

3 octobre 2008

Le Centre Pompidou de Metz

La délégation Grand-Est a organisé, le 3 octobre une journée consacrée à la construction du Centre Pompidou à Metz.

Rappel du programme

8h30 Accueil des participants

9h00 Ouverture

Pierre Corfdin - Président AFGC Grand Est

Jean-Luc Bohl - Président de la CA2M, maître d'ouvrage

9h15 Présentation du projet par les différents acteurs

Le mandataire du maître d'ouvrage

Antoine Fonte - Adjoint au maire de Metz

Philippe Hubert - Ville de Metz

L'utilisateur

Laurent Le Bon - directeur du Centre Pompidou-Metz

La maîtrise d'oeuvre

Jean de Gastines - architecte

Zbigniew Koszut - BET Terrell

La vision du projet par l'entreprise

Antoine Rodriguez - demathieu & bard

Questions

10h45 La structure béton

Études d'exécution

Claudio Da Silva - CTE

Réalisation

Jean-Paul Batsch - demathieu & bard

Gaël Lallemand - demathieu & bard

Questions

11h30 La charpente bois

Dominique Calvi - consultant,

Tobias Döbele - Holzbau Amann

C Meier - SJB

12h30 Débat et conclusion

13h00 Déjeuner sur place

14h30 Visite du chantier

Présentation du projet par les différents acteurs

Antoine Fonte - Adjoint au maire de Metz, Philippe Hubert - Ville de Metz, Laurent Le Bon - directeur du Centre Pompidou-Metz

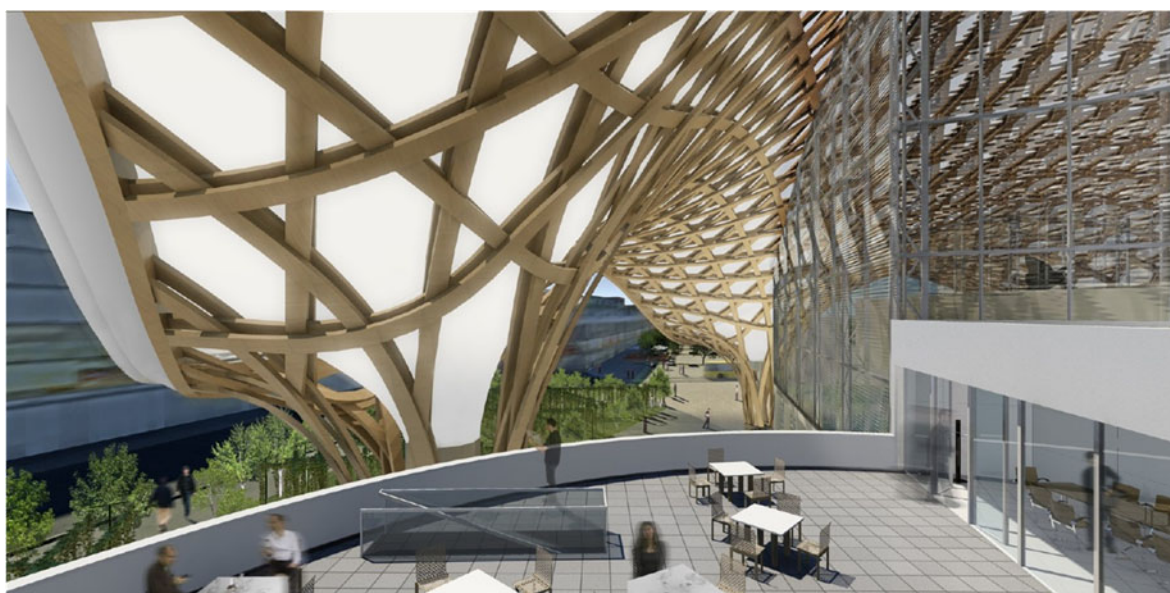


Plus de 5 000 m² de locaux d'exposition, dont :

- la grande nef (6 à 21 m de hauteur), 1 200 m²
- le studio de création (expositions, spectacle vivant), 196 places assises, 370 m²
- 3 galeries, espaces modulables de 1 150 m², soit 3 440 m²

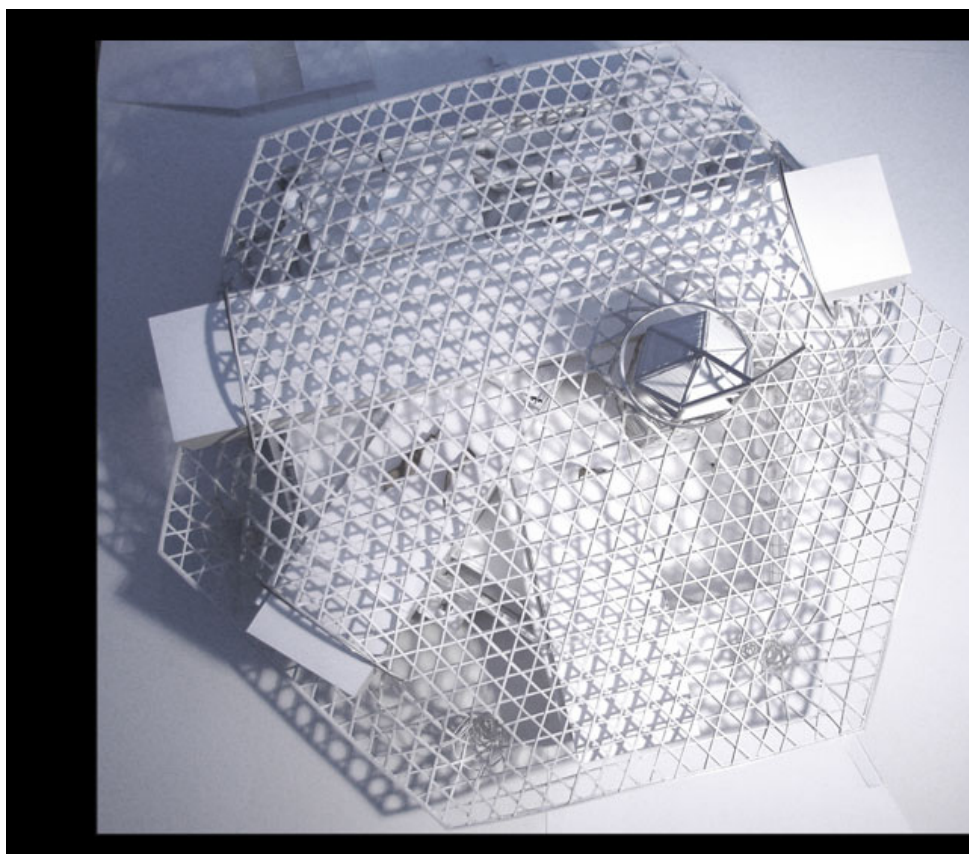
Les espaces ouverts au public représentent près de 2 000 m² et comprennent :

- le forum (accueil, billetterie, vestiaires)
- un auditorium (144 places) pour conférences et cinéma
- 3 salles de conférences
- 2 ateliers pédagogiques
- un centre de ressources
- des locaux d'accueil des groupes
- un restaurant-café
- un café
- une librairie-boutique



Présentation du projet par les différents acteurs

Jean de Gastines - architecte, Zbigniew Koszut - BET Terrell





Présentation du projet par les différents acteurs

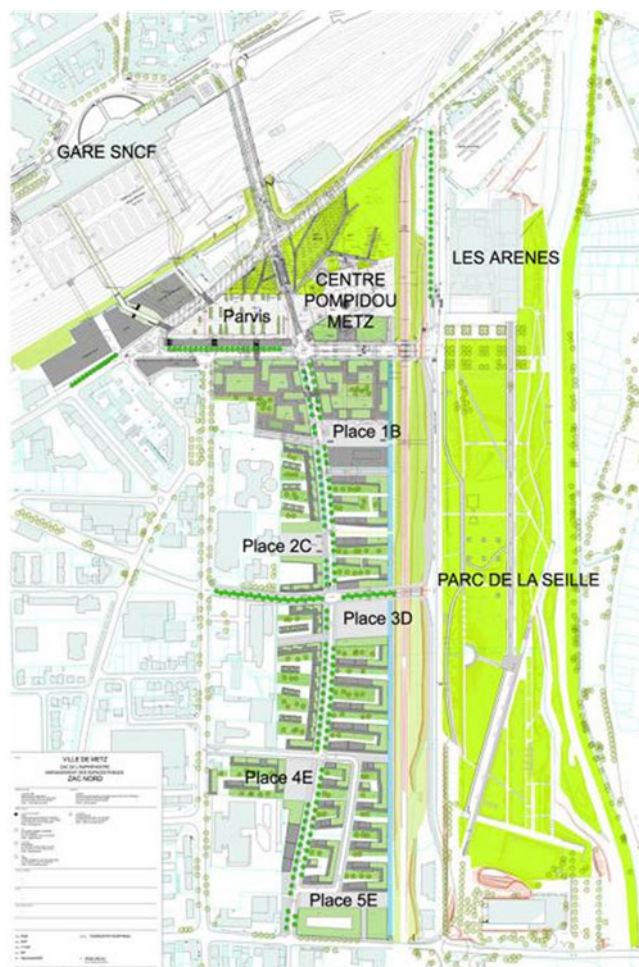
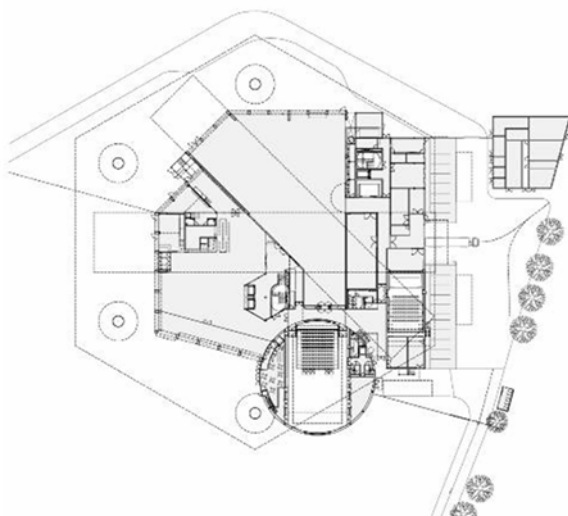
Antoine Rodriguez - demathieu & bard

Le Centre Pompidou-Metz sera situé dans le quartier de l'Amphithéâtre, à proximité de la gare TGV et du centre-ville.

Demathieu et Bard réalise actuellement, sous le parvis, la construction d'un parking souterrain dans le cadre d'un autre marché.

L'édifice se présente comme une vaste structure de forme hexagonale, traversée par 3 galeries. Il se développe autour d'une flèche centrale qui culmine à 77 m de hauteur. L'ensemble évoque un vaste chapiteau entouré d'un parvis et d'un jardin.

Il se développe sur 10 000 m², 5 000 m² étant dédiés à la présentation des œuvres dans les galeries.

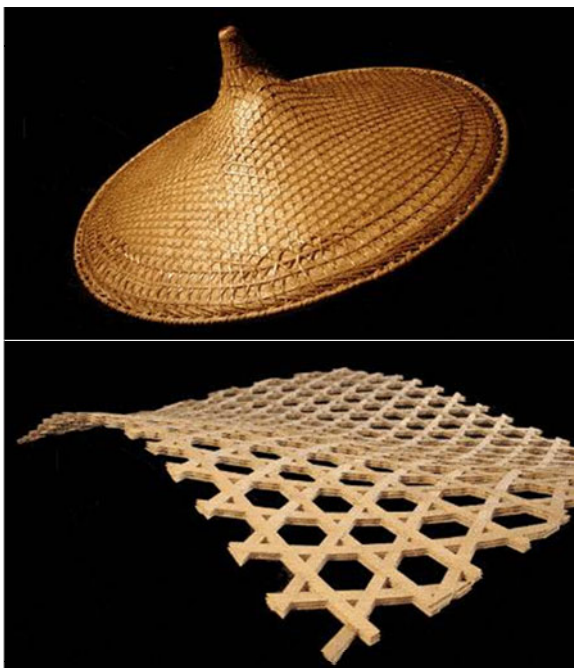


La charpente bois

Inspirée d'un chapeau chinois, elle est composée de couches superposées de lamellé-collé. Suspendue à la tour centrale, elle se prolonge jusqu'au sol en formant quatre piliers.

La charpente bois, c'est...

16 000 pièces,
2 700 m de linéaire de poutres,
1 500 m³ de bois pour 800 m³ en place,
3 000 nœuds de jonction.



La membrane

La charpente est recouverte d'une membrane blanche de 8000 m² en fibres de verre et téflon (PTFE) qui assure l'étanchéité et crée un environnement naturellement tempéré. Une première dans l'hexagone...

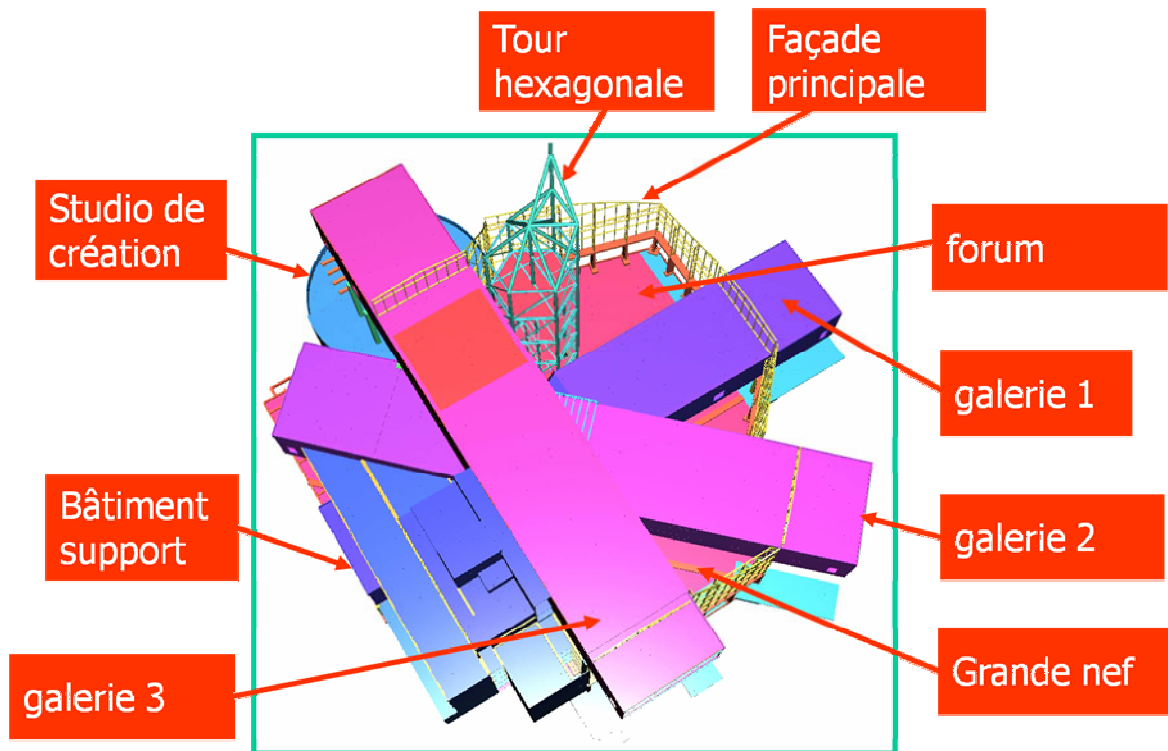
Cette dernière participe à l'approche énergétique très poussée de l'ensemble du bâtiment, assurant aux œuvres les meilleures conditions d'exposition et de conservation.



Les manifestations régionales

Quelques photos du chantier

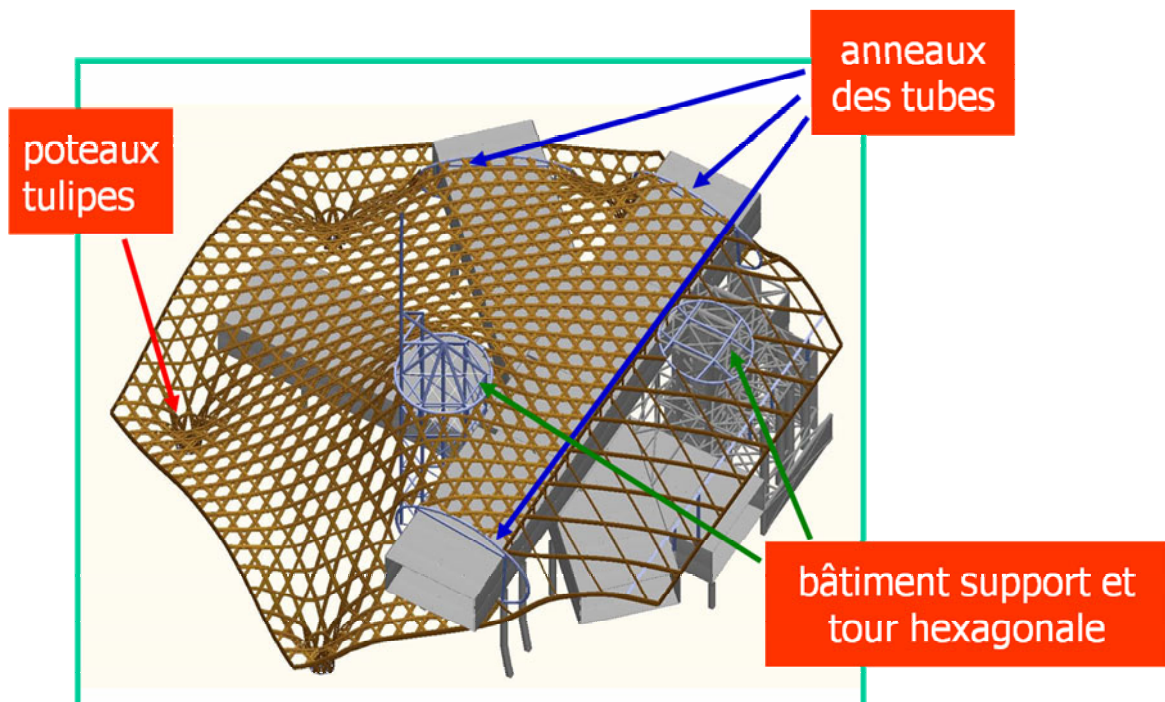




La toiture

Forme hexagonale

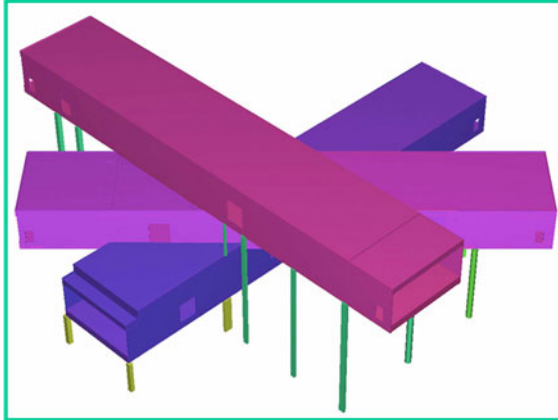
Surface complexe en bois lamellé collé, perforée par les tubes et la tour hexagonale.



Les galeries d'exposition

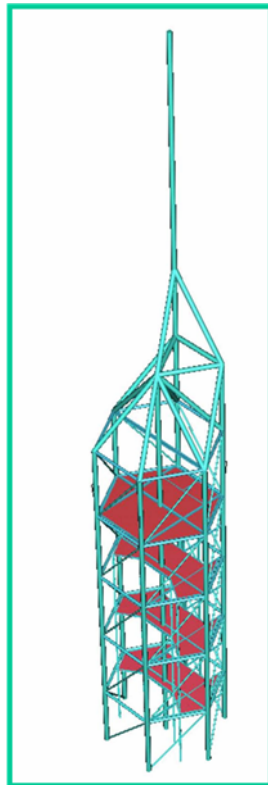
Tubes rectangulaires

- largeur 15m
- hauteur 8m
- longueur 87m
- trois tubes pivotant 45°
- niveau max 29m
- planchers structures mixtes acier-béton



La tour hexagonale

- Charpente métallique
- Circulation entre les galeries
- Ascenseurs
- Stabilité horizontale
- Support de la toiture
- Hauteur 77m



Les manifestations régionales

Façade principale

- portique béton
- charpente métallique développée autour de l'ensemble
- perforé par les tubes
- hauteur max. 30m

Hypothèses de calcul

Caractéristiques du sol

- couche superficielle formée par des remblais hétérogènes de mauvaise qualité géotechnique
- des alluvions de la Moselle composés par des sables fins, moyens et grossiers entre 9 à 9,6m
- troisième couche formé par un substratum de marnes altérées substratum dur de marnes et calcaires à partir des profondeurs de 10,5m à 13m

Matériaux

Béton armé :

- radier (dalles portés) : C30/37
- structure en général : C35/45
- poteaux support des galeries, localement pour les voiles des galeries : C50/60

Plancher mixte

- acier S355
- profilés PRS hauteur 490 et 540 mm, entre-axe 2,50m
- bac métallique type Cofrastra hauteur 70mm autoportant
- dalle béton armé de 7+14 = 21cm

Charges neige et vent

- NV 65
- Eurocode 1
- Études en soufflerie - CSTB - Nantes
 - 24 directions de vent
 - 5 situations

→ Infinité de solutions

→ Etudes de cas enveloppes

8 cas enveloppes pour le vent de la toiture

8 cas enveloppes pour la neige de la toiture

4 cas enveloppes pour le vent sur les façades

Contreventement

La stabilité de la structure est assurée par deux noyaux de contreventement

- Le bâtiment support
- La tour hexagonale

Les deux éléments verticaux fonctionnent comme des porte-à-faux encastrés dans les fondations.

Les planchers des tubes sont rigides dans leur plan et sont capables de transmettre les charges horizontales vers les noyaux de contreventement.

Les deux noyaux sont positionnés près de l'intersection des tubes et permettent la dilatation des tubes.

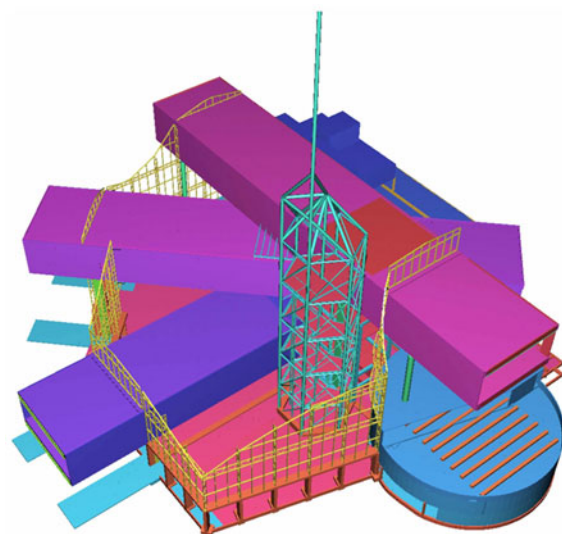
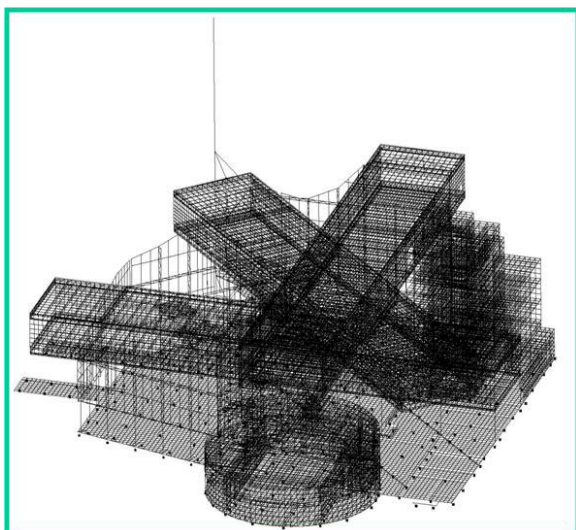
Les poteaux des tubes sont en général élancés pour être considérés flexibles.

Les tubes sont libres pour se déplacer dans leur sens longitudinal par rapport à la tour hexagonale.

Modèle aux éléments finis

Logiciel EFFEL - Version 15.1.E

- 44 400 nœuds
- 11 300 filaires
- 40 400 surfaciques
- 346 appuis ponctuels
- 85 cas de charges
- 360 combinaisons
- calcul par phases avec prise en compte du phasage de désaiaement, du retrait et du fluage



Les manifestations régionales

La charpente bois

Dominique Calvi - consultant, Tobias Döbele - Holzbau Amann, C Meier - SJB

Spécifications fournies

- Géométrie complexe de la toiture
- Surface de la toiture 8500m²
- Triple couche de planches, en 3 directions formant grillage, trame 3,0m
- Planches construits de plusieurs couches de LVL, sciées et cintrées
- Entretoises en LVL entre les planches pour reprendre le cisaillement
- Connexions des planches par vissage et par collage (sur chantier!)
- Assemblage de coques sur terre, ensuite montage des coques
- Couverture en membrane PTFE

Evaluation de la solution projetée

Pour :

LVL = produit de haute capacité

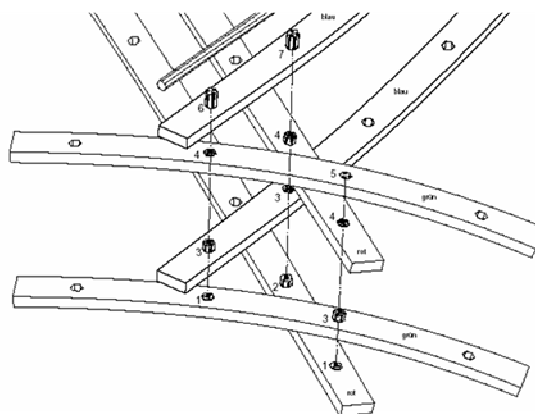
Contre :

- Coût du matériel du LVL très élevé, surtout en vue du coupage des planches
- Collage sur chantier → délicat
- Cintrage des planches lors de l'assemblage → efforts supplémentaires, imprévisibles
 - Précision cintrage ? Tolérances ?
 - Remise à l'état initial des planches ?
- Géométrie non répétitive de la toiture
 - 8500m² surface de toiture = 8500m² de moules non répétitives pour produire des coques
 - Assemblage de la structure par coques pré-assemblés peu favorable en raison du nombre élevé de connexions entre les coques lors du montage coque par coque

→ Projeter une variante

Variante retenue

Principe : 3 double couches de planches lamellé collé, sections rectangulaires, planches fraisées pour réaliser la géométrie.

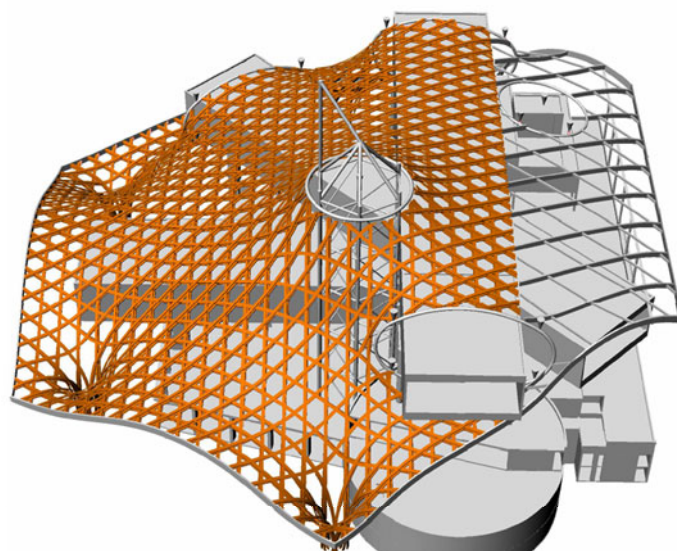


Spécifications de la solution retenue

- 3 double couches de planches lamellé collé
- Section des planches 14/24 cm
- En majorité GL 24h
- Chaque planche travaillée sur la ligne de taillage - tous les contours fraisés
 - pièces brutes, section plus grande que celle de la planche finie
 - 3 types de pièces brutes: - planche lamellé collé droite
 - planche lamellé collé cintrée dans un sens
 - planche lamellé collé cintrée en deux sens

Type de pièce brute déterminé en fonction de la courbure et en fonction de la découpe de fibre du bois (max. 5°)

- Connexion des couches des planches: noeud précontraint en LVL hêtre
- Entretoises en LVL entre les planches pour le transfert des efforts tranchants



Modèle Exe Rhino

Variante retenue



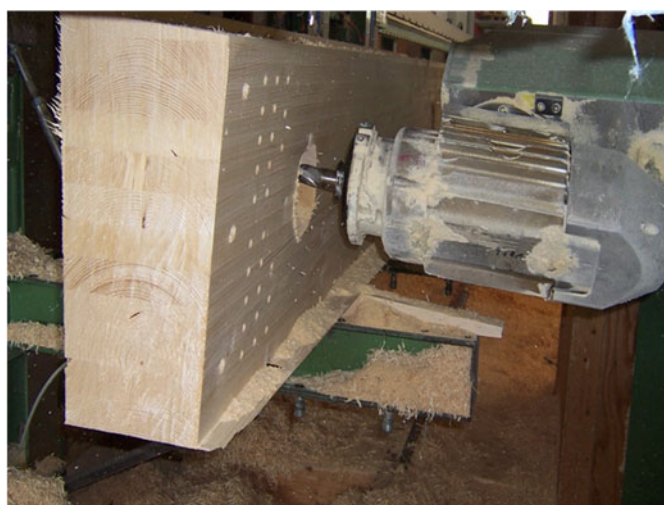
Avantages

- économiquement intéressant
- moins de matériel → moins de poids (charge dominante pour ce projet)
- pas de collage sur chantier
- pas de moules sur chantier nécessaires, que supports locaux pour la pose
- pose planche par planche, couche par couche, pas d'éléments pré-assemblés
- géométrie des planches réalisée par fraisage des planches → précision élevée par rapport aux planches cintrées lors du montage

Le taillage



Fraisage des contours des planches



Fraisage des réservations des nœuds



Collage des nœuds



Assemblage à sec en usine pour contrôle sur 50 m



Plaques de connexion

Le montage

Principe

- Zone par zone
- Planche par planche
- Couche par couche
- Installations des supports et des poteaux
- Installation et fixation temporaire des planches
- Installation des entretoises
- Mise en oeuvre de la précontrainte après l'installation de la dernière couche
- Passage à la zone suivante

