

CONSTRUIRE LE COURBE 2014

ACTIVITÉ : Séminaire de l'École des Ponts ParisTech - départements GCC & GMM

ENSEIGNANTS : C. Douthe, L. du Peloux, R. Mesnil

DATES : 22 au 27 septembre 2014



PROJET
INVITATION

PHASE

PROJET

EQUIPE

Cyril DOUTHE
Lionel DU PELOUX
Romain MESNIL

Fanny CHOUTEAU
Pierre CUVILLIERS
Simon DURAND
Thomas GUILLAUSIER
Benjamin JACOT
Yuhei KOJIMA
Richard LAMOINE
Steve MONTHÉ
Sabri SOUGUIR
Zhangjian YE
Gongchen ZHANG

INVITATION

photo



INVITATION

notice architecturale

CONCEPT

Ce pavillon, au cœur de la nature, est une invitation à la contemplation du paysage par une vaste fenêtre. L'architecture du bâtiment est conçue comme une arche qui guide le regard du visiteur vers ce panorama. L'espace enveloppe une salle de réunion qui s'ouvre sur l'extérieur.

PROGRAMME : CAHIER DES CHARGES

Construire une structure de type Gridshell élastique n'excédant pas 30m² de surface capable d'accueillir quatre personnes autour d'une table.

Notre structure :

La surface au sol : 21 m²

Taille de l'entrée : 2.10 m

Surface totale : 34 m²

Hauteur maximale : 2.5 m

STRUCTURE

L'espace est structuré par une grande voute aux courbes harmonieuses reposant sur quatre arches principales. guidant le regard. La structure primaire peut être comparée à un système d'arches sur lesquelles reposent des méridiens. La coque ainsi créée délimite deux espaces : l'entrée et la pièce principale, spacieuse, au centre de laquelle est positionnée une table pour 4 personnes. La forme circulaire confère une atmosphère confortable et cosy. De l'entrée, le visiteur peut distinguer une large arche donnant sur l'extérieur. La structure est imaginée sur deux niveaux : debout, on contemple l'architecture intérieure et ce n'est qu'assis qu'elle dévoile le paysage extérieur.

L'espace principal est conçu de telle sorte que 4 personnes peuvent se tenir debout : la hauteur maximale atteinte à l'aplomb de la table est de 2.5m. Les deux arches permettent de laisser pénétrer une grande quantité de lumière créant un espace lumineux.

PROGRAMME DE CONSTRUCTION

La construction s'effectue en trois étapes :

- L'assemblage des appuis au sol
- La réalisation du maillage à plat
- Le montage de la structure

L'assemblage des appuis au sol est réalisé grâce à des plaques de contre-plaqué reliées aux points d'ancrage au sol.

La réalisation du maillage :consiste en la découpe et l'assemblage des joncs composites. Le quadrillage est réalisé à l'aide de collier atlas.

Le montage de la structure : Une équipe soulèvent la structure tandis que l'autre se charge de la fixation au sol.

INVITATION

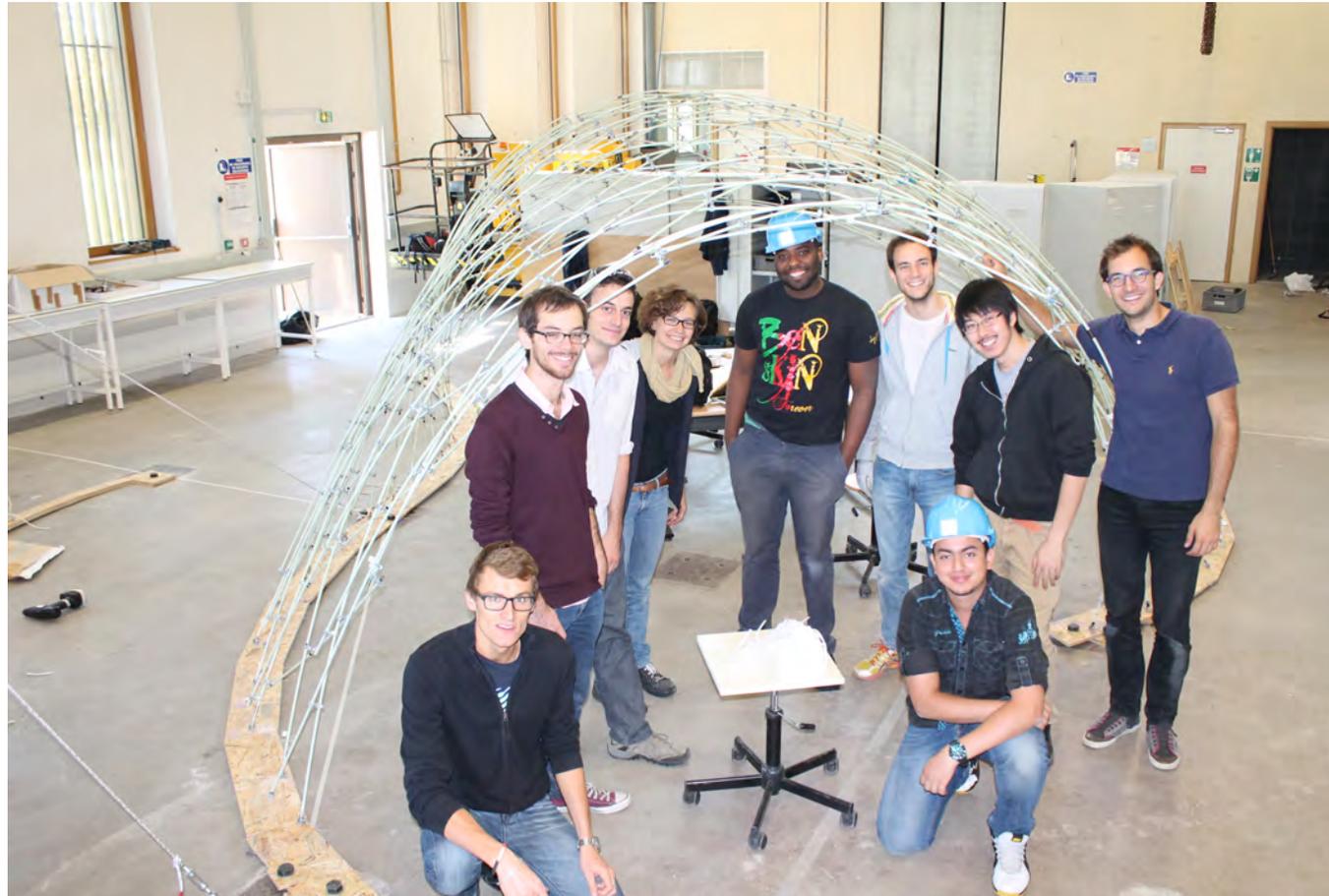
équipe

BUREAU D'ETUDES

Pierre Cuvilliers - directeur technique
Thomas Guillaussier- responsable mise en plan
Simon Durant - responsable calculs
Fanny Chouteau - responsable conception des détails

CHANTIER

Benjamin -Jacot chef de chantier
Steve Monthé - responsable logistique
Sabri Souguir - responsable détails
Richard Lamoine- compagnon
Zhangjian Ye , Gongchen Zhang, Yuhei Kojima- compagnon

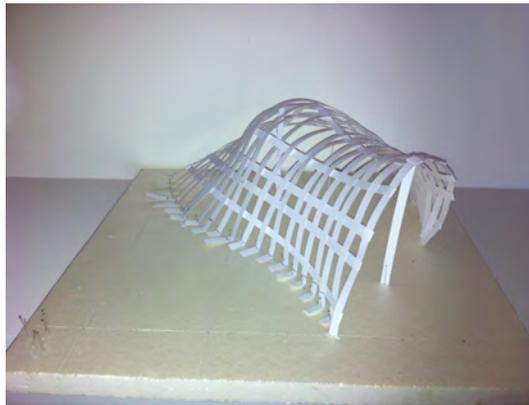
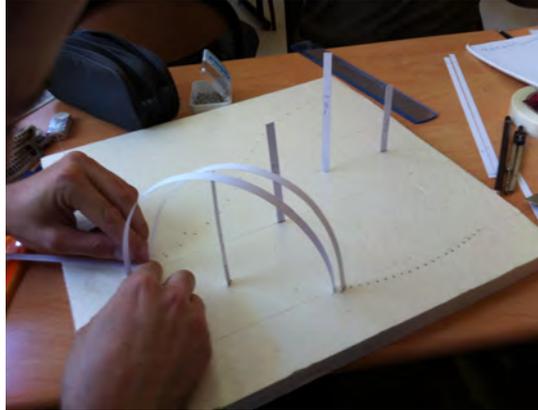


INVITATION

photos de la maquette

1

La maquette à l'échelle 1:20 est uniquement constituée de bandes de papier tressées et pliées.

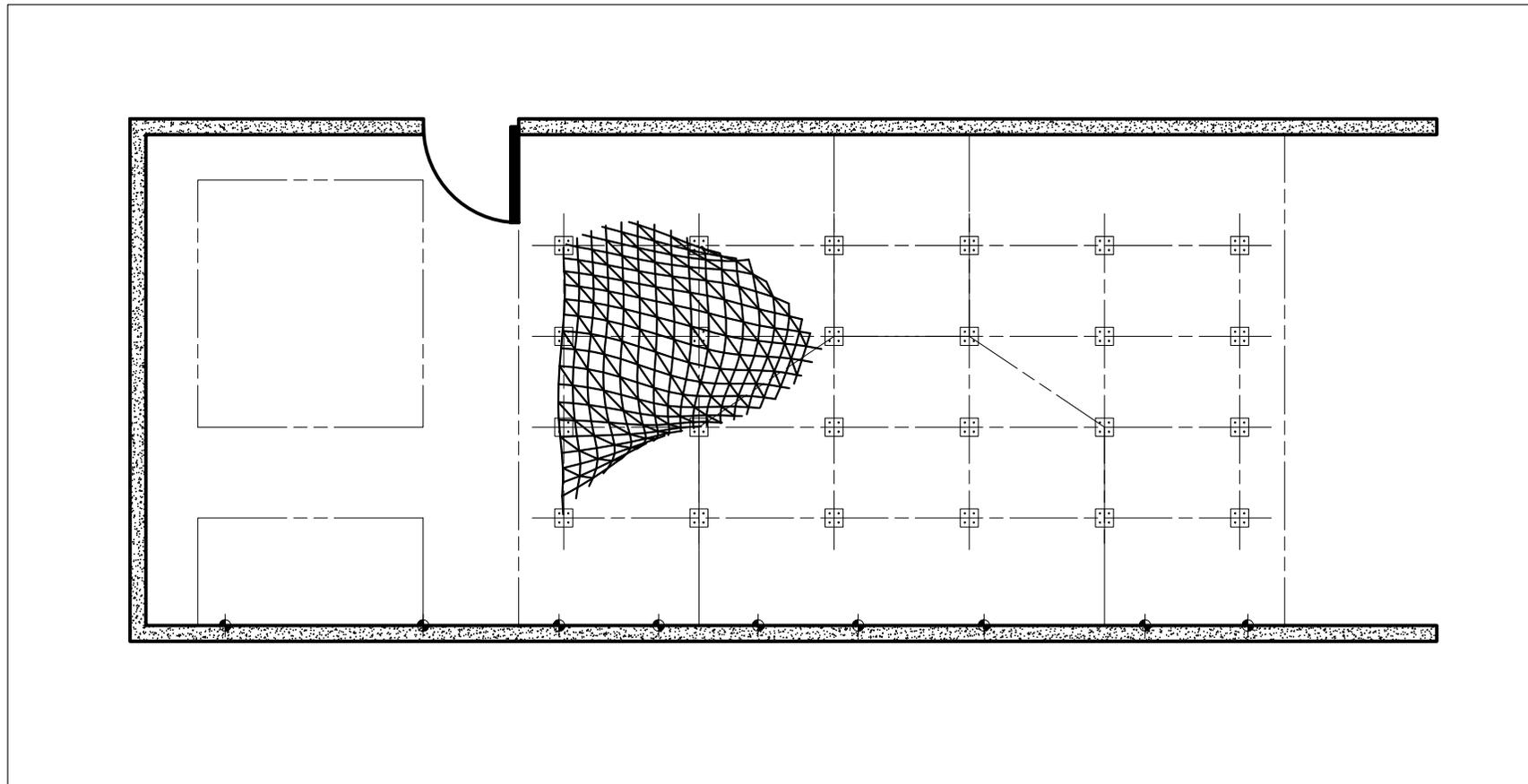


Légende 1 : Maquette en construction

Légende 2 3 et 4 : Vue en perspective de la maquette achevée

INVITATION

Plan masse

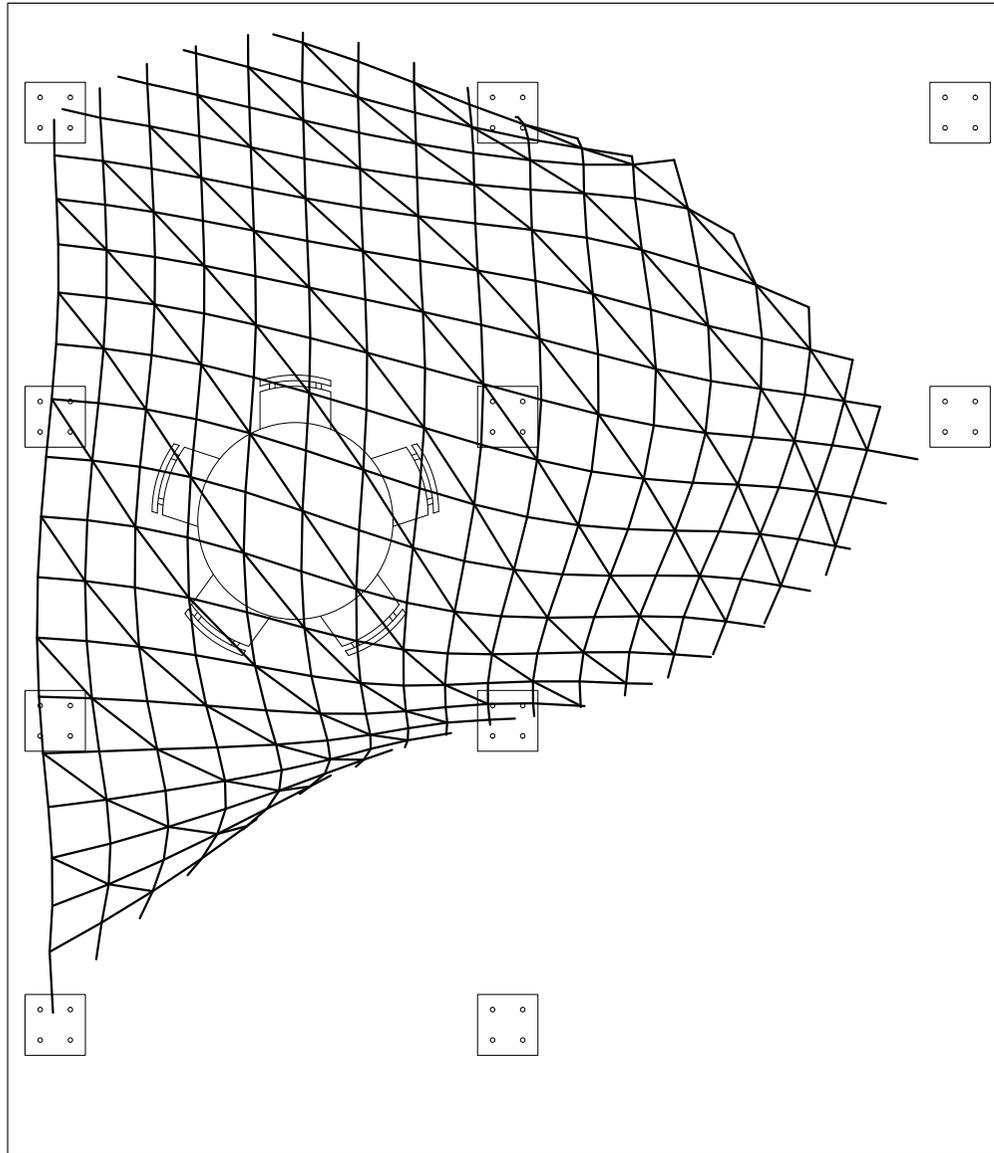


Echelle 1:150

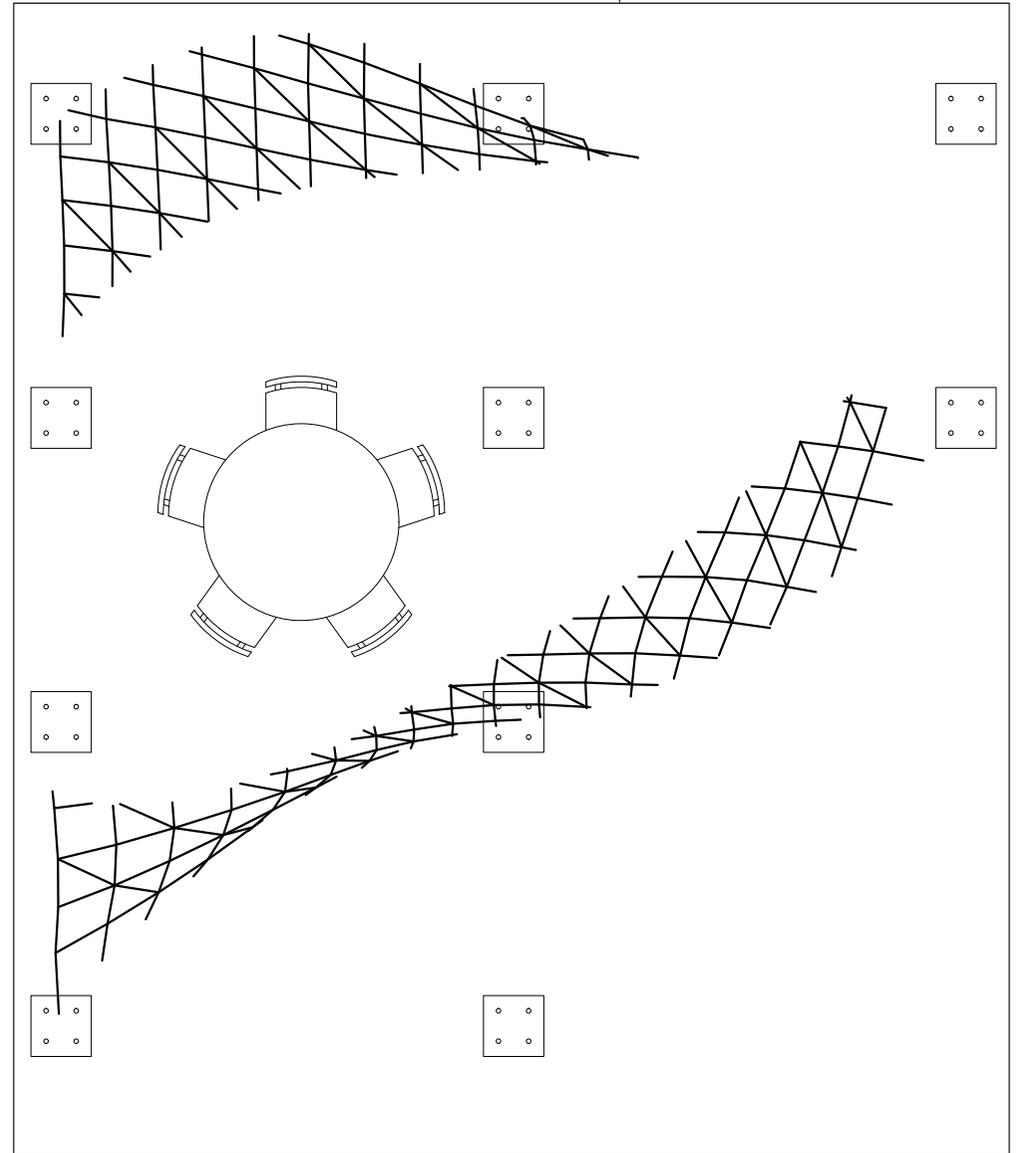
INVITATION

Vues en plan

Vue du haut



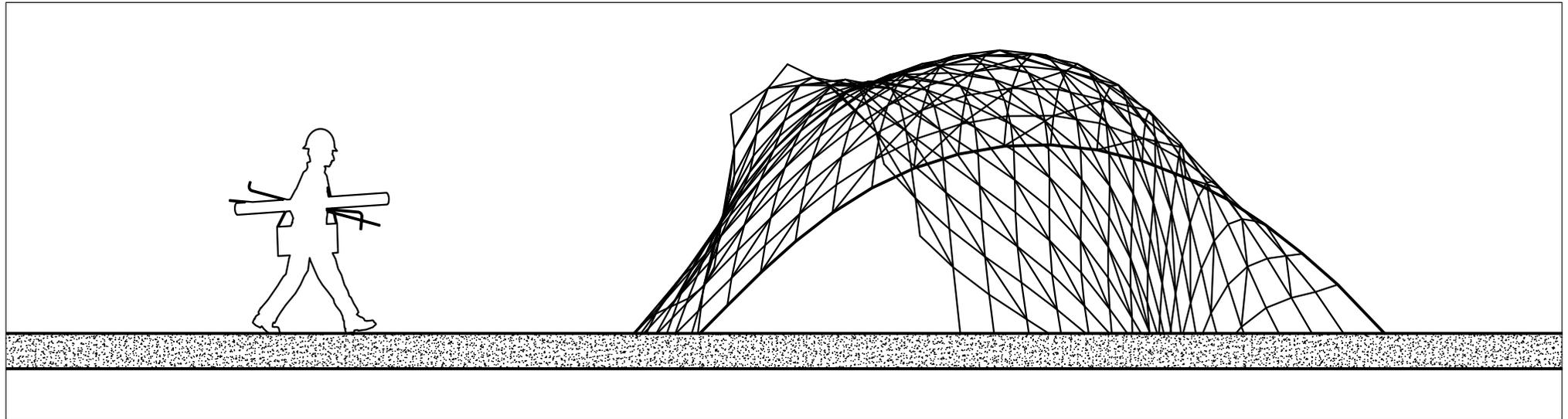
Coupe horizontale à 1,2 m



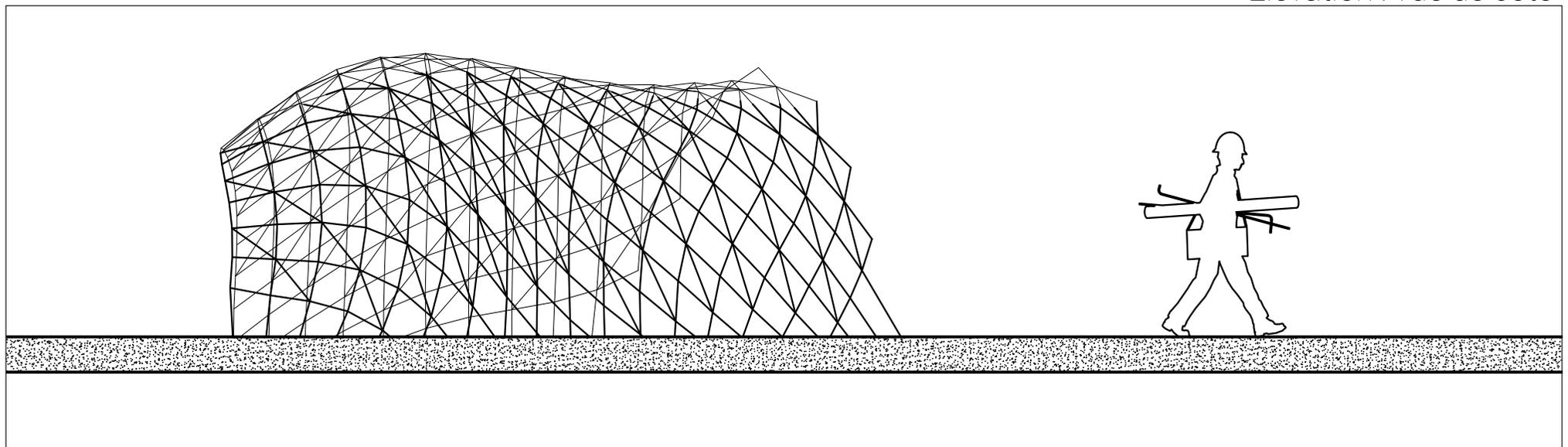
INVITATION

Élévations

Élévation : entrée

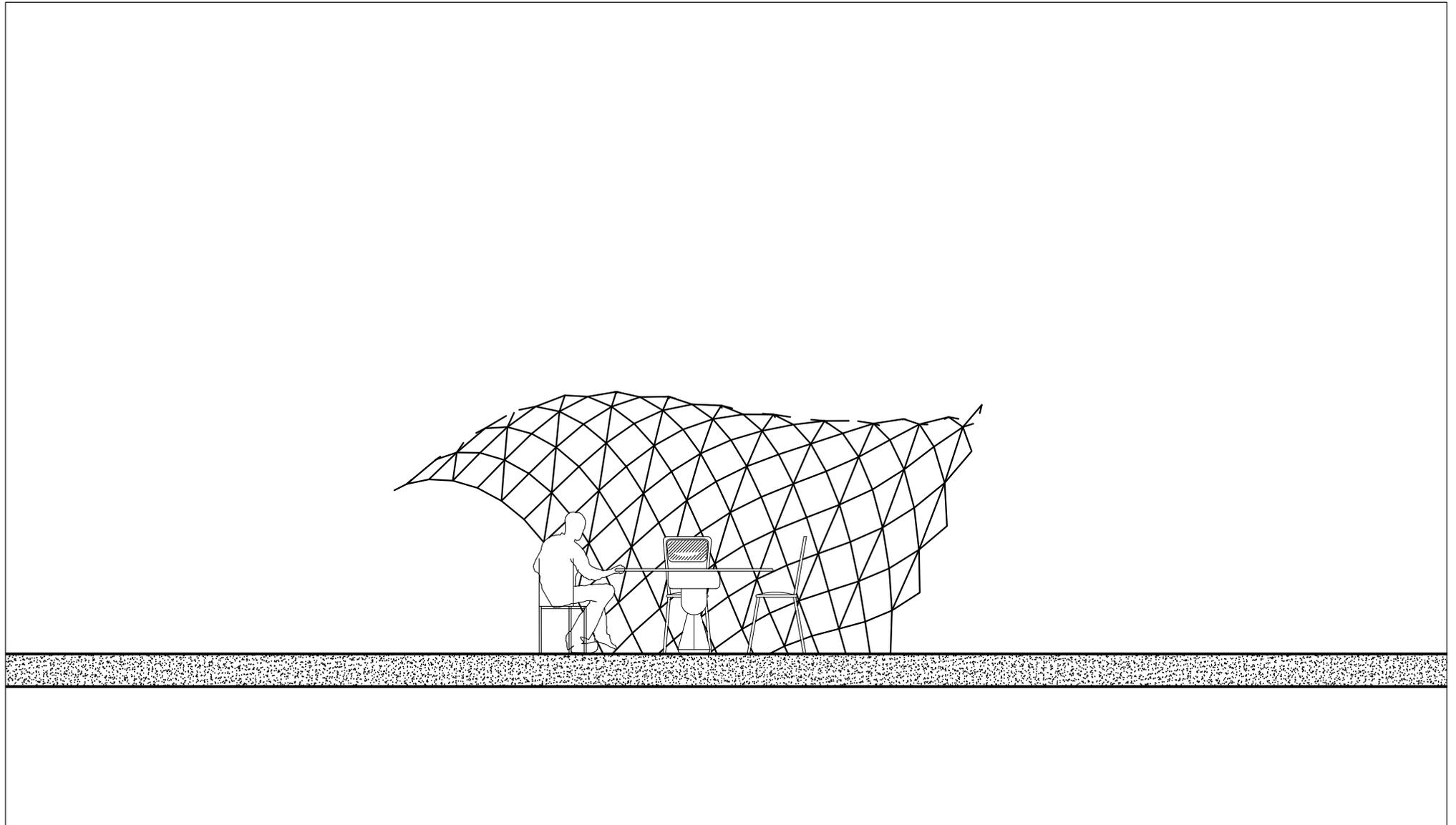


Élévation : vue de côté



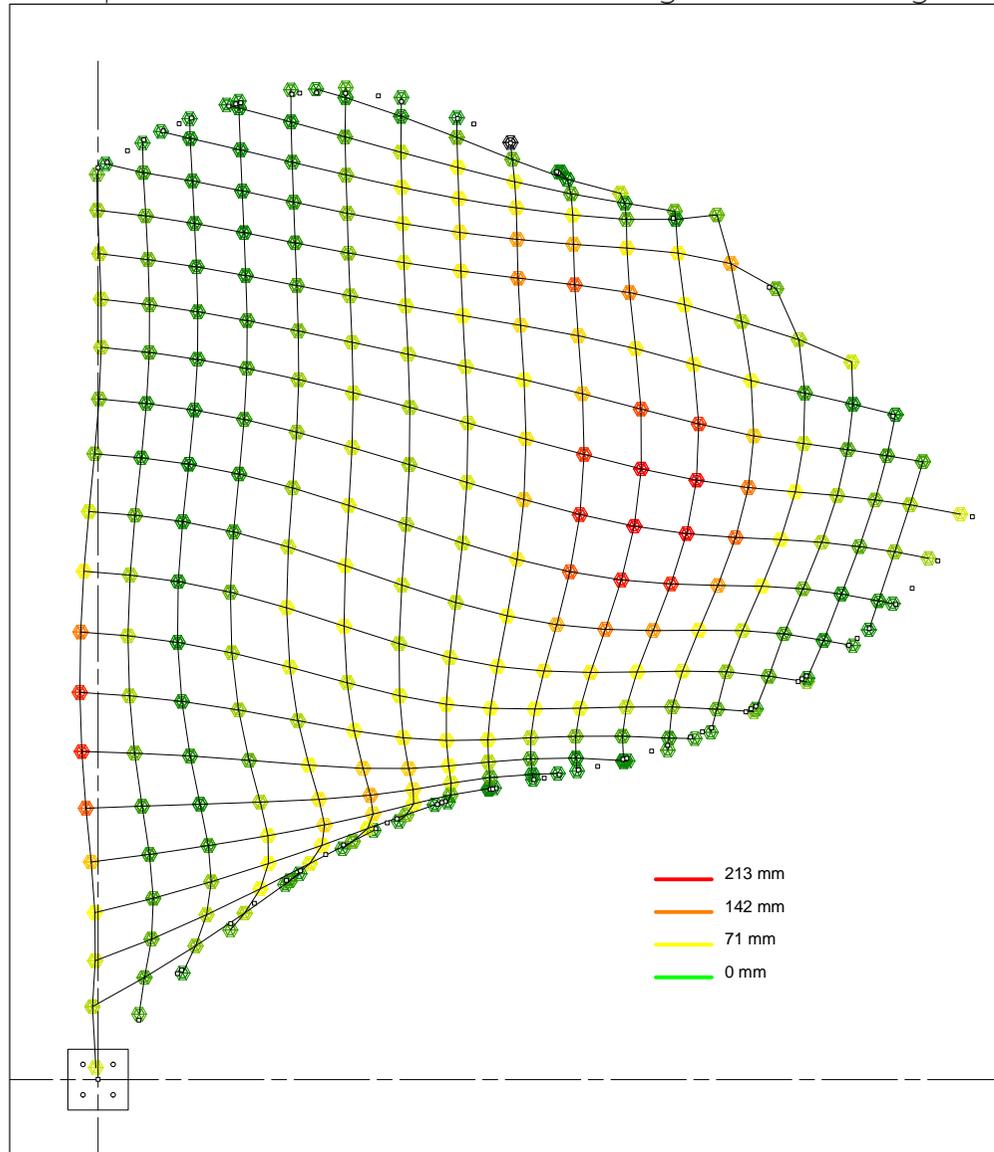
INVITATION

Coupe sur la ligne de crête

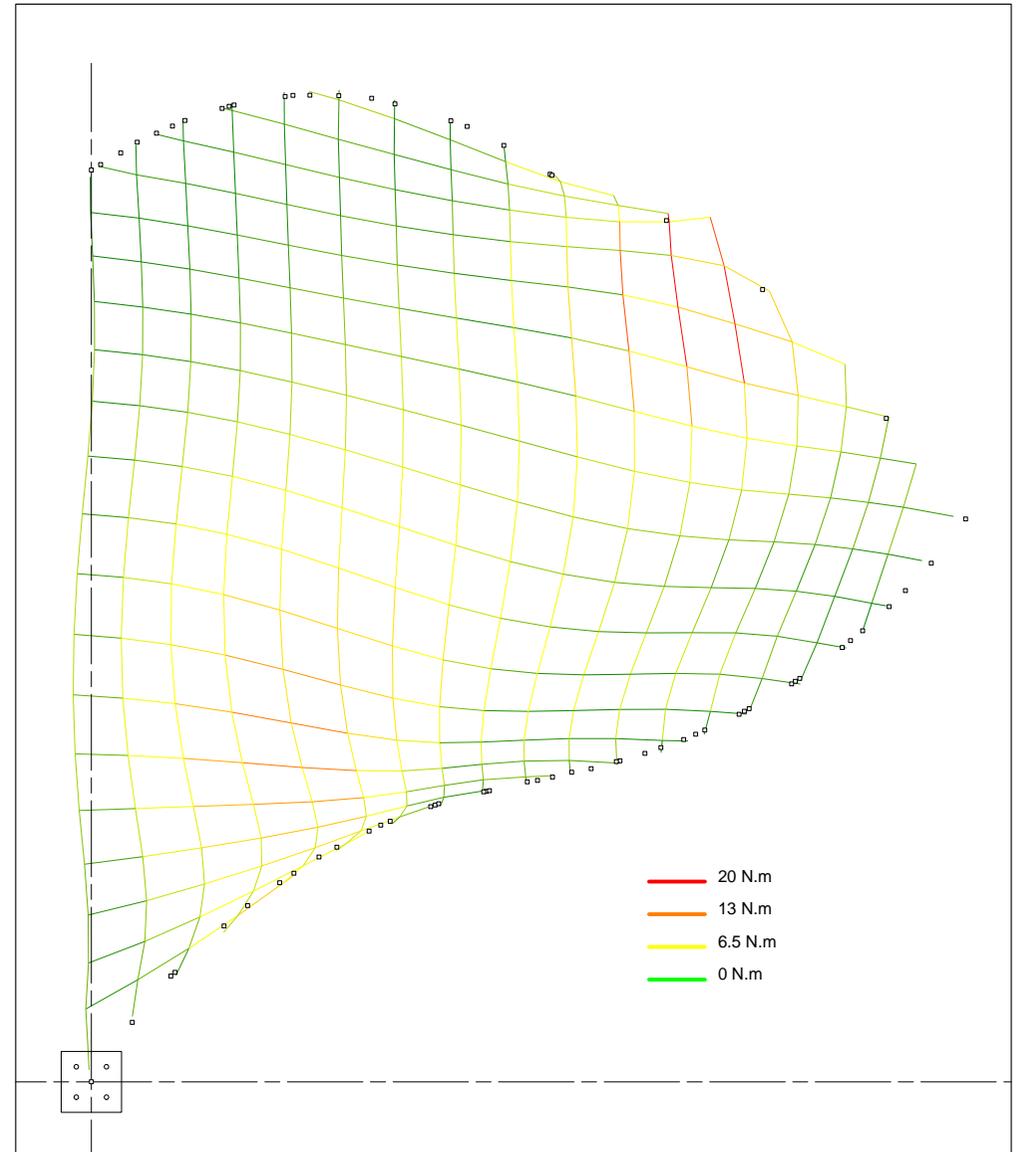


Échelle 1:50

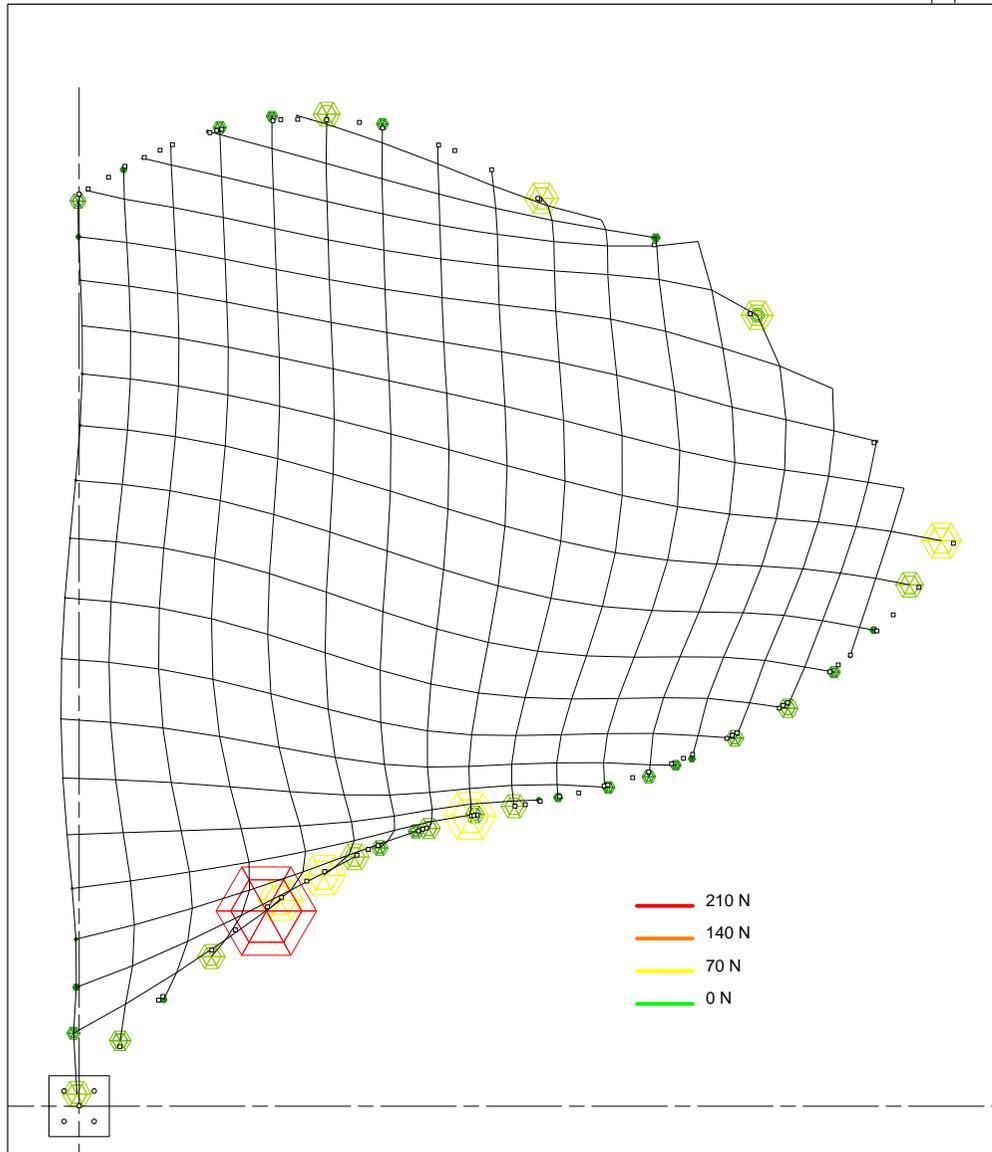
Déplacements de relaxation de la grille non triangulée



Précontrainte : moments de flexion dans les barres



Réactions d'appui



Échelle 1:50

INVITATION

notice technique : tests réalisés

Nous avons voulu déterminer le rayon de courbure maximal de notre matériau. Pour ce faire, nous avons tout d'abord formulé l'hypothèse que lors de la flexion de notre matériau, il forme un arc de cercle régulier. Ainsi, il est plus aisé de déterminer le rayon de courbure à partir de la courbe et de la flèche obtenues à partir de trois points de cet arc de cercle qui seront le centre de la poutre et les deux extrémités.

Nous partirons de la formule suivante, facilement démontrable :

$$R = h/2 + L^2/8h,$$

Avec h la flèche,
Et L la corde.

En appliquant un effort manuel de part et d'autres, nous créons une flexion de notre poutre solide élastique et nous récupérons les valeurs de flèche et de corde.

Test de résistance à la rupture par flexion:

Nous voulons déterminer si notre matériau sera rompu lors du montage de la structure si ce dernier subit un rayon de courbure beaucoup trop élevé. Théoriquement, nous avons déterminé grâce aux formules de dimensionnement des courbures de structures, que le rayon de courbure des tiges doit être supérieur à R_min :

$$R_{\min} = E \cdot r^3 / \sigma_{\lim}$$

Avec E le module d'Young égal à 25 GPa,
r le rayon de la poutre égal à 5.10e-3 m,
Sigma_lim la contrainte de force maximale dans la section égale à 600 MPa,



Mesure de la corde

Nous obtenons les valeurs retracées dans le tableau suivant :

h	L	h/L	R (rayon de courbure)
mm	mm		Mm
0	1200		0 Infini
110	1150	0,095652174	1557,840909
230	1070	0,214953271	737,2282609
320	950	0,336842105	512,5390625
390	800	0,4875	400,1282051

Tab. Valeurs de flèche et de corde et le rayon de courbure obtenu.

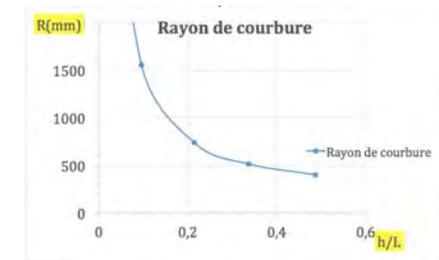


Figure de l'évolution du rayon de courbure en fonction de l'augmentation du rapport flèche sur corde.



Mesure de la flèche

Comme nous pouvons le voir, nous avons pu, avec une légère difficulté, aller en dessous de la limite théorique de rayon de courbure de 62cm (40cm). Nous avons donc plus de marges dans la conception de notre structure en terme d'inclinaison

Les fixation des tiges de jonc sur les plaques de contreplaqué

Les fixations des joncs au sol présentent l'un des points délicats de la structure. Ces fixations sont vissées dans le contreplaqué et doivent comporter 2 degrés de liberté en rotation. Trois modèles différents ont été testés :

Modèle n°1 :



Cette fixation, composée de trois colliers, présente une grande rapidité d'assemblage : il n'est pas nécessaire de poncer préalablement les joncs composites. Toutefois, la position du jonc se trouve sur un cercle de centre la vis et de rayon 2 cm. Il existe donc une imprécision quant à la position du jonc dans l'espace.



Un manchon métallique est en liaison pivot sur un support sol sur lequel seront ancrées les fixations que nous avons prévues précédemment. La liaison est effectuée à l'aide d'un clou. Afin de fixer les joncs dans le manchon, son ponçage préalable est nécessaire. Ce chemin sera découpé dans deux plaques de contreplaqué de 2,05m x 0,67m. Le tracé au sol est indiqué en bleu sur le plan ci-dessous :

Modèle n°3 :

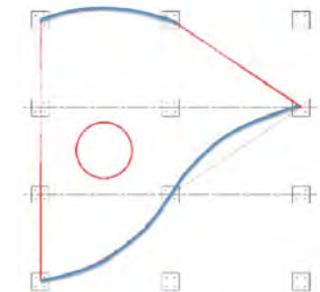


La dernière fixation fonctionne sur le même principe que la précédente : Un manchon est en liaison pivot avec une poutre en U. Le jeu entre le manchon et la poutre est géré à l'aide de deux écrous. Comme précédemment, un ponçage préalable des joncs composites est nécessaire.

La solution retenue est la fixation n°3. Bien que la fixation n°1 présente une grande rapidité de montage, la fixation n°3 permet une plus grande précision quant à la position du jonc sur le support en bois.

Le chemin au sol en contreplaqué

Un autre point clef de la structure est le dessin du chemin au sol. Ce chemin sera découpé dans deux plaques de contreplaqué de 2,05m x 0,67m. Le tracé au sol est indiqué en bleu sur le plan ci-dessous :

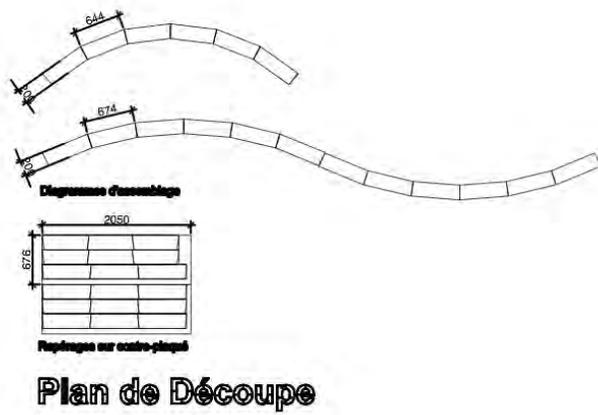


Chemin au sol pour les fixations

L'enjeu est de tracer le chemin au sol à l'aide d'uniquement de deux plaques de contreplaqué.

Solution envisagée :

Chaque arc au sol est discrétisé en 6 sections rectilignes comme indiqué sur le plan ci-dessous.



Dans cette configuration, il est possible de positionner la totalité des segments uniquement dans les deux plaques de contreplaqué.

