une forme de réciprocité structurelle entre les éléments qui mérite d'être étudiée (fig. 2).

Ainsi, par opposition aux charpentes traditionnelles, Lourdin définit les structures spatiales comme des «surfaces continues dont la géométrie définit une portance multidirectionnelle répartissant les déformations grâce à une meilleure solidarité structurelle»<sup>7</sup>. Son exposé commence donc par un rappel de géométrie concernant les états de surfaces qui peuvent être planes, plissées, à simple courbure, à double courbure de même sens ou de sens opposé, voire quelconques.

À ces états de surface correspondent des dispositifs architectoniques utiles à leur construction: les réseaux de poutres croisées, les structures pliées, les grilles tridimensionnelles, les voiles minces et les résilles. Avant la présentation de ses réalisations, Robert Lourdin formule une petite phrase significative: «Après ces explications théoriques, venons-en maintenant aux réalisations qui matérialisent ces concepts.»<sup>8</sup> On comprend alors que l'art de l'ingénieur, à la différence de celui du charpentier, va de la géométrie aux dispositifs constructifs et que cette logique est universelle, qu'elle s'applique aussi bien au bois qu'à l'acier ou au béton armé pourvu que la matière transfère les efforts selon le modèle théorique. Le choix du matériau devient un choix d'opportunité, selon la disponibilité, l'économie ou les savoir-faire des acteurs.

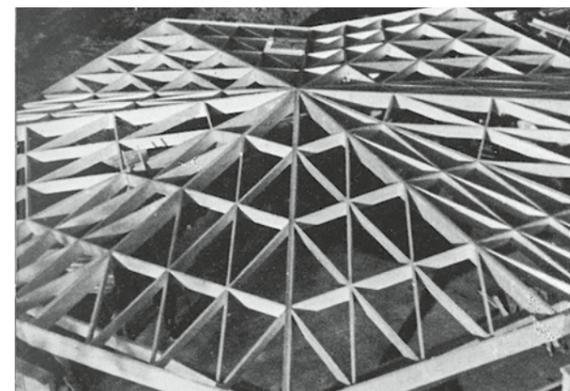
Le premier projet présenté est la patinoire de Grenoble (fig. 3) réalisée en 1964, constituée d'une série d'arcs en lamellé-collé de 93 m de portée, reliés par un empannage de 20 m. Cette surface à simple courbure illustre encore un système traditionnel de portées et de travées, même si ses dimensions sont exceptionnelles pour l'époque. Puis Robert Lourdin décline les uns après les autres les différents projets de structures spatiales en bois qu'il a réalisés en une dizaine d'années.

#### Dix années de développement

À commencer par les réseaux de poutres croisées, avec l'auditorium de Bourg-Saint-Maurice (fig. 4) livré en 1964. Il s'agit d'une surface à double cour-



3 Patinoire de Grenoble, arch. Guichard, ing. Lourdin, ent. Bermaho



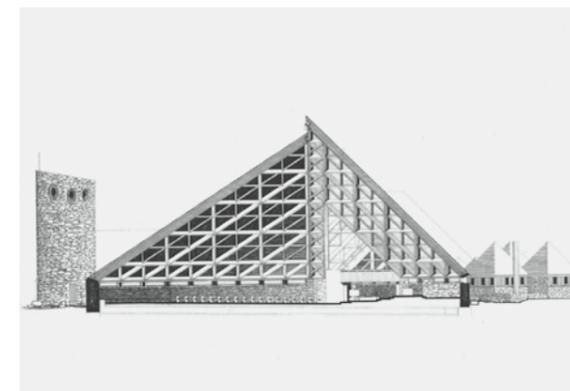
5 Cafétéria de l'hôpital d'Allonnes, arch. Chapelin, ing. Lourdin, ent. Rousseau



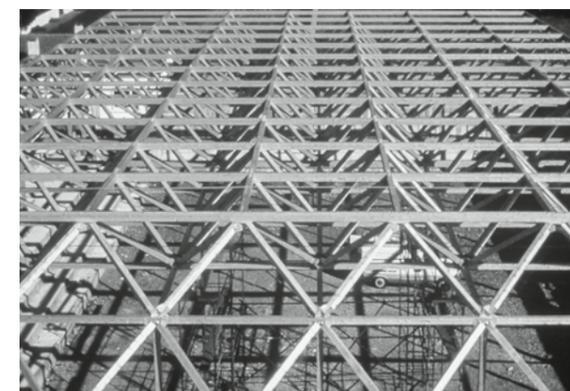
7 Piscine de Coursailles à Aulnay-sous-Bois, arch. Verdoia et Berthelot, ing. Lourdin, ent. Bermaho



4 Auditorium de Bourg-Saint-Maurice, arch. Fauchoux, ing. Lourdin, ent. Rousseau



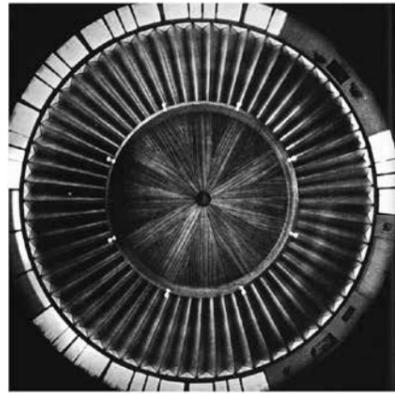
6 Église Saint-Guen à Vannes, arch. Maisonneuve & Kasper, ing. Lourdin, ent. NC.



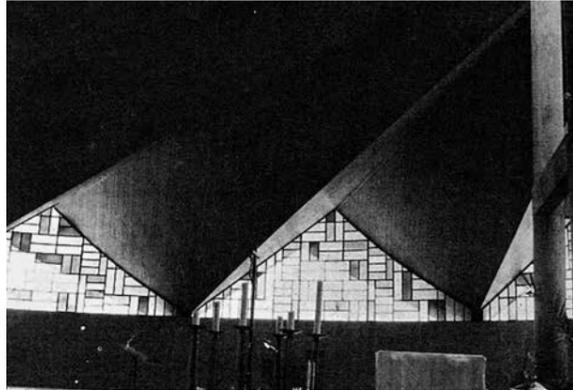
8 Hangars Serfati à Honfleur, ing. Lourdin, ent. Marguet



9 Église à Rennes, ing. Lourdin, arch. NC, entreprise NC



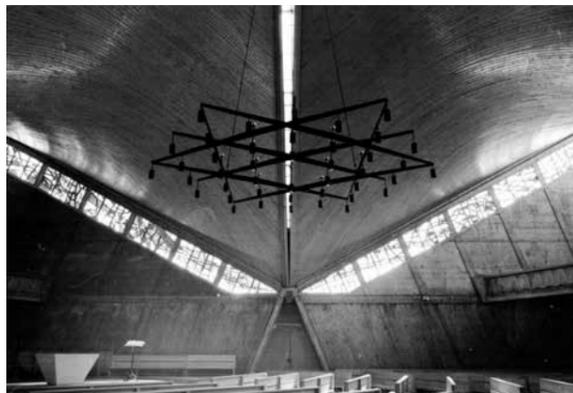
10 Préau de l'école de Gonesse, arch. Chapelin, ing. Brochard et Lourdin, ent. Rousseau



11 Église paroissiale Saint-Martin de Tours à Rennes, arch. Chevalier & Roux, ing. Lourdin, ent. Berré



12 École catholique Sophie Barat à Chatenay-Malabry, arch. Gillet, ing. Lourdin, ent. Rousseau



13 Église Saint-Joseph d'Avignon, arch. Gillet, ing. Lourdin, ent. Rousseau



14 Église Notre-Dame du Chêne Viroflay, arch. Sainsaulieu, ing. Lourdin, ent. Vergez

(SAUF MENTION, LES DOCUMENTS ILLUSTRANT CET ARTICLE SONT DE LOURDIN.)

bure de même sens formant une coupole sphérique, matérialisée par un réseau géodésique en bois lamellé-collé. La cafeteria de l'hôpital d'Allonnes (fig. 5), construite la même année, est une surface pliée constituant une pyramide aplatie à base pentagonale; chacune de ses faces est faite d'un réseau de poutres croisées. De même, l'église Saint-Guen à Vannes (fig. 1 et 6), réalisée en 1966, est une surface pliée, pyramidale, constituée de quatre nappes triangulaire matérialisées elles aussi par un réseau de poutres. La piscine de Coursailles à Aulnay-sous-Bois (fig. 7), terminée en 1968, est une surface à double courbure de sens opposé de type PH dont le réseau de poutres présente la particularité de ne pas suivre les génératrices droites de la surface réglée. Ces génératrices ne sont plus lisibles que dans l'alignement des nœuds du réseau.

Les hangars Serfati dans le port de Honfleur (fig. 8), en 1962, illustrent quant à eux les surfaces planes constituées d'une grille tridimensionnelle, triangulée, dont toutes les barres ont la même section. Le même principe est repris pour une église à Rennes (fig. 9) dont le volume est constitué d'une surface plissée, pyramidale, dont chacune des quatre faces est une grille tridimensionnelle. Nous notons que dans chacune de ces réalisations, si le recours aux bois collés n'est pas systématique, en revanche, les assemblages bois disparaissent définitivement au profit de connecteurs métalliques.

Le préau de l'école de Gonesse (fig. 10), réalisé en 1960 avec l'ingénieur Brochard, ainsi que l'église paroissiale Saint-Martin à Rennes (fig. 11), en 1968, sont des structures pliées réalisées en panneaux de bois contrecollé mis au point en 1958 par l'entreprise Rousseau. Ils sont en quelque sorte les ancêtres des CLT d'aujourd'hui. C'est déjà avec ces panneaux Rousseau que Jean Prouvé réalisa le voile mince à simple courbure de la grande buvette d'Évian en 1958<sup>9</sup>. Ici, ces plans sont associés sur leurs chants pour former des nervures qui confèrent sa rigidité à la surface. Quelques années après Jean Prouvé, Robert Lourdin explorera les possibilités constructives des voiles minces mais avec des surfaces à double courbure de sens opposé sous forme de PH, pour l'école catholique de Chatenay-Malabry (fig. 12), l'église Notre-Dame de Beauregard à La Celle-Saint-Cloud ou encore l'église Saint-Joseph d'Avignon (fig. 13). Le pari économique de l'ingénieur était de réaliser directement en bois des structures habituellement réalisées en béton mais qui nécessitaient au préalable la réalisation d'un savant coffrage en bois. Ces PH ont tous été réalisés avec des panneaux Rousseau, dont les surfaces courbes étaient reliées à des directrices en bois lamellé-collé ou en béton.

Pour terminer, Robert Lourdin réalisa aussi une résille comprimée pour l'église de Viroflay (fig. 14) en 1967. Sa charpente est constituée de deux portions de sphère raccordées sur une nervure en bois lamellé-collé, dans l'axe de la nef. Le mode constructif de cette résille losangée est emprunté à l'ingénieur allemand Fritz Zollinger qui mit au point ce dispositif dans les années 1920 pour réaliser des surfaces à simple courbure. Ici, la double courbure associée aux

nervures en lamellé-collé permet de changer d'échelle.

### L'optimum comme écologie

Ces dix années d'expériences pionnières ont donc permis d'explorer quasiment tous les types de structures spatiales en bois, après quoi nous pourrions dire que la voie fut ouverte, et que de très nombreux architectes et ingénieurs l'empruntèrent, à commencer par Frei Otto et sa somptueuse Multihalle de Mannheim, une surface à double courbure matérialisée par une résille comprimée en bois, livrée en 1975. Puis *Holzbau Atlas*<sup>10</sup> en donnera quantité d'exemples, issus principalement de la sphère germanophone, dès 1978.

Toutes les architectures dites « non standard » d'aujourd'hui ont évidemment une dette à l'égard de ces recherches menées dans les années 1960. C'est la même logique géométrique et constructive qui s'applique. Mais alors que Robert Lourdin devait encore dessiner et calculer « à la main » des formes architecturales fabriquées sur des machines-outils simples, la CFAO contemporaine permet désormais de réaliser des formes beaucoup plus complexes qui génèrent des surfaces dites « quelconques ». Et peut-être avec un excès de formalisme qui occasionne souvent une consommation de matière inutile. Il faut se souvenir que l'économie de matière était l'obsession des grands ingénieurs du 20<sup>e</sup> siècle, depuis le « combien pèse votre bâtiment ? » de Buckminster Fuller jusqu'au mantra de Le Ricolais « portée infinie, poids nul ». Au regard de la pression que subissent nos ressources naturelles, des menaces qui pèsent sur les forêts, et considérant que le premier geste écologique devrait être de ne prélever dans notre écosystème que ce dont nous avons vraiment besoin, il serait bon de réfléchir de nouveau à ce goût pour l'optimisation.

*Stéphane Berthier est architecte diplômé de l'EPFL, docteur en architecture de l'Université Paris-Saclay et associé fondateur de l'agence d'architecture MESOSTUDIO à Paris. Depuis 2015, il est enseignant-chercheur titulaire à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Versailles en Sciences et techniques pour l'architecture.*

1 Coll. *Encyclopédie des métiers de la charpente et de la construction bois*, Lib. du Compagnonnage, Paris, 1977

2 Natterer Julius (dir) *Holzbau Atlas*, Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH, München, 1978, traduit en français sous le titre *Construire en bois*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1987

3 Lourdin Robert, « Structures en bois », *Cahiers du Centre d'études architecturales 7*, Bruxelles, 1969

4 Conservatoire national des arts et métiers

5 Lourdin Robert, *Construire de grands espaces à l'aide de structures en bois*, mémoire d'ingénieur du CNAM, dir. Jean Prouvé, Paris, 1961

6 Lourdin, *Structures en bois*, op. cit.

7 *ibidem*

8 *ibidem*

9 Berthier Stéphane « Timber in the Buildings of Jean Prouvé, an Industrial Material », *Journal of Construction History Society* vol. 30-2, Cambridge, Oct. 2015, pp. 87-106

10 Natterer, op. cit.



1 Coupe de bois dans la région de Rossinière VD  
(CHRISTIAN FLATSCHER)

Christophe Catsaros

## LE BOIS LOCAL, AVENIR DES EXPLOITATIONS FORESTIÈRES DE MONTAGNE

**La rencontre entre la technologie de pointe du laboratoire Ibois – EPFL et l’ancrage local du Groupement forestier du Pays-d’Enhaut pourrait dessiner de nouvelles perspectives sur le rôle du bois dans notre société. Yves Weinand et Jean-Pierre Neff envisagent l’hypothèse d’un matériau de construction élevé au rang de régulateur global de nos environnements naturels et bâtis.**

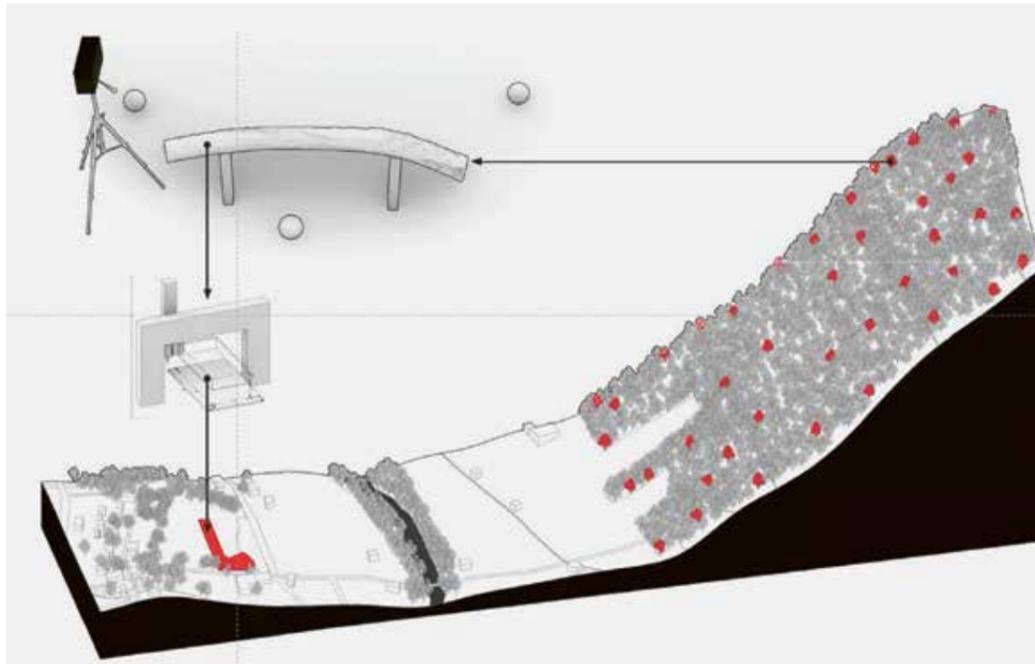
■ Certains indicateurs ne mentent pas: le prix au m<sup>3</sup> du bois de sciage finlandais a augmenté de 57% depuis le début de l’année. Celui du bois aux États-Unis se maintient à des niveaux élevés, même si l’effet pandémie (moins de voyages, plus d’argent pour financer des travaux chez soi) n’opère plus. L’article du *Financial Times*<sup>1</sup> sur la croissance de la demande en bois de construction présente un intérêt supplémentaire: il révèle à quel point le bois est devenu un matériau globalisé. Telle nouvelle réglementation en Irlande, telle directive imposant une part de bois dans les constructions de logements publics en France suffisent à impacter la cote mondiale du bois. N’ayant rien à envier aux multinationales de l’énergie, les grandes scieries finlandaises profitent de l’engouement que suscite le matériau pour étendre leur emprise sur un marché globalisé en pleine expansion.

Dans ce contexte, il est légitime de se demander si la globalisation de l’offre et de la demande est la meilleure chose qui pouvait advenir à la filière. Ce bois globalisé qui traverse les océans pour être transformé avant d’être vendu comme « produit vert » est-il toujours en phase avec le récit de transition écologique qui en justifie la demande croissante? Ce bois globalisé est-il autre chose que la récupération commerciale d’un imaginaire écologique égaré? Face à des acteurs du marché de la construction qui évaluent leurs options à la lumière de leurs seules marges, n’est-il pas encore temps de fixer des règles ou des limites permettant de promouvoir telle pratique plutôt que telle autre? Ne pourrait-on, à tout le

moins, penser le bois comme une ressource ancrée dans un territoire, élément d’une économie qui pense ensemble le produit fini, son façonnage, son impact paysager et son démontage?

Dialoguant avec Yves Weinand, Jean-Pierre Neff (charpentier exploitant forestier et syndic de Rossinière) relate la coupe d’épicéas que son grand-père a plantés il y a quatre-vingts ans en pensant à l’avenir de son entreprise familiale. Cet investissement inscrit dans un temps long représente un modèle alternatif à l’option du bois globalisé. Il incarne l’idéal d’une exploitation circonscrite dans l’espace et le temps, où la ressource utilisée aujourd’hui prend littéralement racine dans un geste adressé il y a près d’un siècle. Peut-on encore aspirer à une telle circularité où le bois qui sert à construire les nouvelles maisons en ville est celui qui provient des versants boisés qui la surplombent?

L’idéal d’un cycle d’exploitation court, circonscrit dans un temps, est-il encore accessible à l’heure où le bois semble pris dans une frénésie concurrentielle pour faire aussi grand, aussi haut et aussi vite que l’acier et le béton? Ne devrait-on pas faire de cette exploitation apaisée la norme, au lieu de l’heureuse exception qu’elle est aujourd’hui? L’industrie du bois peut-elle se convertir à une stratégie locale et holistique en lieu et place du modèle globalisé et hyper transformé qui conditionne son développement? La Suisse en tirerait le plus grand avantage, grâce à ses ressources forestières abondantes et nécessitant un entretien permanent. Les exploitations forestières de



3 Dans un premier temps, un scan en milieu forestier permettrait d'identifier les arbres propices à la construction.  
(PETRAS VESTARTAS, DESIGN-TO-FABRICATION WORKFLOW FOR RAW-SAWN-TIMBER USING JOINERY SOLVER, THESE EPFL N° 8928, 202)

montagne fournissent déjà de la matière première. Ne pourraient-elles pas s'initier à la transformation et à la production de produits de haute valeur ajoutée ? Les scieries de montagne pourraient ainsi devenir les vecteurs d'un saut qualitatif eu égard à la place du bois dans nos sociétés, pour leur façon d'articuler la production d'un matériau et l'entretien des environnements montagneux. Resterait à trouver ce nouvel équilibre entre production locale et demande croissante pour un matériau à haute valeur ajoutée, entre la coupe protectrice dans les forêts escarpées, la réactivation d'exploitations éteintes et les nouvelles techniques de transformation du bois. C'est le terrain sur lequel se déploie la collaboration entre l'Ibois et la commune de Rossinière autour d'un nouvel espace communal dédié à ses services forestiers et conçu selon les techniques innovantes du laboratoire de l'EPFL. Un partenariat qui aspire à hybrider ce qui se fait de plus pointu en matière de recherche autour du bois et l'exploitation de montagne. Comment faire profiter les scieries de montagne de la dynamique de la construction bois ? Les nouvelles techniques développées par l'Ibois – sciage de haute précision, assemblage paramétrique et scannage des arbres préalablement à la coupe – peuvent-elles être la clé pour relancer l'industrie de la transformation du bois en montagne ? C'est l'hypothèse esquissée dans cet échange réalisé au printemps 2021 pour le deuxième volume des *Cahiers de l'Ibois* et dont nous restituons ici l'essentiel.

**Christophe Catsaros:** *La scierie industrielle fonctionne comme une usine moderne. Elle a besoin d'axes de circulation intermodaux, d'espaces de stockage illimités et d'une force de travail abondante, ce qui ne va pas de soi en montagne. En revanche, la numérisation pourrait rendre à nouveau compétitive*

*la transformation du bois en montagne, en réduisant par exemple les besoins de réserves nécessaires pour être compétitifs. Une scierie de montagne pourrait faire du « sur-mesure » automatisé.*

**Jean-Pierre Neff:** C'est un des aspects les plus intéressants que nous voyons dans ce projet. Développer d'autres systèmes constructifs, qui vont nous permettre de ne pas juste exporter du bois, mais aussi de réapprendre à le transformer, ici au Pays-d'Enhaut. Cet aspect du projet explique en partie le soutien que nous recevons du service de la promotion de l'économie et de l'innovation qui y voit un vrai potentiel de développement local. Le Pays-d'Enhaut pourrait ainsi profiter de la dynamique généralisée de la filière bois dans le domaine de la construction. Je pense que les acteurs de la construction seraient friands de produits transformés qui viendraient de la région. L'objectif ultime du projet, au-delà même des enjeux de sa construction, est de mettre la filière locale dans le circuit du bois de construction à haute valeur ajoutée. Nous sommes intéressés au cycle complet du bois, du produit fini, jusqu'aux déchets.

Les forêts du Pays-d'Enhaut ont plusieurs fonctions, dont celle de protéger de l'érosion. Compte tenu de l'altitude, le bois de service généré par l'entretien de ces forêts est de grande qualité. Nous aimerions pouvoir profiter de cette richesse en traitant le bois dans la région, au lieu de l'envoyer se faire transformer ailleurs, loin du Pays-d'Enhaut et parfois même hors de Suisse. L'absence d'une filière de traitement performante est une carence chronique, à laquelle nous aimerions remédier. Il n'y a jamais eu vraiment d'industrie de la transformation du bois au Pays-d'Enhaut. Il y avait d'importantes scieries avant l'arrivée de l'électricité, mais l'électrification

n'a pas profité à la scierie de montagne. Ce sont les scieries de plaines qui se sont développées, pendant que celles de montagne prenaient du retard, en perdant leurs deux principaux atouts : l'abondance énergétique hydraulique et la facilité de déplacer les troncs sur les cours d'eau.

*Pour résumer, ce qui va « faire architecture » dans ce projet, c'est l'imbrication d'un savoir et d'un faire, c'est-à-dire, la mise en place d'un processus qui va permettre deux choses : la réalisation d'un bâtiment communal exemplaire et l'activation de la filière locale de transformation du bois, à partir d'un savoir-faire à haute valeur ajoutée. En retour, l'Ibois, en tant qu'instigateur de cet acte de transmission, trouve à Rossinière un champ d'expérimentation et un paradigme concret pour sa recherche. L'Ibois transforme ainsi certaines de ces intuitions théoriques en données contextuelles, confrontées à la réalité. Le « sur-mesure » en tant que principe d'économie des ressources tel qu'il se définit à l'Ibois croquera le « sur-mesure » comme solution aux obstacles structurels qui ont empêché la scierie de montagne de se développer au 20<sup>e</sup> siècle. Rossinière deviendrait ainsi le terrain d'application des concepts de l'Ibois. Mais soyons plus précis, qu'est ce qui pourrait être concrètement transmis à des entreprises locales ?*

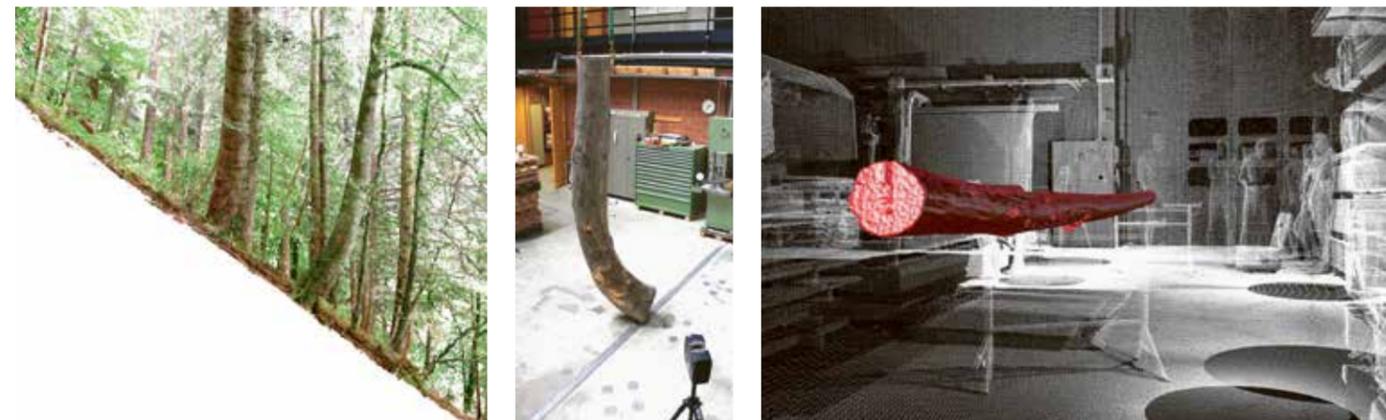
**Yves Weinand:** La première innovation qui pourrait faire l'objet d'un transfert technologique est l'utilisation du bois rond. C'est un des champs d'expérimentation les plus pointus et les plus prometteurs que nous puissions offrir. Il s'agit de penser le bois non formaté, c'est-à-dire rond, comme élément possible d'une construction. Cela afin de faire l'économie du formatage, et de sa logistique très encombrante et du gaspillage qu'il génère. Dans cette perspective, les arbres peuvent être scannés pour déduire la forme des éléments de construction possibles. Faisant cela, on réinvente non seulement le cycle de transformation du bois, mais ses besoins en énergie, temps et ressources spatiales. Sans parler de l'économie en biomasse puisqu'en travaillant ainsi, nous optimisons la ressource bien au-delà de tout ce qui est imaginable

aujourd'hui. L'idée est de créer une bibliothèque de pièces de construction disponibles, dans laquelle le bâtisseur va puiser celles dont il a besoin.

En ajustant l'acte de transformation à l'activité forestière, on créerait un mécanisme d'optimisation inédit, tant du côté de l'exploitation, que de celui des bâtisseurs, amenés à concevoir en fonction des ressources qui leur sont offertes. Plus généralement, ce qui peut être transmis c'est toute la technique du façonnage automatisé, qui associe structurellement la forme de la ressource à celle de l'élément constructif prêt à l'emploi. Cette façon de construire en fonction du bois dont on dispose existait dans l'architecture vernaculaire. Il s'agit donc bien de la faire renaître au 21<sup>e</sup> siècle, grâce aux outils et aux moyens technologiques dont nous disposons. L'autre technique que nous souhaitons réinventer est le tavillon. Le bâtiment conçu<sup>2</sup> pour les services forestiers disposera d'une toiture doublement courbée, composée de tavillons. Il s'agit de développer des modèles paramétriques, associés à des systèmes de pose et d'entretien automatisés. L'idée serait que la pose d'une telle toiture puisse inclure son entretien et sa maintenance. L'automatisation permettrait de réduire le coût de l'installation qui reste aujourd'hui élevé, compte tenu de la rareté des artisans-tavillonners. Tout l'intérêt de la démarche consiste ici aussi dans son caractère expérimental. Calibrer la taille des tavillons sur les essences locales, tester d'autres modèles de pose, mais aussi expérimenter des systèmes de tavillons dits autobloquants qui seraient composés de couches d'étanchéités autoporteuses.

**JPN:** En tant que professionnel du bois, j'ai eu la chance de prendre part à de nombreux chantiers de restauration de maisons en bois des 18<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles. Ces constructions comportent des parts importantes de bois massif, c'est-à-dire d'éléments structurels ou d'assemblage qui avaient subi très peu de transformations. En y travaillant de près, on se rend compte à quel point il y a une perte de savoir-faire autour de l'utilisation de ce type de bois. On a de plus en plus de mal à maîtriser le bois massif, que ce soit sur la question des portées que

3 Une fois prélevés, les troncs seraient scannés en 3D sur place afin de décrire précisément leur géométrie.  
(IBOIS - EPFL)



du séchage. Jusque dans les années 1970, on construisait encore majoritairement de cette façon : les madriers, mais aussi l'ossature, les chevrons, tout pouvait être en bois massif. Aujourd'hui, tout cela a été remplacé par la facilité du lamellé-collé. En deux clics, vous obtenez les portées que vous souhaitez, c'est sec et prêt à l'emploi. Les bâtisseurs construisent avec des pièces commandées sur catalogue et non, comme ce fût longtemps le cas, en fonction du bois dont ils disposaient. La question de l'énergie grise cachée derrière ce bois de synthèse est rarement abordée. En montagne, le bois était une ressource très locale puisqu'il était souvent utilisé dans le périmètre immédiat de son lieu de coupe. Le charpentier contrôlait non seulement le séchage, mais aussi le tassement de son bois. Il avait ce savoir profond du matériau qu'il était appelé à maîtriser. Aujourd'hui, tout cela n'existe plus, mais pourrait renaître par le biais d'applications technologiques qui vont rendre à nouveau possible cette construction en circuit court. On ne va pas demander aux gens de revenir en arrière et de travailler avec des outils manuels. Mais on peut retrouver par des moyens numériques la connaissance intime du matériau qui a été celle des artisans. Le but est de parvenir à réduire au minimum les étapes de la transformation du bois, et de recourir autant que possible à du bois massif. C'est exactement ce que pourrait apporter le projet de scannage des bois. C'est une belle occasion de rétablir une attitude qui a longtemps été la règle : le choix de l'arbre en forêt en fonction de la construction envisagée. Aujourd'hui, dans les forêts protectrices, on ne choisit pas les arbres à abattre sur des critères de production, mais en fonction de l'entretien de la végétation et de son rôle protecteur. On va abattre tel sapin devenu trop grand pour éviter qu'il ne se déracine et fasse des dégâts. Le principe de scanner les arbres permet de réintroduire un raisonnement de production, sans pour autant compromettre la raison protectrice. Nous pourrions alimenter une base de données avec les arbres destinés à l'abattage et qui fonctionnerait comme un catalogue virtuel d'une ressource à venir. Imaginez un réseau régional ou même national d'opérateurs de ce type. En combinant les informations provenant de plusieurs localités, il serait possible de fournir le bois dans des quantités qui sont celles d'une production standard, à partir des coupes protectrices.

**Quand on pense au scannage, on s'imagine que la construction va devoir s'adapter à la forme de l'arbre disponible. Ce que vous êtes en train de dire, c'est que par un travail combinatoire, le système pourrait aller chercher le bois adéquat là où il se trouve. C'est important que les deux soient possibles.**

**JPN:** En effet. Quant au tavillon, il est vrai que c'est une technique en train de renaître. C'est un savoir précieux, qui a disparu puisqu'il n'existe pratiquement plus de tavillonneurs. C'est pour cette raison qu'une charte des tavillonneurs a été créée, notamment pour la restauration de toitures

anciennes. Ce qui nous intéresse avant tout, c'est la possibilité d'utiliser cette pratique pour de nouvelles constructions. C'est un système admirable, isolant, souple. Ce n'est pas par goût de l'ancien que nous le plébiscitons, mais parce que c'est une technique formidable, considérée à tort comme trop exigeante en matière d'entretien. Un toit en tavillons a besoin d'être refait tous les 50 ans en moyenne. Plusieurs facteurs comme la qualité du bois et l'aération peuvent prolonger ou au contraire raccourcir ce délai. Dans les chalets d'alpage où les toitures sont froides et ventilées, le tavillon dure beaucoup plus longtemps. Dans les années 1970, l'ECA subventionnait le retrait des tavillons par crainte des incendies. Il faut reconnaître que tous les villages du Pays-d'Enhaut ont brûlé, certains plusieurs fois. La crainte du feu est restée très présente. Rossinière est passée trois fois par de gros incendies. Lors de chantiers de restaurations, on retrouve des traces de ces incidents, puisque les madriers des bâtiments brûlés étaient souvent réutilisés. Dans un des bâtiments de la place de l'Hôtel-de-Ville, la poutraison en bois massif porte les traces du dernier incendie majeur de 1855. Aujourd'hui, les raisons qui nous ont fait craindre le tavillon ne sont plus d'actualité. Les villages alpins ne brûlent plus. L'intérêt pour cette technique se situe plus généralement dans un questionnement sur les vertus du bois brut. Plus le bois est de qualité, moins on a besoin de l'entretenir. Avec le temps, le bois brut peut atteindre des degrés de densité que vous n'imaginez pas. Et bien sûr, pas besoin de mettre des produits fongicides ou insecticides sur du bois massif de qualité. Le Pays-d'Enhaut a été l'un des terrains de recherche du professeur Ernst Zürcher, qui avait fait cette fameuse étude sur le bois de Lune. Les architectes riaient parfois de ses injonctions à couper les arbres selon les cycles lunaires. Avec l'École suisse du bois à Bienne, il a mené un projet de longue haleine afin de démontrer scientifiquement le bien-fondé de certains usages traditionnels. L'étude a montré qu'il y avait un effet indéniable de la Lune dans la densité et la résistance des bois.

**On a l'impression que le moment est arrivé pour commencer à discerner des nuances dans la construction bois. Toutes les options ne sont pas nécessairement vertueuses. Il y a des solutions plus durables que d'autres. Il faut peut-être sortir de cette appréhension très univoque et commencer à faire la distinction entre telle ou telle autre méthode.**

**YW:** Cela se constate déjà au niveau des bilans carbone. Toutes les constructions bois ne permettent pas la même performance écologique. Le recours à des produits plus ou moins transformés et la multiplication des couches et assemblages peuvent péjorer fortement le résultat. La filière bois, par esprit de simplification, tend à faire une promotion sans distinction de l'usage du bois. Il convient d'affiner ce choix, si on veut préserver sa crédibilité.

**JPN:** La question climatique devient centrale et, aujourd'hui, les communes se retrouvent avec des consignes et des outils dont elles ne savent pas



3 Les bois ronds, une fois découpés à la CNC, peuvent être assemblés pour former une poutre triangulée. (Ibois - EPFL)

toujours que faire. Le plan climat pour atteindre la neutralité carbone au niveau communal est un exemple. Ce qui nous intéresse dans ce projet avec l'Ibois c'est aussi l'éventualité d'apporter des réponses concrètes à certaines exigences cantonales. Il fut une époque où la commune dispensait ses citoyens de payer des impôts tellement l'exploitation du bois était rentable. Aujourd'hui, l'exploitation du bois est déficitaire. Quand vous entretenez des forêts communales, vous perdez de l'argent. Je suis convaincu que le bois va retrouver sa place dans la construction. Cela, en évitant de tomber dans l'excès inverse, celui de la surexploitation. Ce que nous voulons c'est que l'exploitation forestière de montagne puisse prendre part à la dynamique du secteur constructif en bois, ce qui n'est pas vraiment le cas aujourd'hui. On voudrait aussi rendre légitimes des constructions plus expérimentales et sortir de ce conditionnement qui consiste à donner aux nouvelles constructions l'aspect d'anciens chalets. Nous voulons en finir avec cette situation paradoxale qui fait qu'il est plus facile d'édifier d'énormes chalets à l'allure traditionnelle, en béton habillé de bois, que de construire en bois massif de manière inventive et contemporaine. Actuellement, la construction innovante en bois est plus développée en plaine qu'en montagne, où prévalent d'importantes restrictions en matière d'apparence.

**YW:** Est-ce que le temps perdu par la commune peut se transformer en temps gagné ? Est-ce que le retard accumulé peut devenir un atout ?

**JPN:** Plus de la moitié de la surface de notre commune est recouverte de forêts. On retrouve aujourd'hui des parcelles qui ont été plantées par la génération de nos grands-parents, il y a plus de 80 ans. Cette façon de penser aux générations futures est tout à l'opposé du court-termisme qui

caractérise notre perception de la transmission. Il faudrait renouer avec cette mentalité qui permet à quelqu'un de se sentir concerné par quelque chose qui va advenir 50 ans après sa mort. Mon grand-père a planté il y a plus de 80 ans des arbres que j'exploite aujourd'hui. Il est mort en 1967. Cette temporalité s'applique bien évidemment au changement climatique. Est-ce que dans 50 ans les résineux seront toujours majoritaires ? L'hypothèse est prise très au sérieux par les instances fédérales. La forêt est passée d'un raisonnement de production à une logique de protection. Entretenir la forêt pour empêcher les avalanches coûte 100 fois moins cher que de devoir construire un paravalanche en béton ou en acier. Ce qui vient s'ajouter aujourd'hui c'est la raison environnementale. La protection de l'air et de l'eau sont des fonctions essentielles des communes forestières.

*Jean-Pierre Neff est entrepreneur chez JP Neff menuiserie charpente et syndic de Rossinière VD.*

*Yves Weinand est architecte et ingénieur civil, professeur associé EPFL et directeur du laboratoire Ibois.*

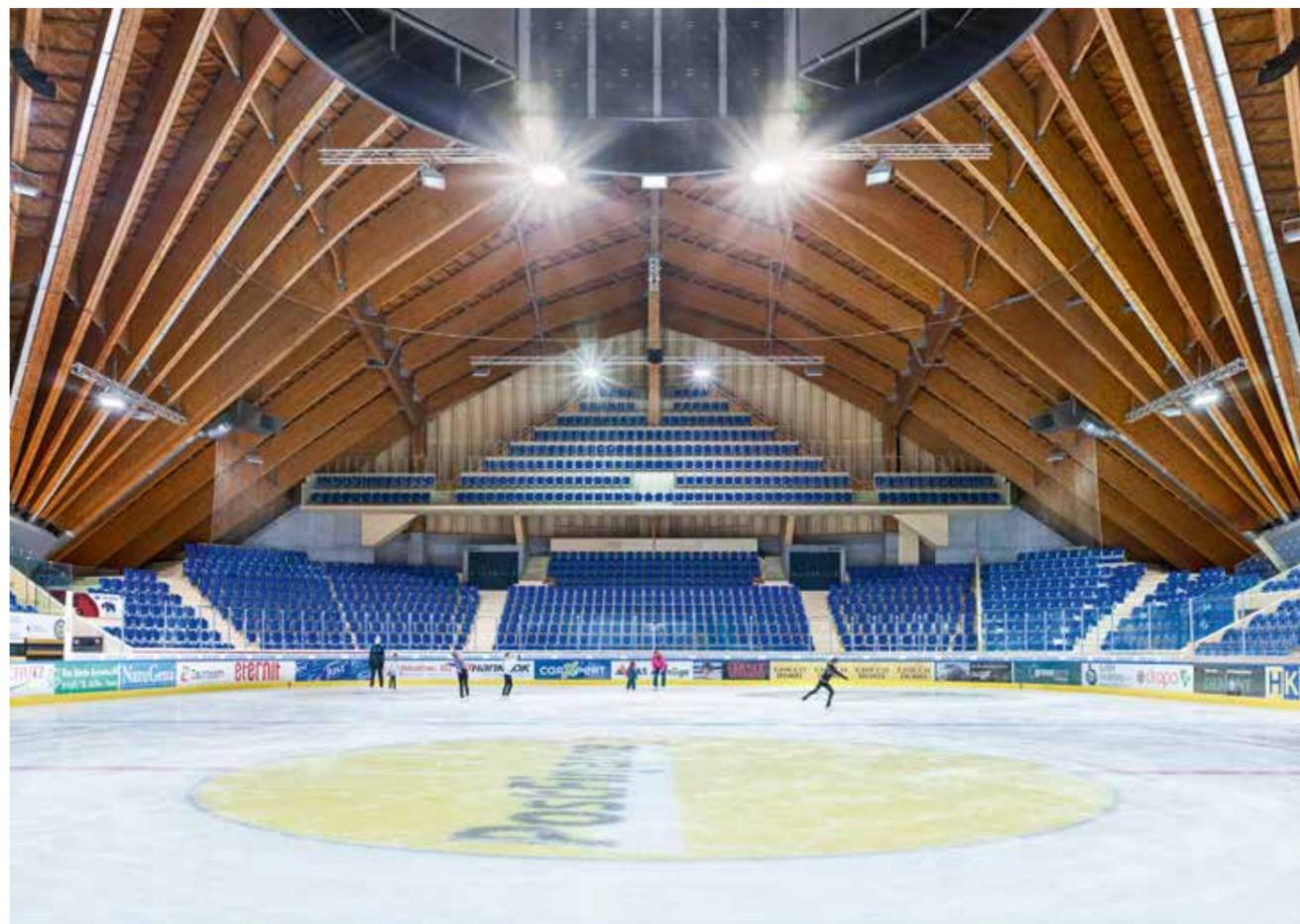
*Christophe Catsaros est critique d'art et d'architecture indépendant.*

*Ce texte est une version augmentée et remaniée de l'entretien « Innover pour réinventer la filière bois, Jean-pierre Neff, Yves Weinand », publié dans Les Cahiers de l'Ibois/Ibois Notebooks, EPFL Press, septembre 2021*

1 Gill Plimmer, Harry Dempsey, « Wooden football stadium highlights rising demand for eco-friendly material », *Financial Times*, 6 juillet 2021

2 Le projet est conçu par l'agence Yves Weinand Architectes sàrl Lausanne, sur la base des travaux de recherche de l'Ibois - EPFL.

# LE SPORT EN BOIS : SIX PROJETS REMARQUABLES



(RUEDI/WALTI)

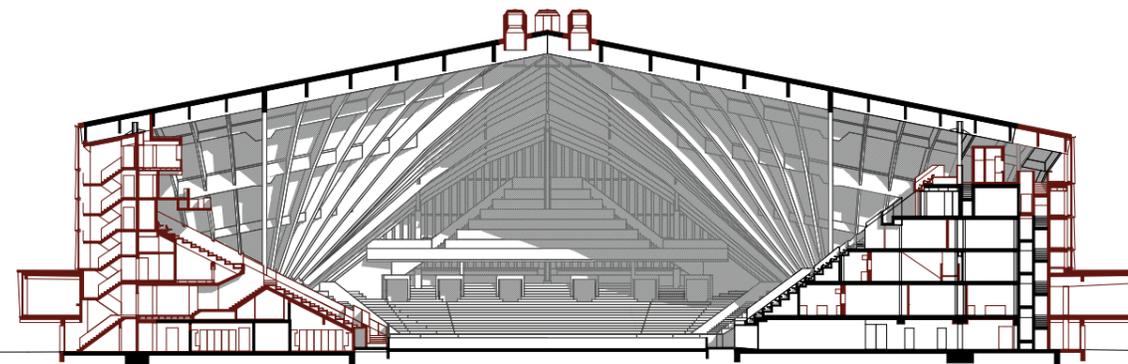
## PATRIMOINE RÉNOVATION ET AGRANDISSE- MENT DE LA PATI- NOIRE, DAVOS

En 1979, le Hockey Club Davos qui avait été promu en Ligue Nationale A, se dotait d'une patinoire couverte pour pérenniser son statut au sein de l'élite. Or, quelques années plus tôt, un premier chantier abandonné avait laissé en plan quatre piliers massifs. En un temps record, une toiture en bois lamellé-collé était acheminée par rail et assemblée sur place. Six mois plus tard, la

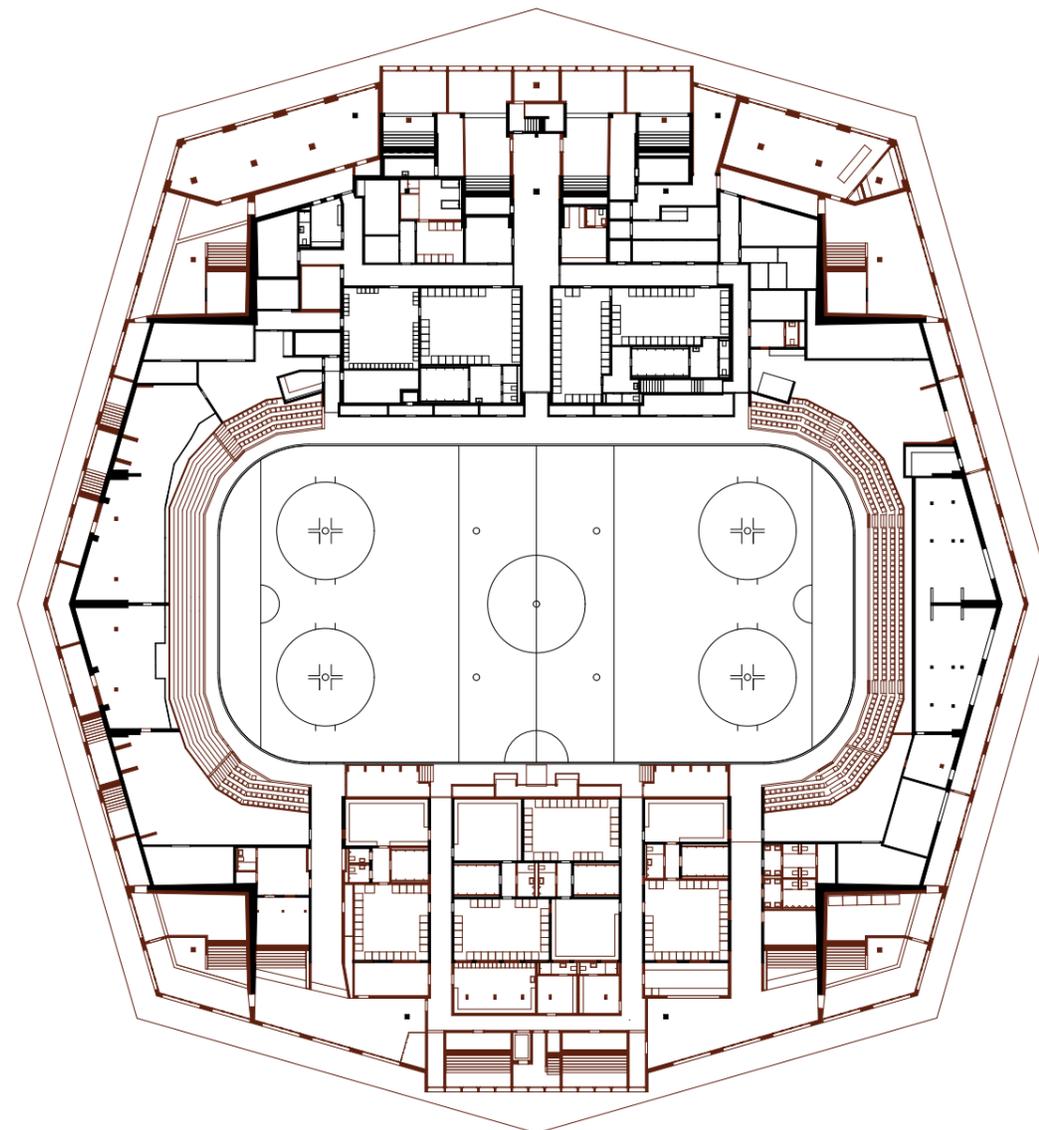
nouvelle saison de hockey pouvait démarquer en toute sérénité. Le jeune ingénieur, spécialiste du bois Walter Bieler avait fourni un travail remarquable, s'adaptant à l'ensemble des contraintes, dont le réemploi des quatre piliers aux formes prédéfinies. La composition cruciforme de la patinoire est aujourd'hui encore d'une grande harmonie, plaçant celle-ci parmi les plus belles réalisations bois d'Europe.

En 2016, un concours d'architecture visait à redonner à l'ensemble un lustre plus en phase avec les exigences actuelles, intégrant de nouveaux éléments programmatiques, et améliorant la sécurité incendie de l'ouvrage. L'atelier Marques a retenu l'attention du jury en usant d'un langage réduit à l'essentiel : béton et bois offrant une expression simple, dans la continuité

de la structure existante. Dorénavant, une nouvelle galerie encercle le 1<sup>er</sup> niveau. Portée par des poutres en porte-à-faux, elle améliore l'accès au stade et absorbe les flux de spectateurs qui se rendent aux buvettes ou au restaurant. Ce volume octogonal crée une échelle adaptée qui permet un dialogue plus étroit avec son environnement naturel, le parc thermal Kurgarten. De plus, les quatre façades en polycarbonate habillant les pignons sont remplacées par des surfaces vitrées, au nord et au sud, et par un bardage en bois à l'est et à l'ouest, améliorant les qualités thermiques de l'enveloppe. Les tribunes reposant sur les structures primaires ont été reconstruites et complétées par des galeries offrant une capacité de 6577 spectateurs, dont deux tiers sont désormais des places assises.



Coupe



Niveau +1

### INFORMATIONS DU PROJET

**Maîtrise d'ouvrage :** Commune de Davos  
**GR Architecture :** Marques Architekten AG, Lucerne  
**Ingénieur bois :** Conzett Bronzini AG, Coire  
**Construction bois :** Bernhard Holzbau AG, Davos  
**Volume bâti SIA 416 :** 131320 m<sup>3</sup>  
**Surface de plancher (nouveau)**

**SIA 416 :** 16410 m<sup>2</sup>  
**Bois de structure :** 735 m<sup>3</sup>  
**Panneaux :** lamellé croisé 60 mm 590 m<sup>2</sup>, lamellé croisé 80 mm 3020 m<sup>2</sup>, lamellé croisé 100 mm 530 m<sup>2</sup>, lamellé croisé 120 mm 125 m<sup>2</sup>, lamellé croisé 180 mm 220 m<sup>2</sup>, trois plis 19 mm 3165 m<sup>2</sup>, trois plis

27 mm 1365 m<sup>2</sup>, trois plis 42 mm 3535 m<sup>2</sup>  
**Concours :** 2016 **Durée des travaux :** 2018-2020 (en été, l'installation restant ouverte)  
**Total (CFC 1-9) :** 25,5 mio CHF

**OPTIMISATION**

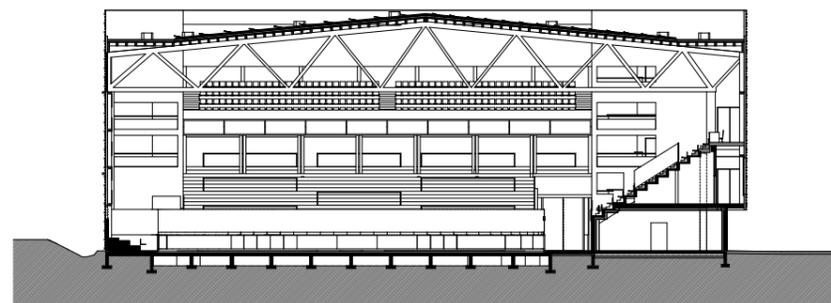
## PATINOIRE D'AJOIE ET DU CLOS DU DOUBS, PORRENTRUY

Une première patinoire couverte avait été bâtie en 1972, légèrement à l'écart de Porrentruy, à côté d'une piscine en plein air et d'un camping bordant une voie ferrée. Ses arcs en bois lamellé-collé lui dessinaient une silhouette courbe facilement reconnaissable. Restée en l'état durant des années, sans grand entretien ni travaux de restauration, la patinoire ne correspondait plus aux diverses normes constructives, et ne répondait pas aux standards du club évoluant aujourd'hui en National League. De plus, la jauge ne permettait pas d'accueillir décemment le public venant en nombre soutenir le Hockey Club Ajoie. C'est ainsi que le Syndicat intercommunal du district de Porrentruy optait pour une transformation radicale de l'infrastructure, en conservant toutefois les fondations et une partie des tribunes sud. Il décidait également d'y adjoindre une seconde surface de glace aux dimensions NHL, à l'ouest. Le restaurant

resterait à sa place d'origine, en face de l'entrée, adoptant une position centrale et offrant une vue sur les deux patinoires. De nouvelles tribunes en bois adossées contre le petit côté, à l'est, augmenteraient la contenance à 4750 spectateurs. Pour fournir la matière première nécessaire à la nouvelle patinoire dominée par la présence du bois, il aura fallu 4000 m<sup>3</sup> de grumes prélevées en circuit court dans les forêts jurassiennes. En toiture, des poutres triangulées, réalisées en bois lamellé-collé, reprennent l'écartement de 6,8 m et franchissent la même portée de 45 m que les arcs d'origine, démontés et récupérés pour une scierie. Les poutres réalisées en sapin/épicéa ont été renforcées par du frêne, une essence plus résistante, dans les zones fortement sollicitées. D'autre part, une grande partie de la structure primaire en poteaux est conçue en hêtre lamellé-collé, une solution encore inhabituelle. La filière régionale du bois, à commencer par les scieurs, s'est accordée pour fournir le bois équarri et les carrelots, les chutes ayant été réutilisées pour produire les panneaux trois plis et autres panneaux multicouches nécessaires à ce projet, et même pour fournir quelques lames de parquet. Grâce à un rendement optimisé des billes de bois, les coûts de l'ouvrage ont ainsi pu être abaissés.



(CORINNE CUENDET)



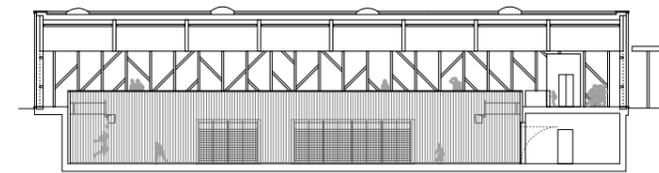
Coupe

**INFORMATIONS DU PROJET**

**Maîtrise d'ouvrage:** Syndicat intercommunal du district de Porrentruy JU  
**Architecture:** Dolci Architectes Sàrl, Yverdon-les-Bains (projet, exécution); Stähelin Partner architectes SA, Delémont (exécution) **Ingénieur civil:** Buchs & Plumey SA, Porrentruy **Ingénieur bois:** Timbatec ingénieurs bois SA, Delémont  
**Entreprises bois:** Fagus Suisse SA, Les Breuleux; Batipro SA, Sainte-Ursanne; JPF-Ducret SA, Yverdon-les-Bains; Thiévent & Gerber SA, Courtedoux; A+C Corbat SA, Vendlincourt; SYB Sonvilier; Paul Rais SA, Courcelon **Volume bâti SIA 416:** 94 880 m<sup>3</sup> **Surface de plancher SIA 416:** 11 313 m<sup>2</sup> **Certification:** Label Bois Suisse **Bois de structure:** BLC épicéa/sapin 220 m<sup>3</sup>, BLC hêtre 55 m<sup>3</sup> (patinoire principale seul.), bois équarri épicéa/sapin 650 m<sup>3</sup>, frêne 220 m<sup>3</sup>, bois contrecollé 60 m<sup>3</sup> **Panneaux:** 3 plis 27 mm 1650 m<sup>2</sup>, 3 plis 60 mm 140 m<sup>2</sup>, CLT 80 mm 100 m<sup>2</sup>, CLT 220 mm 110 m<sup>2</sup>, OSB 63 m<sup>3</sup> **Durée des travaux:** 04.2019-04.2021 (patinoire principale) **Total (CFC 1-9):** 28 mio CHF



(THOMAS JANTSCHER)



Coupe



**TRANSPARENCE**

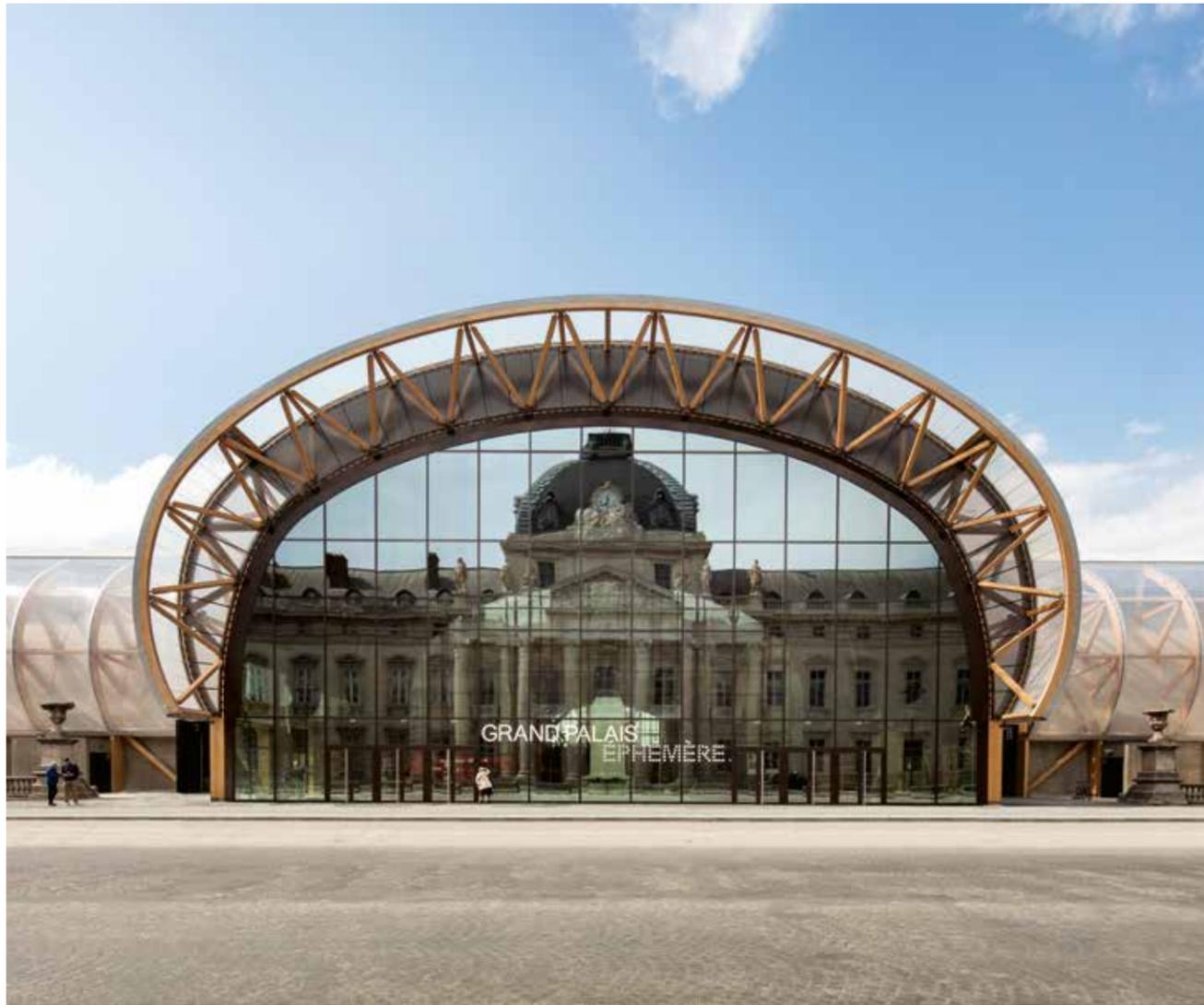
## SALLE DE SPORT, ATTALENS

Dans la campagne fribourgeoise, la commune d'Attalens souhaitait s'équiper à la fois d'une école de la petite enfance et d'une salle de gymnastique. Pour ce second volume, la proposition imaginée par le bureau butikofer de oliveira vernay dévoile une construction basse, semi-enterrée dans la pente, en lien avec un terrain de football implanté en contrebas. Un passage couvert relie la construction à une halle de sport existante, définissant une nouvelle entrée commune. À l'intérieur, une galerie haute permet au public de déambuler librement, tandis que l'étage inférieur est quant à lui réservé aux sportifs, leurs vestiaires étant placés de plain pied avec la salle d'entraînement. Des poteaux de 12 cm x 40 cm espacés tous les 150 cm portent la toiture. Ils sont

contreventés par des traverses positionnées en alternance dans un sens puis dans l'autre, adoptant un angle constant de 45 degrés. Certaines traverses, alignées sur toute la hauteur, travaillent en traction grâce à une tige en acier insérée dans le bois. La façade entièrement en verre offre d'intéressants jeux de lumière et révèle, à la nuit tombée, une ambiance magnifiée par la présence des résineux. En journée, elle offre aux utilisateurs un éclairage naturel homogène, sans éblouissement. Pour limiter d'un tiers les gains solaires qui auraient été trop conséquents en été, les verres sont sérigraphiés de motifs qui donnent à voir l'organisation cellulaire d'un tronc. Et pour améliorer l'acoustique de la salle, les parois intérieures sont formées de lambourdes ajourées, posées verticalement. Enfin, des gradins fixes, rétractables en partie basse, offrent une meilleure flexibilité pour un usage varié de la salle.

**INFORMATIONS DU PROJET**

**Maîtrise d'ouvrage:** Commune d'Attalens FR  
**Architecture:** butikofer de oliveira vernay sàrl, Lausanne **Direction des travaux:** Atelier Quartal Sàrl, Vevey **Ingénieur civil et bois:** Bosson ingénieurs-conseils SA, Romont **Entreprises bois:** Robatel Construction Bois Sàrl, Remaufens; Rouge et Willemin SA, Palézieux; Consortium Millasson Bertrand, Attalens et Emonet SA, Tatroz; Menuiserie Oberson, Riaz **Volume bâti SIA 416:** 8320 m<sup>3</sup> **Surface de plancher SIA 416:** 1176 m<sup>2</sup> **Certification:** Label Bois Suisse **Bois de structure:** BLC 128 m<sup>3</sup>; bois massif 35 m<sup>3</sup> **Revêtements intérieurs:** paroi acoustique et lambourdes verticales 380 m<sup>2</sup> **Faux-plafond:** laine de bois liée au ciment 740 m<sup>2</sup> **Gradins amovibles:** épicéa naturel 100 m<sup>2</sup> **Concours:** 2007 **Durée des travaux:** 07.2009-07.2011 **Total (CFC 1-9):** 6,35 mio CHF



(PATRICK TOURNEBOEUF)

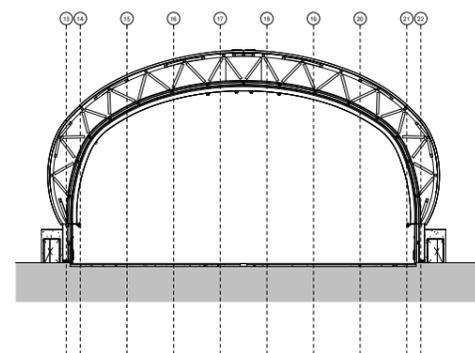
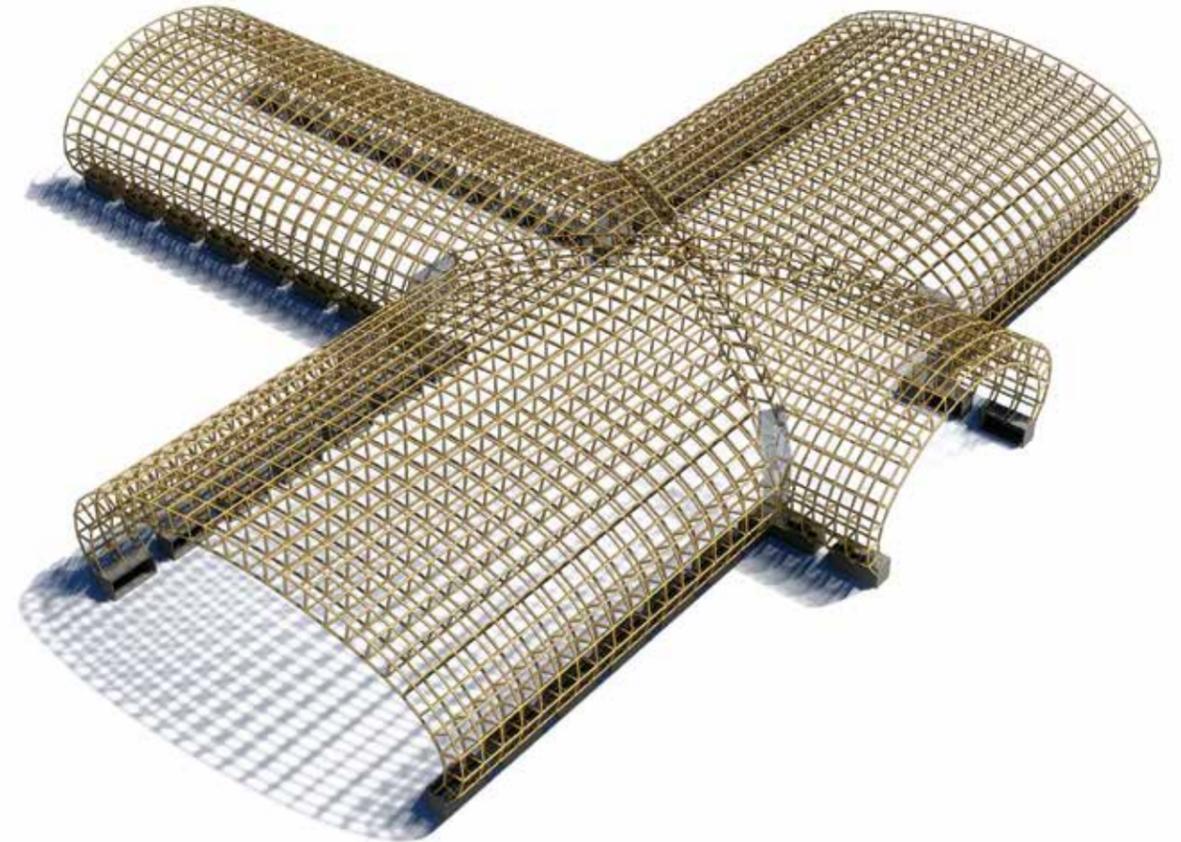
**DÉMONTABLE**  
**GRAND PALAIS ÉPHÉMÈRE, PARIS**

Le Grand Palais Éphémère s'insère dans l'axe de composition du Champ-de-Mars à Paris. Culminant à vingt mètres, sa charpente courbe est dominée par le faite de l'École Militaire, sise à ses côtés. La structure modulaire est composée de cinq parties entièrement démontables, et couvre une surface totale de 10 000 m<sup>2</sup>. L'équipement accueille provisoirement les événements sportifs et culturels qui ont habituellement lieu dans la nef du Grand Palais, bâtiment actuellement en phase de restauration, et permettra aux épreuves de judo et de lutte, de rugby en fauteuil et de parajudo de s'y dérouler durant les Jeux olympiques et paralympiques de 2024. Il n'aura fallu que six mois à l'entreprise Mathis pour monter les 44 arcs nécessitant 1 500 m<sup>3</sup> de résineux. Réalisés en bois lamellé-collé et

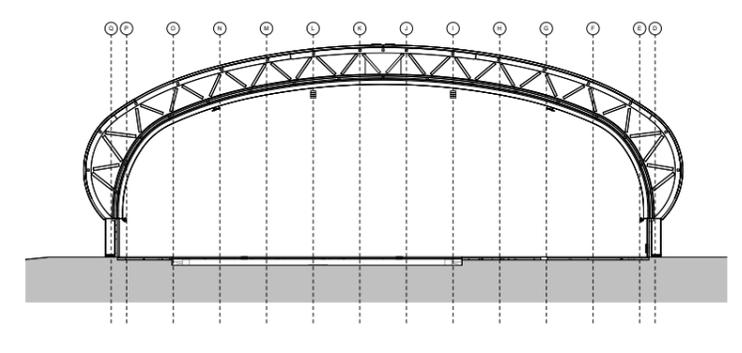
préfabriqués dans les ateliers d'Alsace, des segments de portiques ont été acheminés grâce à une centaine de camions organisés en convois exceptionnels, livrant aux premières heures ce chantier situé aux pieds de la tour Eiffel. Dessinées sur un plan cruciforme de 145 m sur 140 m, les nefs sont portées par des portiques triangulés, formant une voûte franchissant un vide de 51 m, contre 33 m dans le sens perpendiculaire. À l'intersection des géométries, la croisée franchit quant à elle un vide de 65 m et devient le premier élément structurel monté sur le chantier. Les assemblages mixtes bois-métal reçoivent une épaisseur supplémentaire en bois qui protège les parties métalliques du feu. La couverture qui donne au Grand Palais Éphémère un effet de transparence et de légèreté est réalisée par une toile en ETFE sur les flancs du bâtiment et en PVC sur la partie haute. L'acoustique qui a été développée avec un grand soin, permet d'organiser une multiplicité d'événements, de maîtriser à l'intérieur la

réverbération du son et l'affaiblissement du bruit vers l'extérieur par différentes strates et densités, afin de préserver les riverains de toute nuisance sonore.

**INFORMATIONS DU PROJET**  
**Maîtrise d'ouvrage:** Réunion des Musées Nationaux, Grand Palais; Paris 2024  
**Concessionnaire:** GL Events **Architecture:** Wilmotte & Associés, Paris **Ingénieur civil et bois:** Chabanne Ingénierie, Paris **Acousticien:** Lamoureux, Paris **Préventionniste:** CSD, Paris **Bureau de contrôle – SPS:** SOCOTEC, Paris **Entreprises bois:** Mathis, Mutterholtz **Volume bâti:** 195 000 m<sup>3</sup> **Surface de plancher:** 10 000 m<sup>2</sup> **Bois de structure:** épicea BLC 1500 m<sup>3</sup> **Panneaux intérieurs:** mélèze env. 2000 m<sup>2</sup> **Concours:** 02.2019 **Durée des travaux:** 07.2020-03.2021 **Total:** 40 mio Euros



Coupe sur petite portée



Coupe sur grande portée

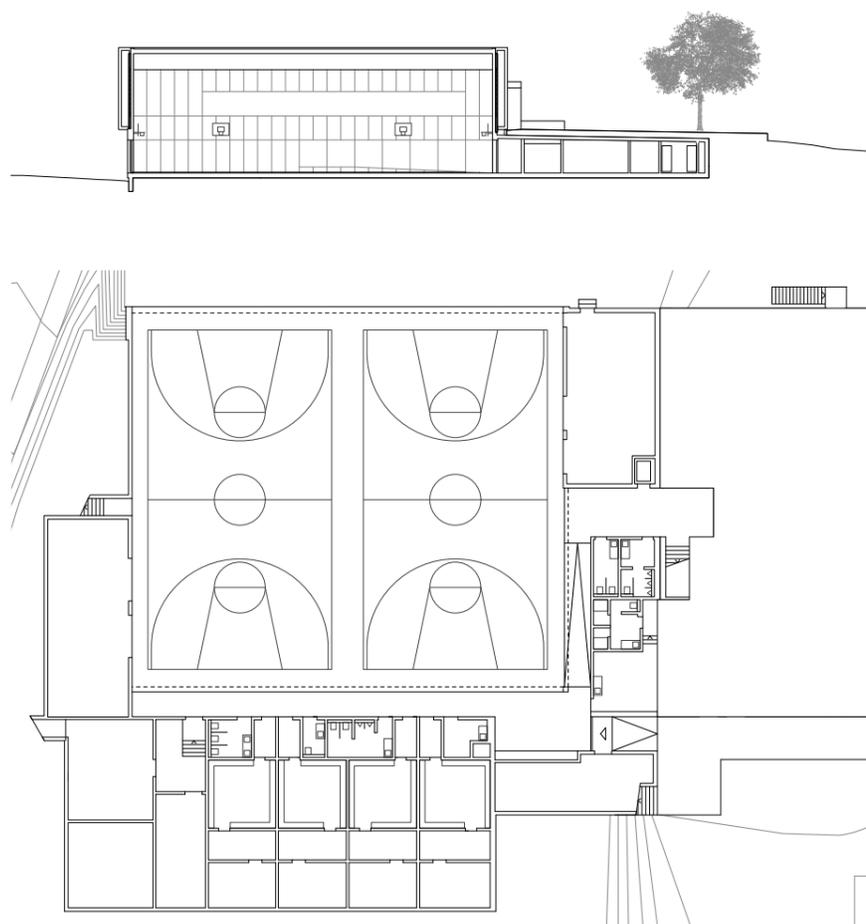
## LUMIÈRE TAMISÉE

### SALLE DE GYMNASTIQUE DOUBLE, BOREX-CRASSIER

Jouant de leur proche voisinage, les petites communes de Borex et Crassier ont développé conjointement de nouveaux équipements pour répondre à leur croissance démographique. La salle de gymnastique double, construite par le cabinet d'architecture Mann Capua Mann, est implantée dans un site scolaire. Elle devient l'extension d'une halle de sport plus ancienne et redéfinit l'entrée du nouveau complexe. La structure est conçue en bois et force aujourd'hui encore l'admiration. Trois poutres ajourées s'inspirent d'une technique constructive brevetée par Ithiel Town aux États-Unis. Imaginée au 19<sup>e</sup> siècle, la méthode qui nécessitait peu de matière et de savoir-faire était conçue pour bâtir des ponts. Dans la campagne vaudoise, deux poutres d'une hauteur statique de 6 m franchissent une portée de 32 m. Leur âme est formée d'un treillis de planches (40 x 120 mm) et de carrelés (120 x 120 mm) posés en diagonale dans un sens, puis dans l'autre. Celles-ci sont rigidifiées par des verticales (100 x 120 mm) formant une troisième épaisseur. Ajourées, les poutres monumentales tamisent la lumière directe du soleil, adoucie par la présence d'une enveloppe translucide. Cette dernière est constituée d'un verre triple satiné, éloigné d'1 m de la structure, créant un espace ventilé naturellement, alimenté par des prises d'air situées en bas des vitrages. Les poutres en treillis de bois laissent ainsi passer l'air et la lumière, et apportent non seulement un vrai confort aux utilisateurs, mais leur proposent bien plus encore : une idée de la beauté.



(THOMAS JANTSCHER)

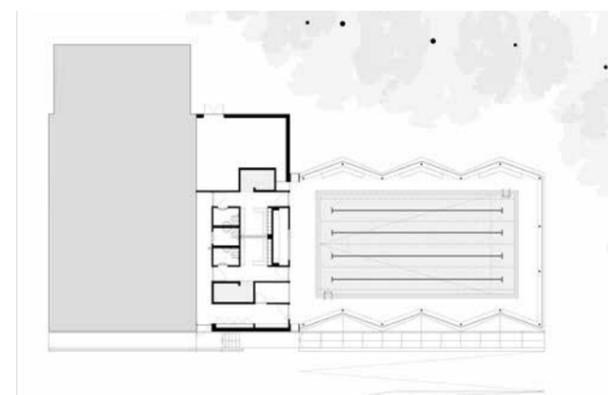


#### DONNÉES DU PROJET

**Maîtrise d'ouvrage :** Communes de Borex et de Crassier VD **Architecture :** Graeme Mann et Patricia Capua Mann architectes EPFL FAS SIA, Lausanne **Direction des travaux :** Regtec SA, Lausanne **Ingénieur civil :** AIC Ingénieurs-conseils SA, Lausanne **Construction bois :** Zaugg AG, Rohrbach **Volume bâti SIA 416 :** 14 300 m<sup>3</sup> **Surface de plancher SIA 416 :** 1875 m<sup>2</sup> **Bois de structure :** BLC 197 m<sup>3</sup> **Panneaux :** trois plis 60 mm 50 m<sup>3</sup>, trois plis 40 mm 5,8 m<sup>3</sup>, trois plis 27 mm 4,7 m<sup>3</sup> **Concours :** 2004 **Durée des travaux :** 05.2006-05.2007 **Total (CFC 1-9) :** 8,25 mio CHF, rénovation de la salle existante incluse



(JACK HOBHOUSE)



## GÉOMÉTRIQUE

### PISCINE ALFRISTON, BUCKINGHAMSHIRE

À Beaconsfield, au nord-ouest de Londres, Alfriston School est une école privée qui accueille une centaine de filles, entre 11 et 18 ans, nécessitant un encadrement et une aide spécifique en matière d'enseignement. Pour la directrice de l'établissement, la piscine n'était donc pas simplement un espace chauffé et ventilé autour d'un bassin d'eau de 17 par 8,5 m, mais elle devait avant tout séduire ses élèves afin qu'elles aient plaisir à s'y rendre. Morris + Company, un jeune bureau d'architecture n'avait rien à présen-

ter de similaire dans son portfolio. Malgré cela, la confiance accordée du maître d'ouvrage s'est avérée payante puisque le projet a été largement publié et primé. Cette réalisation, qui reste modeste en taille, est expressive sans être spectaculaire. Une toiture légère se plie tel un origami et chapeaute un espace minéral. Entre le socle en béton et la structure en bois, une bande entièrement vitrée d'une hauteur d'un mètre offre une vue privilégiée sur l'environnement verdoyant. La charpente, découpée à la CNC, est une répétition de trois modules, dont des parties, adoptant les dimensions maximales d'un camion, sont pré-assemblées en atelier. Pour mieux s'adapter au milieu bâti, la pente de la toiture reprend celle des maisons voisines. Sa géométrie permet de limiter la réverbération à l'intérieur et d'assurer un

niveau sonore propice à la détente. L'architecture, à la fois créative et ludique, répond ni plus ni moins à un cahier des charges, tout en conservant une certaine simplicité dans le propos.

#### DONNÉES DU PROJET

**Maîtrise d'ouvrage :** Alfriston School, Buckinghamshire GB **Architecture :** Morris + Company, Londres **Ingénieur civil :** Elliott Wood Partnership, Londres **Ingénieur en environnement :** Skelly and Couch, Londres **Entreprises bois :** Cowley Timberwork, Londres; Pratley Carpentry **Surface de plancher :** 446 m<sup>2</sup> **Année :** 2014 **Total :** 1,8 mio £

## **Impressum**

### **Cahier spécial d'espazium – Les éditions pour la culture du bâti**

Supplément à TRACÉS n° 1/2022

#### **Conception et rédaction**

Marc Frochaux (TRACÉS), rédacteur en chef  
Audanne Comment (TRACÉS), rédaction  
Marie-Jeanne Krill, correctrice  
Anna-Lena Walther, conception graphique  
Valérie Bovay, mise en page  
Laurent Guye, photolithographie

#### **Adresse de la rédaction**

TRACÉS – Revue Suisse romande des cultures  
et techniques du bâti, rue de Bassenges 4, 1024 Écublens,  
téléphone 021 691 20 84, [redaction@revue-traces.ch](mailto:redaction@revue-traces.ch), [espazium.ch](http://espazium.ch)

#### **Éditeur**

espazium – Les éditions pour la culture du bâti  
Zweierstrasse 100, 8003 Zurich, téléphone 044 380 21 55  
Katharina Schober, directrice des éditions  
Ariane Nübling, assistante

#### **Imprimeur**

Stämpfli SA, Berne

La reproduction d'illustrations ou de textes, même sous forme d'ex-traits, est soumise à l'autorisation écrite de la rédaction et à l'indication exacte de la source.