

# Bouquet final : retour sur l'Auditorium de la Seine Musicale

Hélori Geglo  
HESS TIMBER GmbH  
Kleinheubach, Allemagne



## 1. Le projet

### 1.1. La Seine Musicale

L'île Seguin, située sur la Seine à Boulogne-Billancourt à l'ouest de Paris, se pare d'un nouvel emblème : « La Seine Musicale », complexe dédié à toutes les musiques et conçu par l'architecte japonais Shigeru Ban et le Français Jean de Gastines, a ouvert ses portes au printemps 2017 après près de trois années de chantier. La structure bois de l'auditorium en a été fabriquée par l'entreprise HESS TIMBER, lamelliste allemand situé à Kleinheubach en Bavière.

Le défi pour HESS TIMBER ne s'est cependant pas résumé à la fabrication de la charpente en lamellé-collé, l'entreprise ayant été mandatée pour l'étude, la livraison et la pose de cette imposante construction bois. La résille bois, constituée d'épicéa et de renforts en hêtre, comprend plus de 1700 pièces, toutes uniques. En raison de la forme ovoïde de la construction revêtue de verre, l'immense majorité des pièces la constituant présentent une double courbure.

Cette forme libre s'étend sur 70 m dans le sens de la longueur, 45 m dans sa largeur. Au total, 900 m<sup>3</sup> de lamellé-collé et environ 10 mois de pose ont été nécessaires pour achever le projet.

Glissant à 0,08m/s autour de l'auditorium, 800 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques forment quant à eux la voileure du navire, projetant une ombre rafraichissante sur celui-ci.

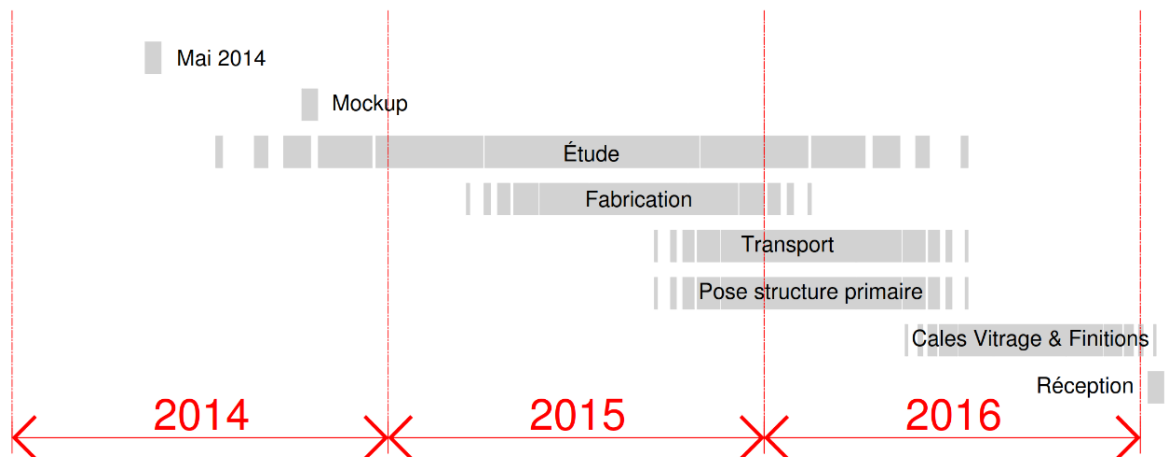


La Seine Musicale – Auditorium © Didier Boy de la Tour

## 1.2. En résumé

<b>La Seine Musicale</b>	
Lieu	Ile Seguin, Boulogne-Billancourt, France
Inauguration	Avril 2017
<b>Intervenants</b>	
Maitrise d'ouvrage	Conseil Général des Hauts-de-Seine
Entreprise principale	Bouygues Construction
Architectes – Maitrise d'oeuvre	Shigeru Ban, <a href="http://www.shigerubanarchitects.com">www.shigerubanarchitects.com</a> ; Jean de Gastines, <a href="http://www.jdg-architectes.com">www.jdg-architectes.com</a>
Charpente bois	HESS TIMBER Kleinheubach, Allemagne <a href="http://www.hess-timber.com">www.hess-timber.com</a>
Ingénierie structure bois	SJB Kempter Fitze, <a href="http://www.sjb.ch">www.sjb.ch</a>
Étude digitale (modélisation paramétrique)	Design-to-Production, <a href="http://www.designtoproduction.com">www.designtoproduction.com</a>
<b>Charpente Bois</b>	
Levage et pose	Septembre 2015 – Juin 2016
Dimensions	Forme libre, 70 m de long, 45 m de large & 27,5 m de haut
Nombre	Plus de 1.700 pièces uniques
Volume	900 m <sup>3</sup> Lamellé-collé
Essences de bois	Epicéa, Hêtre
État de surface	Qualité « vue », surfaces poncées
Produits de finition	Imprégnation CTBP+ & Lasure transparente de protection aux UV

## 2. Chronologie



### 3. Étude et détails de réalisation

#### 3.1. Étude statique / modélisation paramétrique

L'étude d'ingénierie a été confiée par HESS TIMBER au bureau d'études SJB Kempter Fitze et à Design-to-production, avec pour mission la justification statique et la création du modèle digital de l'ensemble – aussi bien pour la structure primaire à double courbure qui sous-tend l'identité visuelle de l'auditorium, que pour la structure secondaire constituant l'interface et le support de la verrière. Design-to-production a également pris activement part à la définition d'un concept de montage pour cette structure complexe.

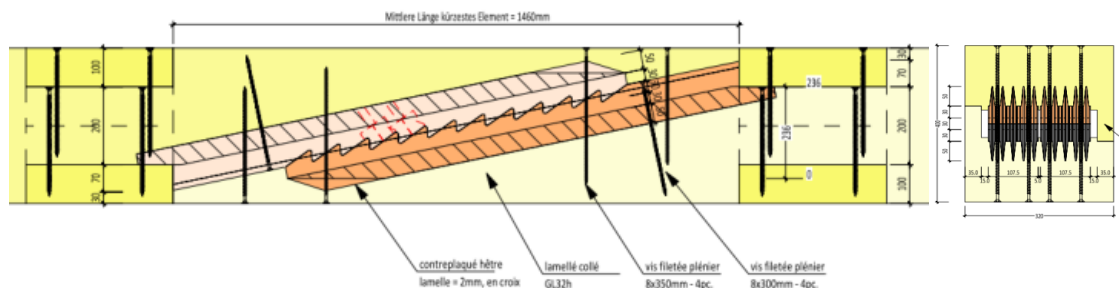
#### 3.2. Conception des nœuds d'assemblage

Les diagonales se croisent à mi-bois dans un assemblage reprenant des efforts tranchants.



Les cerces horizontales, à double-courbure, sont aboutées par le biais d'un assemblage bois/bois : Les assemblages scarf dentelés en extrémité des cerces transmettent ici d'énormes efforts de traction. Les crémaillères en contreplaqué de hêtre à haute résistance conçues pour supporter ces efforts doivent ici leur première utilisation à une idée de Herrmann Blumer et SJB.

Les efforts de traction sont en effet transmis d'une pièce à l'autre par un profil / contre-profil en dents de scie, taillé numériquement dans un contreplaqué hêtre de 100 mm d'épaisseur. Le hêtre offre ici la résistance au cisaillement nécessaire pour transmettre de tels efforts dans un volume aussi limité. Un profil à enture, de l'autre côté, permet de disposer d'une surface de collage suffisante pour connecter solidement la crémaillère en hêtre à la cerce en épicéa.



#### 3.3. Cales vitrage

La prestation de HESS TIMBER inclut également les « cales vitrage », c.à.d. une structure secondaire, en bois également, destinée à servir de support à la façade vitrée. Les profilés aluminium de la verrière sont en effet directement positionnés et fixés sur cette construction secondaire.



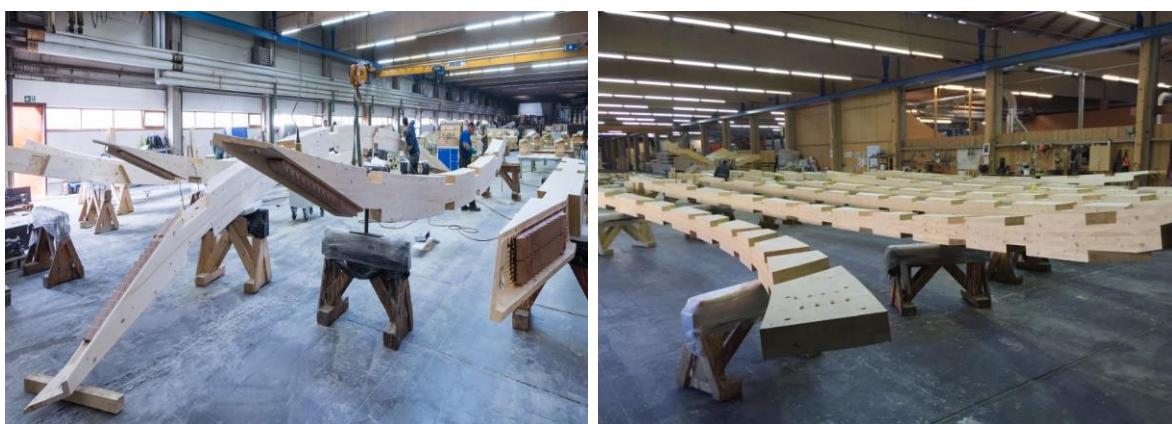
## 4. Fabrication

HESS TIMBER dispose des moyens de production complets nécessaires à la réalisation d'un projet de cette ampleur, qu'il s'agisse de solutions de pressage tri-dimensionnelles ou de portiques d'usinage 5 axes, sans oublier un personnel passionné et spécialisé.

La ligne de production est organisée de manière flexible. Selon les projets, cette flexibilité permet la mise en œuvre de techniques développées spécifiquement. Il n'en a pas été autrement pour la Seine Musicale, où la plus grande partie des pièces a nécessité un collage à double courbure – tâche rendue possible par le développement de presses dédiées, dont le réglage tridimensionnel permet d'épouser parfaitement la direction de fil et la géométrie de la pièce finale dès le collage.

La fabrication des pièces du projet la Seine Musicale a duré en tout 11 mois, de mars 2015 à février 2016. 1700 pièces uniques sont sorties des ateliers pour cette occasion, pour un volume total de 900 m<sup>3</sup> de lamellé-collé :

- Dont 217 cerces, d'une longueur unitaire jusqu'à 22m



La Seine Musicale – Production HESS TIMBER © Rensteph Thompson

- Dont 1.201 diagonales, d'une longueur unitaire d'environ 5m



La Seine Musicale – Production HESS TIMBER © HESS TIMBER

## 5. Transport

En l'absence de possibilités de stockage sur le chantier, le transport et la livraison ont constitué un certain challenge logistique. La livraison a eu lieu de Septembre 2015 à Mai 2016. Le chantier sur l'Île Seguin n'étant accessible que par un seul pont, le flot continu de livraisons tous lots confondus a nécessité le maintien strict d'un planning de livraisons, et le respect d'horaires serrés de l'arrivée des livraisons à leur déchargement complet.

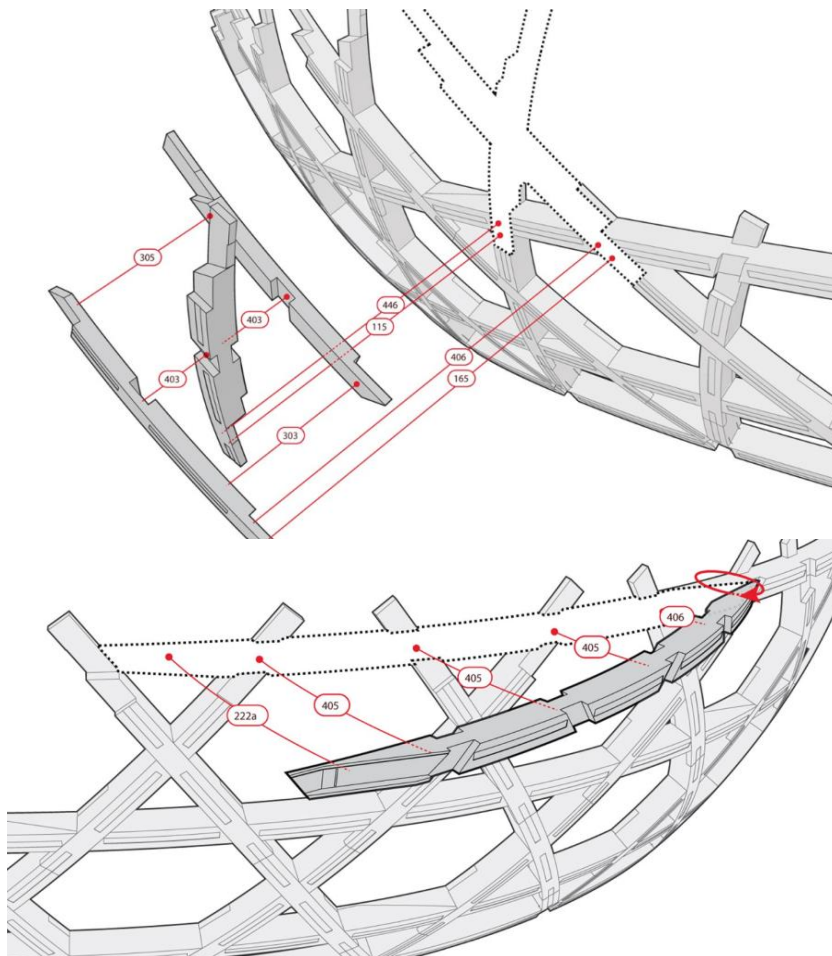
## 6. Pose de la charpente

### 6.1. Concept d'assemblage

Le concept initial prévoyait la livraison de nuit et par barge de grands sous-ensembles de charpente pré-fabriqués. Cette solution s'est avérée dès les premiers développements du projet difficilement envisageable.

En accord avec le donneur d'ordres Bouygues Construction, et en connaissance des contraintes spécifiques du projet, la décision a été prise d'adopter le concept d'assemblage suivant :

- Segmentation du projet en pièces unitaires, et montage de la charpente primaire « cerce par cerce »
- Montage d'anneaux (ou cerces) complets jusqu'à la couronne sommitale
- Pose de la structure secondaire (cales bois et profilés) sur chantier



La Seine Musicale – Concept de montage © HESS TIMBER

## 6.2. Montage

La pose de la charpente a sans aucun doute constitué l'un des grands défis du projet. Celle-ci s'est déroulée sur 10 mois, entre septembre 2015 et juin 2016. Cette pièce en un seul acte a nécessité l'engagement continu de 10-12 charpentiers détachés d'Allemagne, ainsi que d'un binôme de chefs de chantier.

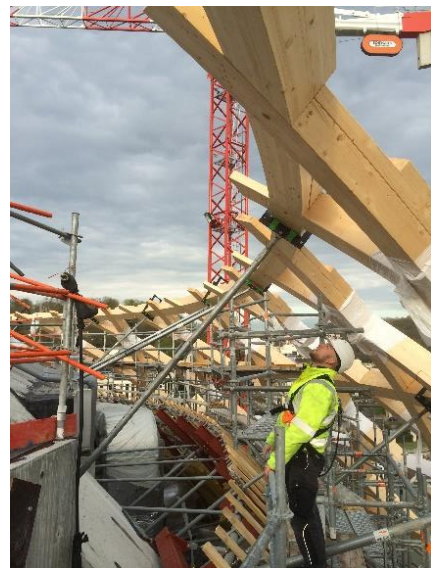


La Seine Musicale – Montage à Paris © Joshua Klupp

Le bâtiment se trouve sur une île au milieu de la Seine, ce qui implique un séquençage particulier. Comme il a été mentionné plus haut, l'île ne dispose que de peu de place libre, et d'une seule passerelle d'accès. Pour ces raisons, il n'a pas été possible pour chaque entreprise de mettre en œuvre ses propres moyens de levage. A la place, il s'est avéré nécessaire de partager l'usage des deux grues à tour couvrant le levage de l'auditorium. Là aussi, le nécessaire maintien d'un planning strict et la faible disponibilité ont contribué à la complexité des travaux.

## 6.3. Les défis du chantier – En résumé

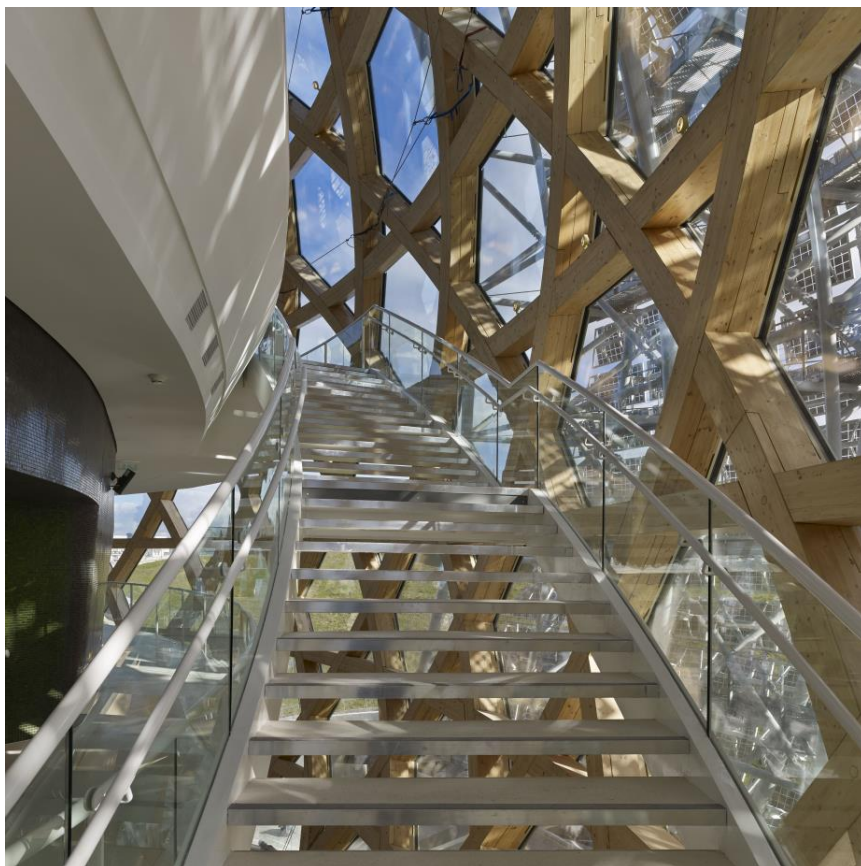
- Complexité géométrique intrinsèque (Directions d'assemblage)
- Faible flexibilité (Séquence de montage fixe)
- Capacités de levage (deux grues par roulement horaire, à partager entre les entreprises)
- Accessibilité et possibilités restreintes de placement des nacelles élévatrices
- Monitoring de la position de la charpente dans l'espace, et micro-ajustements réguliers
- Séquençement de montage fixe des cales de vitrage, et contrôle géométrique des hexagones formés par celles-ci
- Fermeture simultanée de multiples assemblages de charpente
- Variété des typologies d'assemblage
- Exigences de résultat visuel des assemblages



La Seine Musicale – Montage à Paris © Héliori Geglo

## 7. Bilan et perspectives

HESS TIMBER a démontré une fois de plus par ce projet qu'il est possible de répondre favorablement aux exigences architecturales les plus ambitieuses par la mise en œuvre d'une ingénierie compétente et de moyens de production de pointe.



La Seine Musicale – Auditorium © Didier Boy de la Tour