

Un objectif commun

Autor(en): **Perret, Jacques / Fulcrand, Nicolas / Colombo, Alain**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **137 (2011)**

Heft 09: **Maison de l'écriture**

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-154186>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Un objectif **c o m m u n**

Si la canopée constitue à ce jour l'élément le plus spectaculaire de la Maison de l'Écriture, la réalisation des structures des deux bâtiments principaux a aussi offert plusieurs défis de taille aux ingénieurs et à l'entreprise.

Les bâtiments de la Maison de l'Écriture sont fondés sur un radier général situé à une profondeur variant de 6 à 9 mètres. En sous-sol, ils comprennent des locaux d'archives, le foyer, l'auditoire et des locaux techniques (fig. 4, p. 16).

La partie émergente des espaces dédiés aux archives constitue le bâtiment qui abritera la bibliothèque. Son orientation, qui correspond précisément à celle de l'ancienne colonie de vacances, suit approximativement les lignes de niveau des pentes du pied du Jura. Sa structure est composée de quatre imposants murs d'enceinte en béton armé et d'une couverture. L'ensemble du volume intérieur de la bibliothèque est fait de structures en bois qui supportent à la fois les zones de rangement pour les livres et les espaces dédiés à la circulation.

La partie hors-sol de l'auditoire est quant à elle constituée de quatre murs d'enceintes en béton armé, d'une dalle en béton armé qui recouvre la zone d'accueil du rez-de-chaussée et qui sert aussi de sol à une grande salle d'exposition. Ce second bâtiment est orienté selon un axe est-ouest qui correspond à celui de l'ancienne chapelle.

Le foyer, un grand volume servant de zone de rassemblement, relie la zone des archives et celle de l'auditoire au sous-sol. Le foyer n'a pas de partie émergente et se situe sous la piazzetta, la place centrale du projet, elle-même abritée par la seule zone fermée de la canopée.

Douze mètres de murs d'un seul tenant

Les enveloppes des bâtiments de la bibliothèque et de l'auditoire sont constituées de murs en béton qui atteignent une hauteur d'environ douze mètres (fig. 1 et 2). En terme de sollicitations, ils subissent principalement l'action du vent alors que leur partie supérieure sert d'appui à la canopée, tant pour les efforts verticaux qu'horizontaux. Ils supportent

aussi partiellement les dalles en béton des bâtiments et intègrent en outre des ouvertures de grandes dimensions destinées à recevoir des oriels.

L'importance du rendu du béton sur le résultat d'ensemble du projet a déjà été évoqué dans le cadre de la canopée (voir article pp. 7 à 12). Cette thématique concerne naturellement aussi les murs des bâtiments et a par conséquent été l'objet d'échanges de vue entre architectes, entreprise et ingénieurs autour des possibilités de concilier de manière aussi efficace que possible les souhaits architecturaux avec les contraintes techniques de réalisation, notamment celles liées au matériel.

Les discussions ont tourné autour de l'aspect du béton apparent, de sa teinte (gris/blanc), de la minimisation des joints de reprise de bétonnage ainsi que du calepinage des trous de banches et des types de panneaux (trois plis/baké-lisé) qui devaient être utilisés pour le coffrage. Comme pour la canopée, elles ont abouti à la réalisation d'un mur témoin intégrant les différentes combinaisons de paramètres envisageables.



Fig. 1 : Les grands murs de la Maison de l'Écriture (Photo Leo Fabrizio)

Fig. 2 : Vue de la grue de la construction des murs de la bibliothèque (Photo Losinger)

Fig. 3 : Coffrage des murs de la bibliothèque (Photo Leo Fabrizio)

Fig. 4 : Mise en place à la grue des cages d'armatures des murs (Photo Dupuis & Associés SA)

Fig. 5 : Extrait du mode opératoire particulier pour la construction des murs (Document Losinger)



2



3

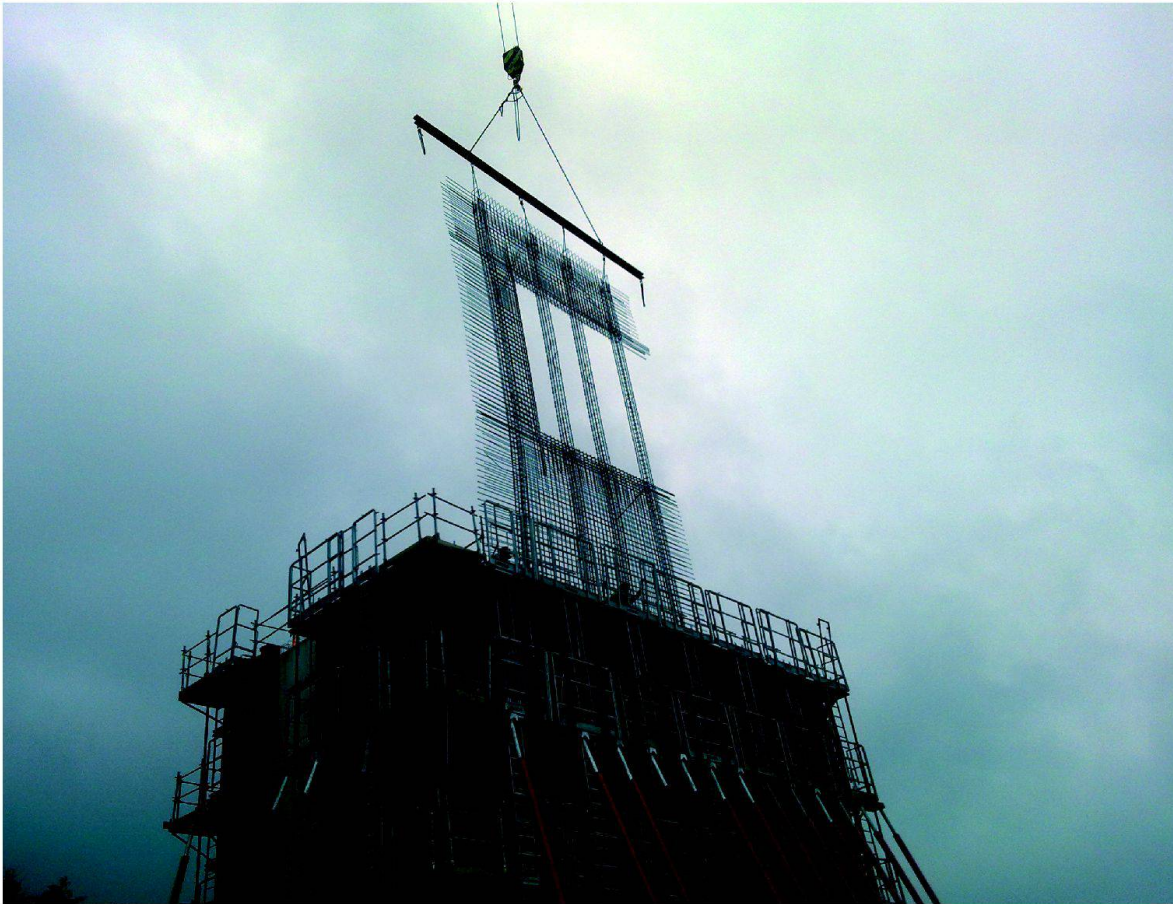
Sur cette base, le choix définitif du matériau s'est tourné vers un béton avec du ciment blanc qui serait mis en place dans des coffrages en panneaux avec trois plis verticaux. La qualité du fini a été obtenue grâce à une étude précise de la formulation du béton, un plan de contrôle et une préparation spécifique des équipes travaux avant la mise en œuvre (réalisation d'un « mur témoin » pour validation avec les ouvriers chargés du bétonnage).

Le matériel mis à disposition par l'entreprise a permis l'exécution de chacune des douze étapes (six par bâtiment) de construction des murs périphériques d'un seul tenant, sur une hauteur totale de douze mètres. L'épaisseur de 30 cm initialement prévue a dû être augmentée à 35 cm pour permettre la mise en œuvre de l'armature (raccord de cages, armature supplémentaire de rigidité pour transport des cages d'armatures préfabriquées, chaînages, zones sismiques, coffrets de barres en attente, etc.). A cet égard, dans le but d'optimiser leur mise en place, on a retenu l'option de préfabriquer au sol les cages d'armatures (12 m x 6 m), puis de les lever d'un bloc à la grue pour les mettre en place (fig. 4).

Le concept de chaque cage d'armature visait à minimiser le nombre de couches d'armatures tout en garantissant des conditions de pervibration satisfaisantes. Afin de pouvoir manipuler ces énormes assemblages d'armature à la grue, la rigidité verticale des panneaux a été renforcée par l'ajout de six barres de diamètre 20 mm, tenues par des étriers de diamètre 12 mm. Les conduits formés par l'intérieur des étriers, qui constituent des sortes de cheminées espacées d'environ deux mètres, ont été efficacement utilisés pour la bonne pervibration du béton.

Des plans de détails ont été établis par l'entreprise pour le montage des dispositifs de coffrage. On peut signaler pour exemple, l'utilisation de panneaux d'angle diminuant les arrêts de bétonnage et améliorant ainsi la qualité de ces zones sensibles.

Enfin vient la phase de réalisation que l'entreprise met au point grâce à des modes opératoires particuliers (MOP) qui permettent d'assurer un haut niveau de qualité et de sécurité (voir encadré et fig. 5). Dans le cas des murs, le mode opératoire prévoyait notamment le suivi par manomètre des pressions exercées par le béton sur les coffrages au cours du bétonnage : ces mesures de contrôle visaient à gérer les déformations éventuelles des coffrages (ouverture) afin d'éviter tout défaut au niveau du parement. La solution retenue avait aussi pour objectif de limiter à une journée de travail le bétonnage de chacune des douze étapes.



4

Les « murs découpés » de l'auditoire

La dalle de l'auditoire (dalle sur niveau -1) et l'escalier monumental reposent sur un système qui comprend sept « murs découpés » en béton armé (fig. 6 et 10). Bien qu'étant coulés d'un seul tenant dans un dispositif de coffrage spécifique, ces « murs » sont en fait composés d'un sommier et de piliers. Leur géométrie, différente pour chaque « mur », comprend des embrasures inclinées tant pour les piliers que pour les sommiers. Les exigences statiques leur imposent une épaisseur de 40 cm.

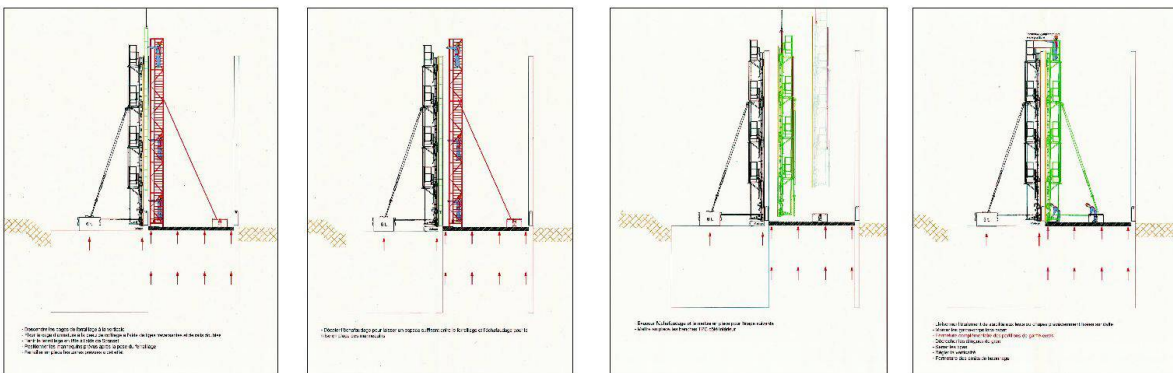
Afin d'assurer un rappel visuel avec les éléments extérieurs en béton, les cadres ont été réalisés avec un béton identique et selon des procédés similaires (coffrages) à ceux utilisés pour les murs extérieurs des bâtiments. Les armatures ont été en grande partie préfabriquées et mises en place par éléments dans les coffrages.

Les murs hors-sol

- Dimension bibliothèque : longueur 40 m, largeur 6,6 m, hauteur 12,5 m
- Dimension auditoire : longueur 25 m, largeur 10 m, hauteur 12,5 m
- Epaisseur : 35 ou 40 cm
- Réalisation en six étapes d'environ 15 m (bibliothèque)
- Etapes de bétonnage de 60 m³ (bibliothèque)
- Ratio acier : ~ 145 kg/m³
- Matériel : banches SATECO TPC

Les modes opératoires particuliers (MOP)

Créés au sein de l'entreprise, en étroite collaboration entre le service méthode, la maîtrise et l'encadrement, les MOP décrivent la cinématique de certaines tâches qui sont détaillées étape par étape. Très didactiques et visuels, ils mentionnent les mesures de sécurité à mettre en œuvre pour anticiper tout risque et garantir une exécution de qualité. Ils servent en outre de support pour expliquer aux ouvriers comment ils doivent travailler (fig. 5). A la Maison de l'Écriture, ils ont aussi été utilisés pour la construction de la canopée ainsi que pour le montage de ses colonnes (voir art. pp. 7 à 12).



5



6

Le problème essentiel tenait toutefois aux nombreuses variations de la géométrie des embrasures. En effet, comme les barres qui longent leur bord ont des inclinaisons différentes, leurs intersections se traduisaient par des zones dans lesquelles la multiplication des nappes d'armature rendait très difficile leur représentation sur des plans. Dès lors, et pour faciliter le travail des ferrailleurs, il a fallu établir des plans d'armatures en couleur qui attribuaient à chaque barre la couleur du plan vertical dans lequel elle devait se situer (fig. 9). Bien que mise au point avec l'équipe travaux chargée de la réalisation, cette approche ne suffisait pas à garantir le bétonnage dans les zones inatteignables des surplombs au bas des piliers. A cet effet, l'entreprise a mis en place un système d'étriers hélicoïdaux (fait de spires d'un diamètre 120 mm) qui permettait de guider le vibreur dans les endroits les plus délicats (fig. 7).

Une « structure meuble » en bois noble

Pour l'ameublement de la bibliothèque, les architectes et le maître de l'ouvrage souhaitaient la mise en place d'une structure en bois qui devait à la fois remplir une fonction porteuse et s'intégrer comme un meuble à l'intérieur d'une « boîte » en béton armé (fig. 12).

La structure de la bibliothèque se compose de cinq niveaux « galerie coursives » ainsi que d'un niveau « toiture », vitré sur toute sa périphérie, dépassant la canopée. Le gabarit global de cette construction en bois s'inscrit dans un volume dont la surface en plan est de 42 m par 6,60 m pour une hauteur totale dépassant les 15 m.

Au niveau du choix de l'essence, toutes les pièces de la structure en bois ont été réalisées avec du bois lamellé collé en chêne. Il y a plus de 500 ans, cette essence noble était celle principalement utilisée dans les ouvrages de charpentes, à l'image des charpentes des cathédrales ou des ponts.

La structure est composée de poteaux (section brute de 240 x 240 mm) auxquels sont fixés, à chaque niveau, des consoles et des sommiers au droit des passerelles (section maximale de 240 x 300 mm) qui servent de support à des éléments de dalle en bois de 120 mm d'épaisseur. Les poteaux sont positionnés à une certaine distance des parois afin de réduire au minimum les contacts entre le bois et le béton, ceci pour des raisons énergétiques¹. Ils prennent appui sur la dalle en béton du rez-de-chaussée et montent jusqu'à la toiture, par élément d'une hauteur correspondant en général à



7

¹ D'un point de vue énergétique, les bâtiments en béton sont conçus comme des blocs isolés présentant une forte inertie thermique. Ils sont en outre ventilés naturellement. La Maison de l'Écriture est certifiée Minergie et vise l'autonomie énergétique.

Fig. 6 : Piliers des « murs découpés » (Photo Leo Fabrizio)

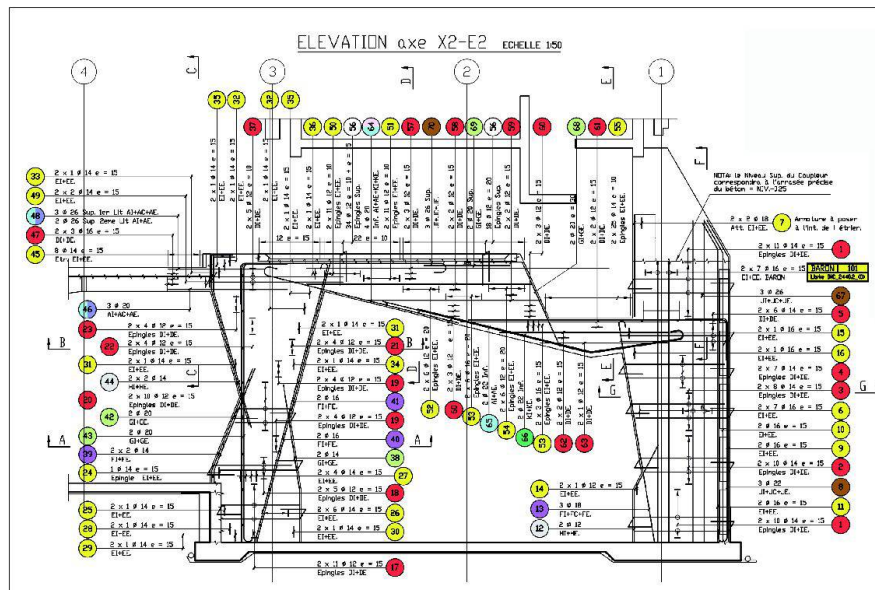
Fig. 7 : Les étriers hélicoïdaux pour la mise en place du béton (Photo Losinger)

Fig. 8 : Les murs de la bibliothèque (Photo Leo Fabrizio)

Fig. 9 : Plan d'armature des « murs découpés »



8



9

Fig. 10: Piliers des « murs découpés »

Fig. 11: Vue insolite de la bibliothèque

Fig. 12: Coupe transversale de la bibliothèque

Fig. 13: Structure en bois de la bibliothèque

Fig. 14 et 16: Systèmes statiques des consoles et des sommiers de la bibliothèque

Fig. 15: Fixation des consoles dans les murs en béton armé

(Photos Leo Fabrizio, documents Charpente Concept SA)



un étage, sauf pour quelques poteaux qui franchissent deux niveaux d'un seul tenant. Les extrémités des consoles situées à l'opposé du mur (ainsi que certains sommiers) sont suspendues à des tirants métalliques d'un diamètre de 30 mm répartis autour du vide défini par les galeries. Ces tirants montent jusqu'à la toiture où leurs charges sont redistribuées sur les poteaux périphériques par l'intermédiaire de cadres en bois stabilisés avec un système spatial de barres métalliques d'un diamètre de 20 à 30 mm. Afin d'éviter les ponts thermiques, les liaisons des différents niveaux de galerie aux murs périphériques en béton ont été limitées au minimum nécessaire. Elles se font par l'intermédiaire des consoles et/ou sommiers et sont sollicitées essentiellement dans les situations de projet accidentelles (séisme ou incendie). Quant aux rayonnages de la bibliothèque, ils ont une épaisseur de 40 mm et sont directement fixés sur les poteaux en bois par des entailles disposées régulièrement sur toute leur hauteur.

Les exigences pour garantir la sécurité incendie, établies par l'AEA² et définies en collaboration avec l'ECA Vaud, ont imposé une structure porteuse R60 – ce qui signifie que toute la structure bois et métal doit avoir une résistance et une stabilité au feu de 60 minutes – avec des mesures de protection complémentaires (détection incendie et Sprinkler). Ces exigences ont influencé les différents systèmes statiques, les concepts de la structure et le choix des matériaux.

Pour ces derniers, l'utilisation d'une essence de bois dur comme le chêne permet d'atteindre la classe 5,3 (difficilement

combustible et faible formation de fumée), augmentant la sécurité des utilisateurs. Le chêne a également la particularité d'avoir une vitesse de combustion inférieure de plus de 35 % à celle du sapin/épicéa (résineux, essence utilisée aujourd'hui à grande échelle dans la construction en bois). Pour les pièces métalliques, elles répondent aux exigences de résistance au feu R60 soit par la mise en place d'un revêtement de surface intumescent, soit par le biais d'une protection physique par des éléments (plâtre ou autre).

La structure en bois a été conçue avec des systèmes hyperstatiques (fig. 14 et 16) qui optimisent son comportement tant pour les situations de projet durables (exploitation) que pour les situations de projet accidentelles (incendie ou séisme). Afin d'éviter la mise en œuvre d'une protection des tirants métalliques dans les étages par une peinture intumescente et avoir une structure de « suspension » allégée (mise en œuvre « trop » longue et contraignante, esthétiquement peu adaptée au projet, le système statique des galeries pour l'exploitation conventionnelle du bâtiment n'est pas le même que celui en cas d'incendie : pour cette situation exceptionnelle, le système statique ne tient pas compte des câbles situés à l'extrémité des consoles ou des sommiers, avec pour effet d'attribuer une importance accrue aux liaisons sur les murs en béton (fig. 15).

² Association des établissements cantonaux d'assurance incendie

Fig. 17: Lames extérieures à l'angle nord-est de la canopée (Photo Leo Fabrizio)

Saisir les enjeux

Concevoir des formes répondant à la fois à des intentions architecturales et à des impératifs structuraux a de tout temps été un voeu pieu qui se heurte souvent à la séparation des compétences. La Maison de l'écriture prouve que, si l'époque du maître d'œuvre omniscient est probablement révolue, il est possible de nos jours d'obtenir des résultats spectaculaires si chacun adhère véritablement au projet et fait l'effort de comprendre ses enjeux.

Jacques Perret

Nicolas Fulcrand, ing. civil ESTP-Paris
Losinger Construction SA
Chemin de Rente 26, CH – 1030 Bussigny

Alain Colombo, ing. civil EPFL
Dupuis & Associés SA
Chemin de l'Argillière 5, CH – 1260 Nyon

Rafael Villar, ing. civil HES
Charpente Concept SA
Route de St-Julien 288bis, CH – 1258 Perly



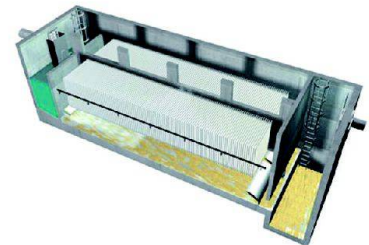
17

Un environnement propre



Décanteur lamellaire HydroM.E.S.I.

Sûr, simple et avantageux. Grâce à ses lames pivotantes, le décanteur lamellaire HydroM.E.S.I. filtre efficacement et de façon durable les particules en suspension provenant de la pollution pluviale. Idéal pour les autoroutes, les routes, les zones urbaines ou les surfaces industrielles. Nous vous conseillons volontiers.



zepfundpartner.ch

SUISSE PUBLIC
halle 3.2 · stand E036

SISTAG AG Absperntechnik
CH-6274 Eschenbach
Tél. 041 449 99 44
Fax 041 448 34 31
www.sistag.ch
E-Mail: info@sistag.ch

SISTAG