

80m de portée en treillis bois pour le Stade d'Athlétisme de Miramas

Athletics Stadium in Miramas

Leichtathletikstadion von Miramas

Valéry Calvi
Bureau d'études CALVI
Avignon, France

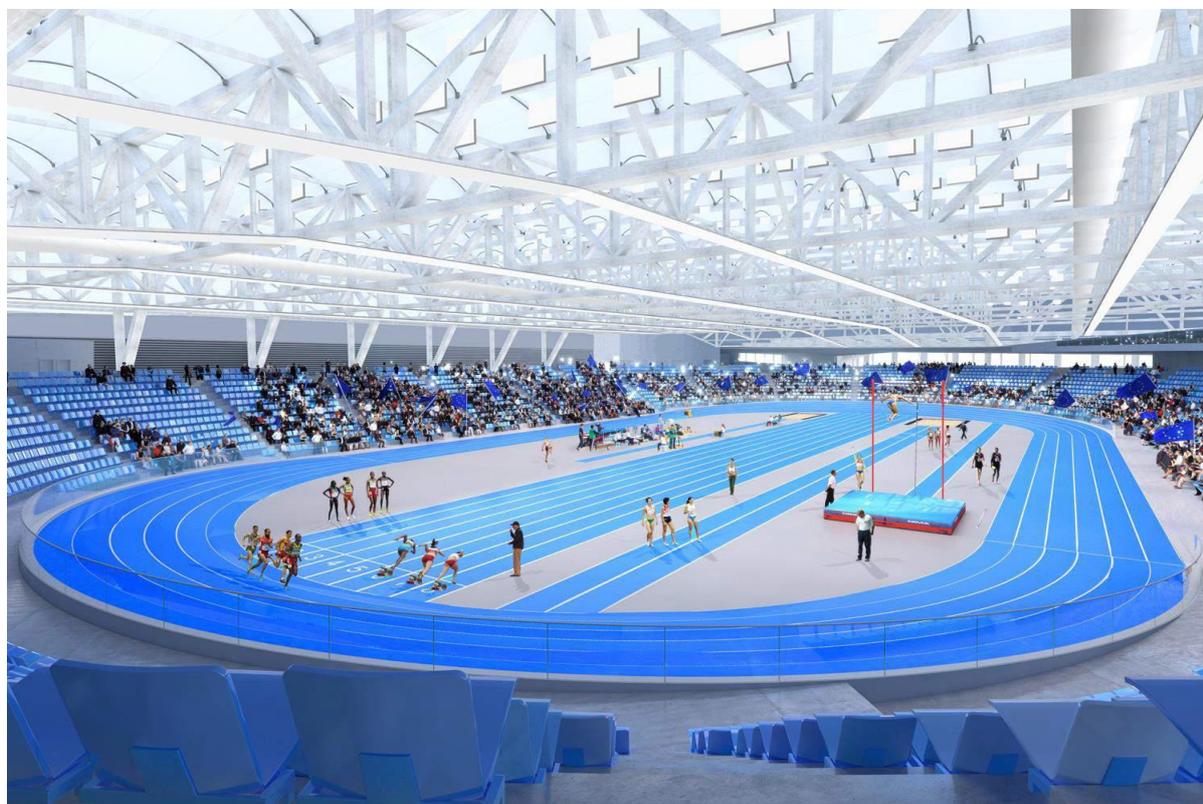


80m de portée en treillis bois pour le Stade d'Athlétisme de Miramas

1. Parti architectural et objectifs



Chabanne Architecte



Chabanne Architecte

Configuration principale : stade d'Athlétisme

Surface stade **15 000m²**

7 500 spectateurs

1 piste de 200m 6 couloirs et une salle annexe

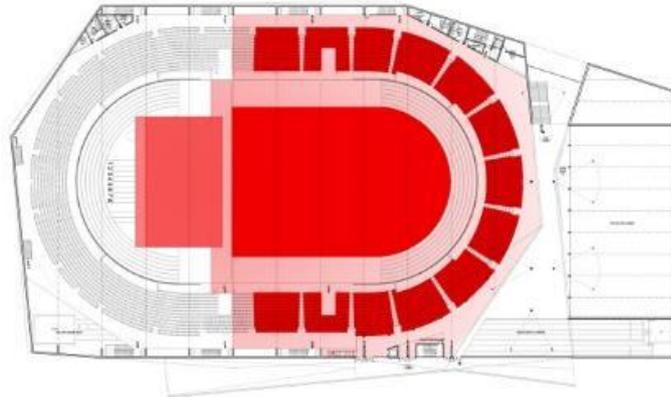
1 piste de 60m 8 couloirs

2 sautoirs à la perche, 3 sautoirs en longueur dont 2 avec triple saut et **1 sautoir en hauteur**

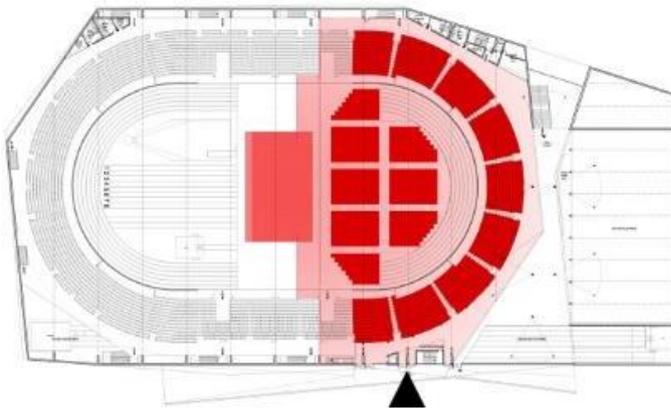
1 atelier de lancer de poids

Livraison du stade : **fin 2016**

... mais aussi :



Configuration Concert



Configuration Amphithéâtre



Configuration Handball

2. Le constructeur SMC2 : Une double technologie « construction bois » et « architecture textile »

2.1. Une enveloppe textile « haute couture »

L'enveloppe de l'ouvrage est constituée d'une membrane textile :

- Double enveloppe en couverture par membrane polyester-PVC mise en oeuvre selon les règles professionnelles françaises « Recommandations pour la conception des ouvrages permanents de couverture textile ». Une géométrie en double courbure avec une précontrainte pour reprendre les sollicitations climatiques de neige et de vent. La réalisation d'une double paroi assure une isolation thermique garantissant le bon fonctionnement du bâtiment en été et en hiver.
- Façade textile en simple toile avec un procédé de fixation et de mise en tension selon ATEX avec le CSTB et le bureau de contrôle.
- Fixation des membranes par profilés aluminium.



- | |
|---|
| <p>Composite textile</p> <ul style="list-style-type: none"> • Armature en polyester • Enduction PVC double face • Vernis Fluoré • Résistance rupture : 430 daN/ml • Euroclasse B,-s2, d0 • Translucidité 8 % • Garantie 25 ans |
|---|

2.2. Une charpente conçue en BIM et pré-assemblée en usine

Conception complète en 3D avec le logiciel RHINO permettant de générer :

- Des pièces bois en 3D directement interprétables par le robot de taille en atelier sans perte ou sans distorsion de l'information entre les études et la fabrication.
- Des ferrures métalliques en 3D avec plan de débit laser directement interprétable par le logiciel machine, sans oublier les découpes pour pré-positionnement des goussets par détrompeur tenon-mortaise.
- Une cinématique de montage complète allant du générique (Choix des procédures de levage) au détail (choix des outils de serrage avec accessibilité des assemblages).
- Des plans de montage facilement compréhensibles par l'ensemble des intervenants

Quelques chiffres :

- 1 200 m³ de bois
- 200 Tonnes d'acier
- 25 000 broches
- 30 000 m² de toile

2.3. Un levage rapide

La vision initiale a été de minimiser au maximum les temps de montage sur chantier. Et cependant, la hauteur de 5,5 m des éléments du treillis ne permettait pas un transport routier aisé, et le site de montage, ceinturé par les gradins, était fortement réduit.

La stratégie de levage a donc été définie ainsi :

- Livraison sur chantier des « barres » du treillis d'une longueur maximale de 20 m ; tous les assemblages sont déjà assemblés en atelier.
- Manipulation des pièces de bois par des grues fixes à montage automatisé permettant l'assemblage au sol des éléments du treillis. Chaque barre est assemblée par 2 boulons à chacune de ses extrémités. Les éléments de charpente sont superposés pour gagner en encombrement au sol et travailler à hauteur d'homme.

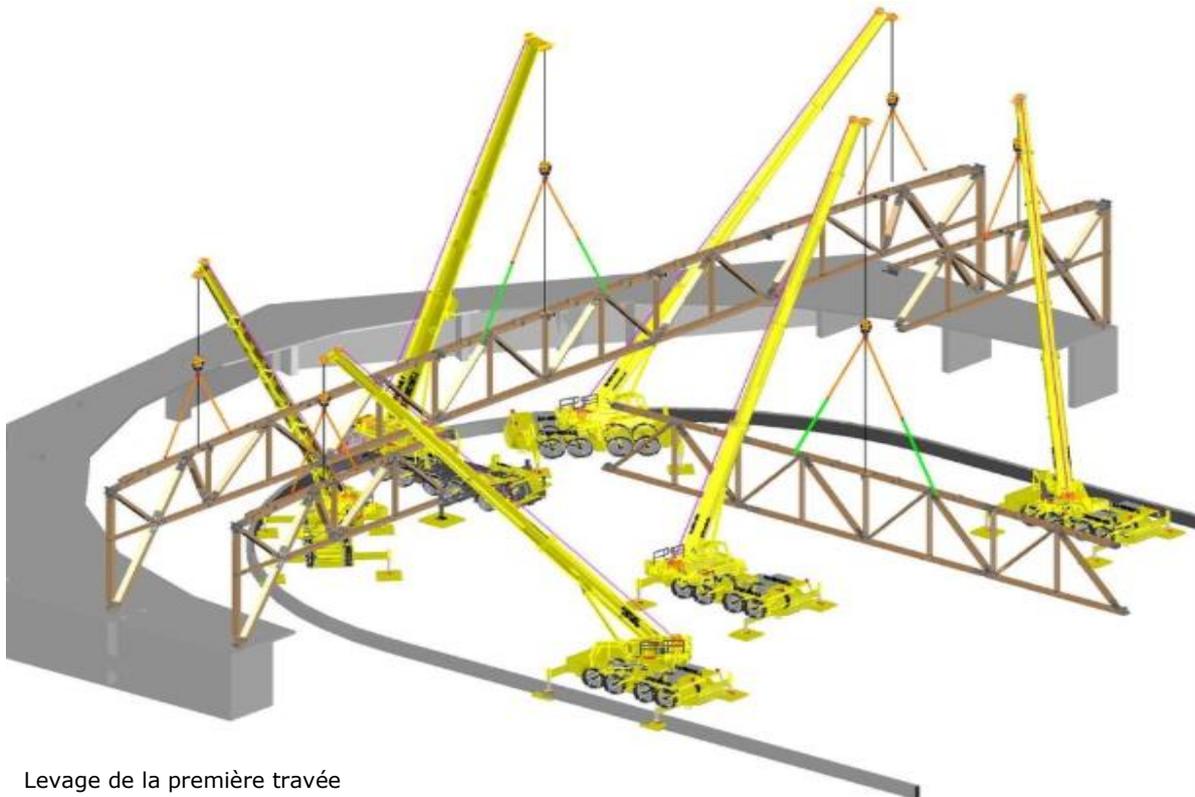


- Enfin, haubanage des éléments du treillis (3 éléments par portique) pour les assembler en hauteur en position définitive au moyen de grues mobiles, qui ne sont retirées qu'après stabilisation.

La première travée est la plus difficile car sa stabilité n'est acquise qu'après mise en place de deux portiques et des pannes avec contreventements définitifs.

Son levage nécessite :

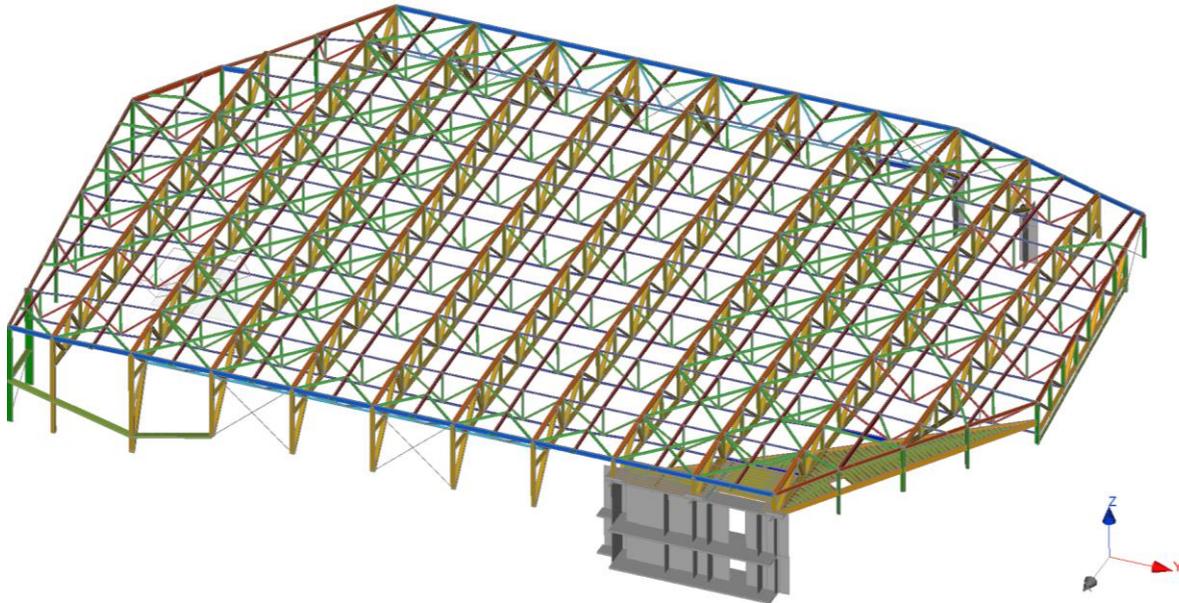
- 8 grues mobiles
- 12 heures pour 800 m² de charpente
- 16 boulons pour assembler un portique de 80 m



Levage de la première travée

3. Le point de vue de l'ingénieur structure

3.1. Présentation des structures

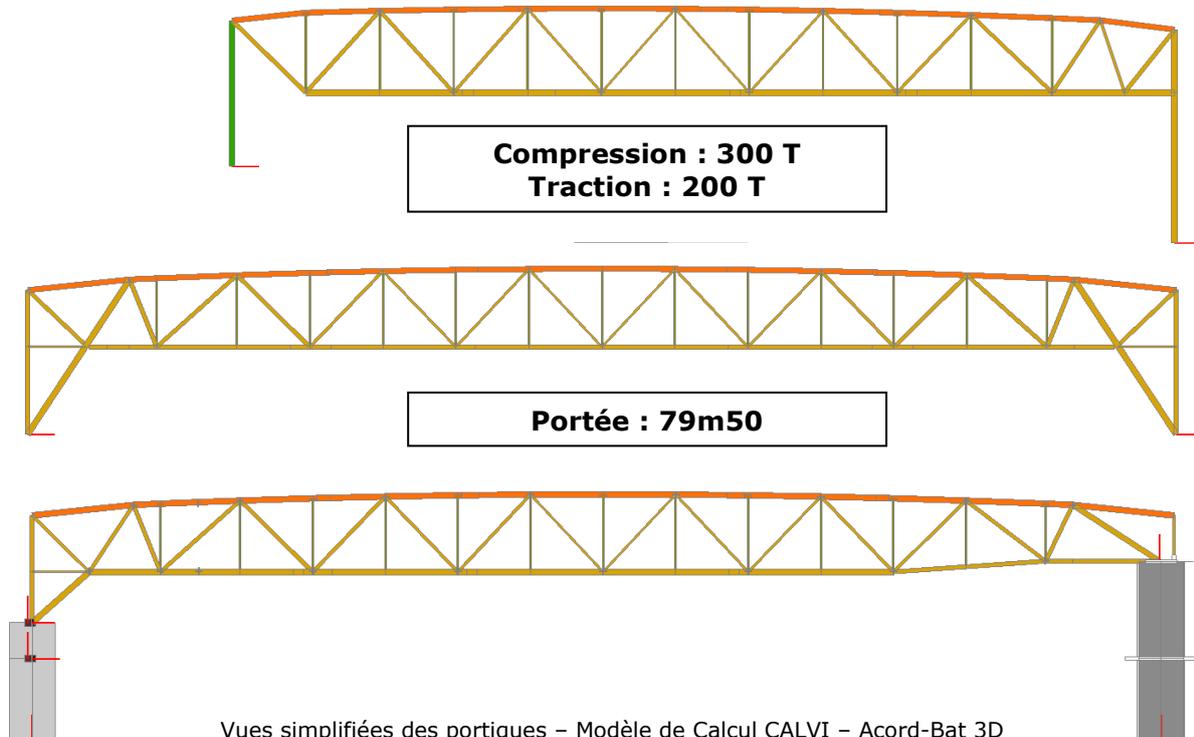


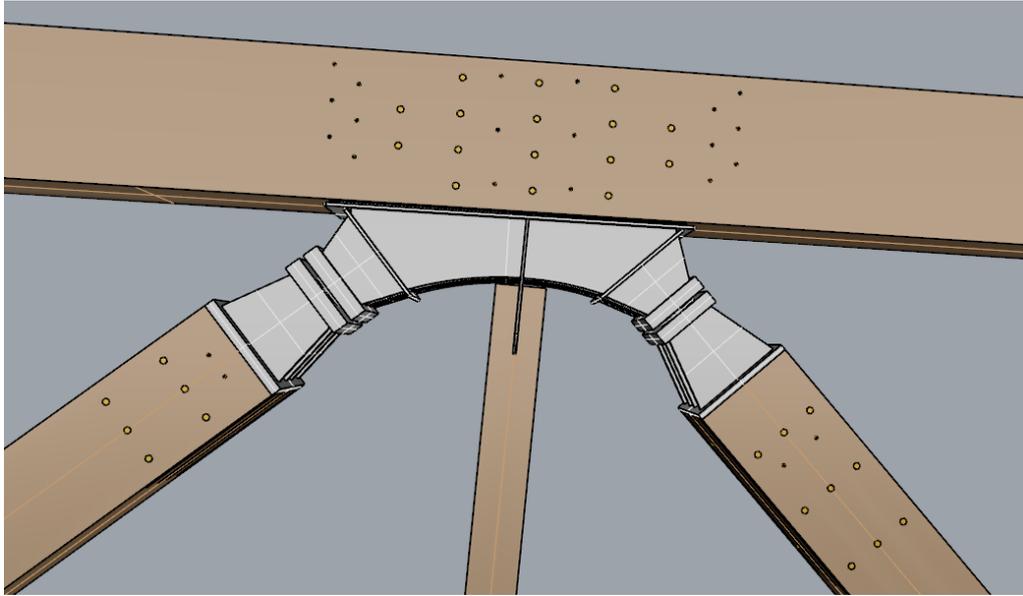
Vue de la halle – Modèle de Calcul CALVI – Logiciel Acord-Bat 3D

Stabilité pendulaire dans le sens longitudinal (palées de stabilité acier sur les grandes façades), et assurée par les portiques transversalement, sans joint de dilatation dans la charpente sur 120 m de long.

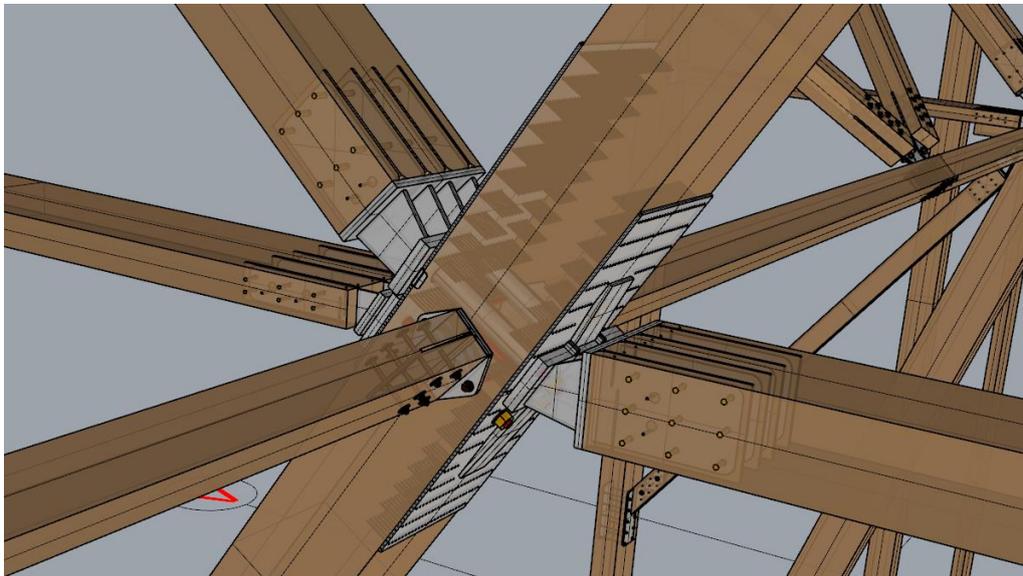
Plusieurs typologies de structures principales :

- fermes treillis sur 2 appuis ;
- portiques treillis bois ;
- portiques treillis poussant contre des structures béton :

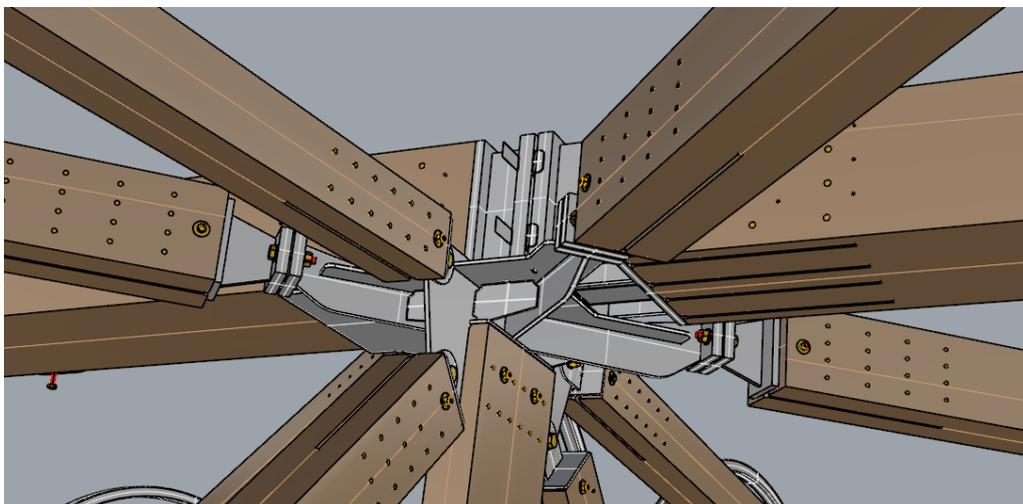




Nœud d'un portique multi-voûté – Dessin SMC2



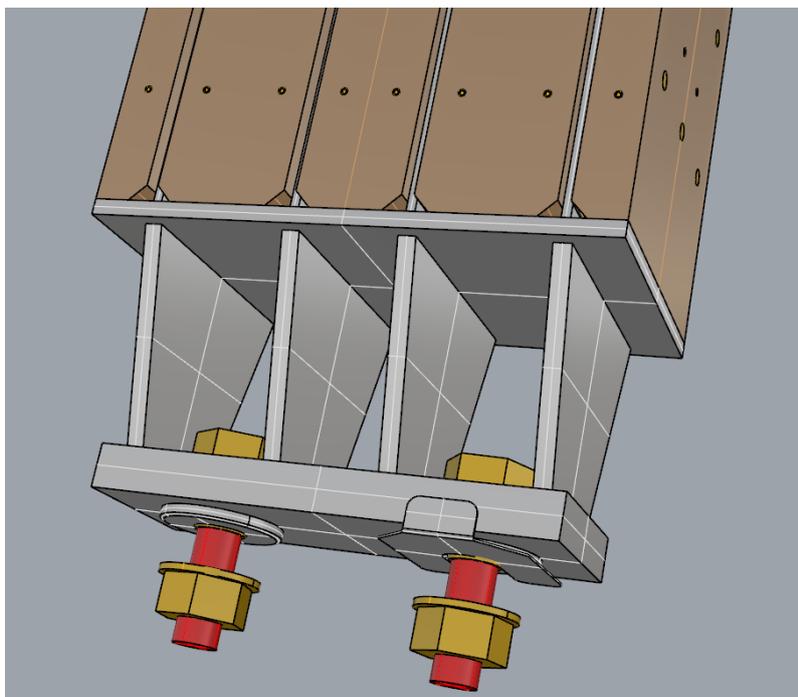
Assemblage de rein de portique par tôles clouées – Dessin SMC2



Assemblage de joint de continuité en membrure supérieure / panne / contreventements – Dessin SMC2

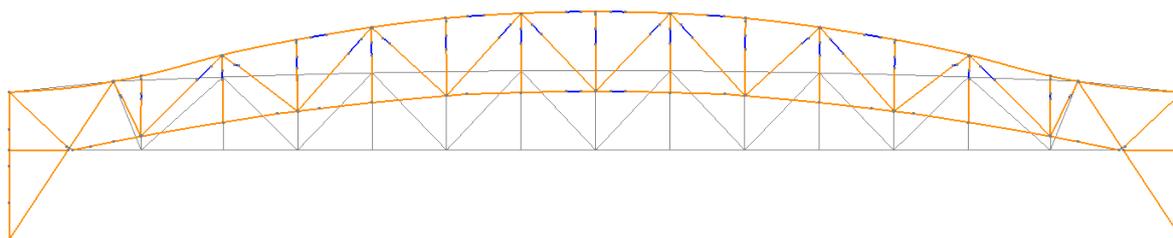
3.2. Les clefs de la conception retenue

- préfabrication maximale ;
- montage rapide sur site ;
- joints « articulés » pour supprimer les moments parasites ;
- contreflèche par calage et/ou modification de la longueur des barres ;
- réglage au sol par calage "fourchettes" pour éviter les moments pervers en supprimant les erreurs de fabrication ;
- emplacements spécifiques de calage en phase levage ;
- calages prévus sur tous les contreventements pour éviter les jeux d'assemblages.

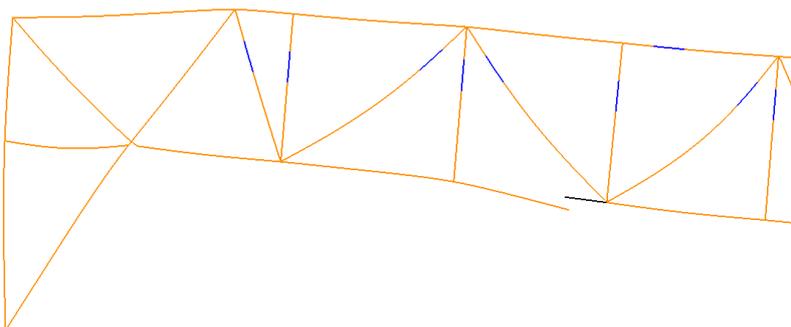


Principe d'assemblage sur site

- calage rectifiant les erreurs éventuelles de fabrication
- Dessin SMC2



Contreflèche par cales d'épaisseur ou modification de longueur des barres - Modèle de calcul CALVI



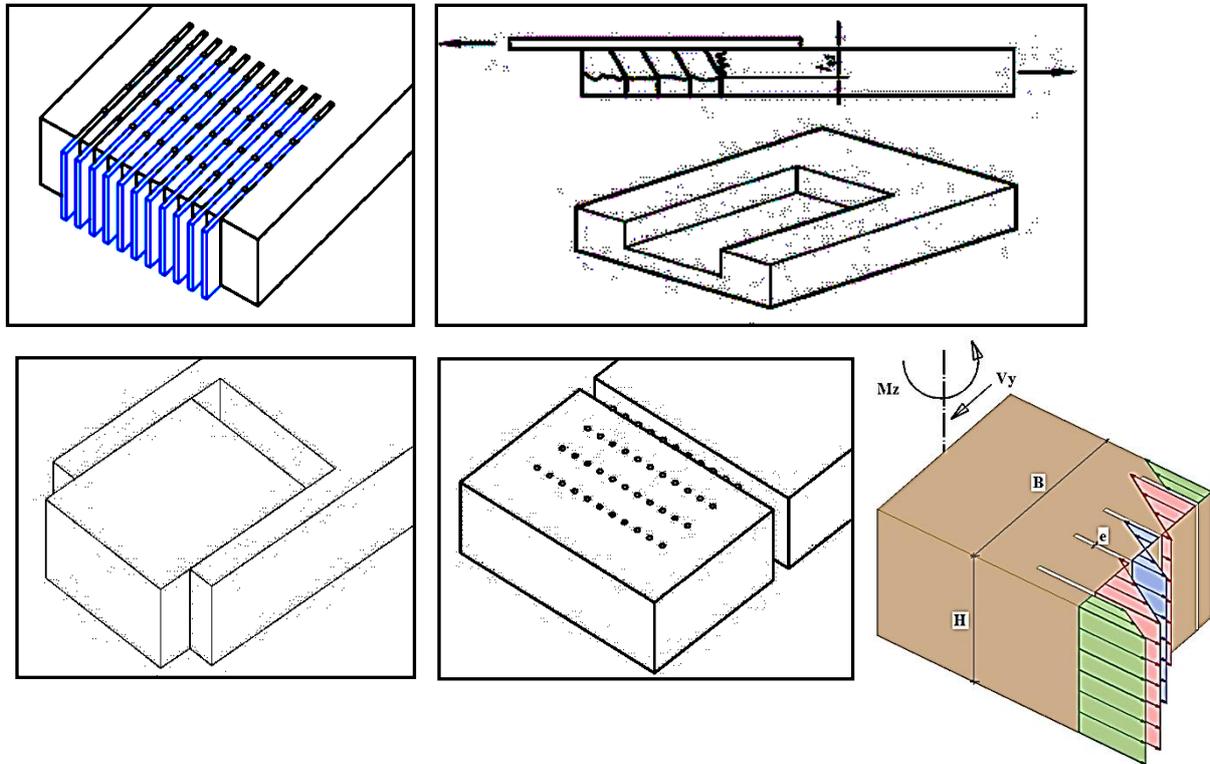
Etude de l'emplacement optimal des calages d'adaptation sur site rectifiant les erreurs d'implantation réelle

3.3. Les clefs du dimensionnement des éléments bois

Compression localisée / compression générale avec risque de flambement

Traction par ferrures multi-plans brochées, rupture de blocs, vis de frettage

Etude localisée des contraintes dans les assemblages



3.4. Quelques spécificités du modèle de calcul

- Prise en compte (déformations et efforts) des jeux d'assemblages ;
- Prise en compte (déformations et efforts) de l'humidité, de la température, des joints de dilatations du gros-œuvre ;
- Modélisation des structures béton les plus souples, y compris leur fluage.

3.5. Un projet, une équipe

Collaboration atypique, le Bureau CALVI réalisait la conception et les calculs, tandis que l'entreprise se chargeait du dessin d'exécution. Nous nous sommes donc intégrés rapidement et profondément à toute l'équipe SMC2 pour réussir ce projet, avec tous les moyens modernes (partages d'écran à distance...) et la bonne volonté ancestrale.

Remerciements appuyés de l'auteur aux personnes les plus directement impliquées dans la conception (Direction, Conception, Calcul, Conseils, Modélisation 3D, Organisation) :

Thibault BENISTAND
Mathieu DAVID
Tanguy JAILLET
Olivier SUIRE

Michaël BENJAMIN
Mickaël GRENIER
Marius MILU
Pamphile VERRON

Jean-François BOCQUET
Benoît JACQUEMIN
Nicolas ROBIN