



Chameau dans le chas

Mohamed-Amine Alouani
Patrick Geara
Mathilde Maillard
Gabriel Mayoud
Mélissa Petit

Conception d'une arche
Septembre 2018
M. Brocato, M. Baverel



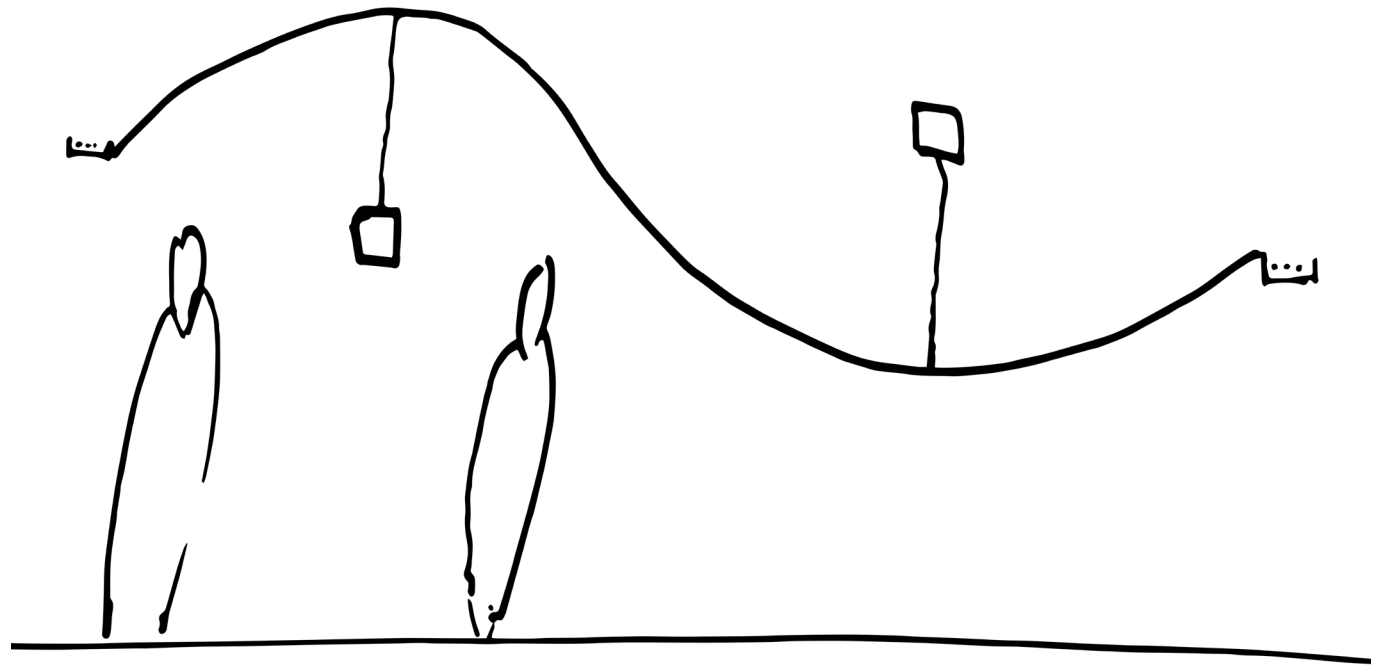
De gauche à droite :
Mathilde - Gabriel - Patrick - Mélissa - Amine

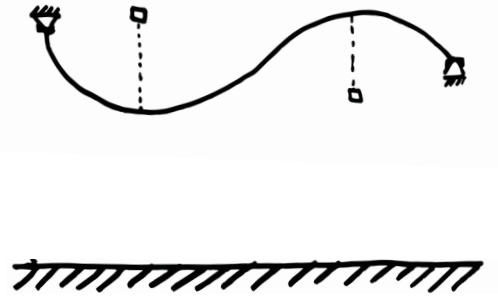
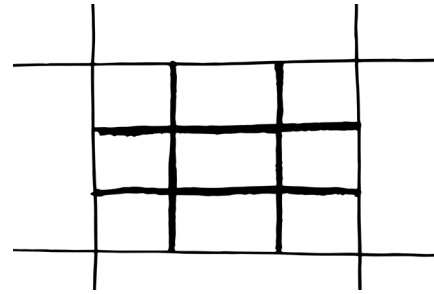
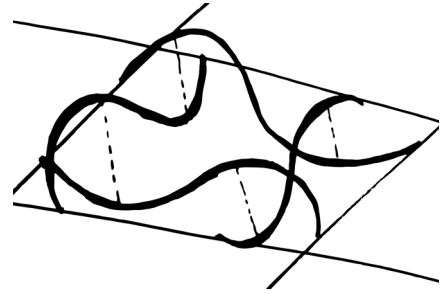
Concept et évolution

Initialement, le projet se base sur un maillage de 4 arches entrelacées, se supportant les unes les autres. Les arches deviennent élément porteur puis élément porté, créant une boucle où l'observateur ne peut remonter à une origine statique.

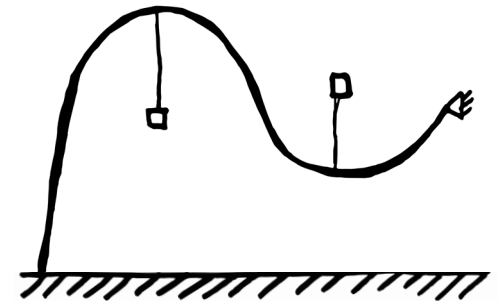
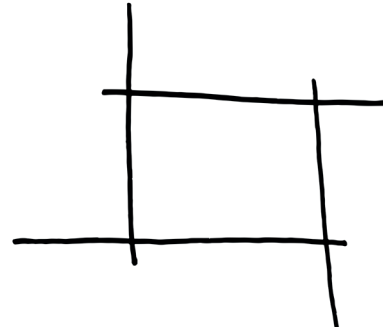
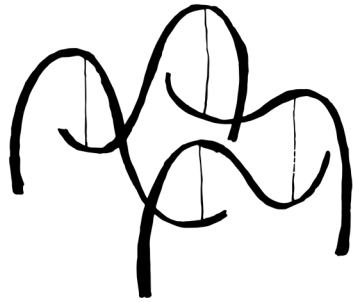
Dans le projet final, nous conservons cette idée de dépendance. Deux arches partagent un appui commun, qui est suspendu à une troisième arche. Le fait que ces deux arches retombent sans toucher le sol, crée un effet visuel de déséquilibre.

La dépendance se lit également du point de vue statique, où l'arche porteuse a été dimensionnée selon deux cas de chargement dont l'un correspond à son poids propre pour la phase de construction et l'autre au poids des 2 arches repris.

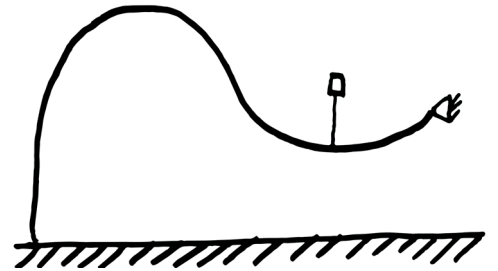
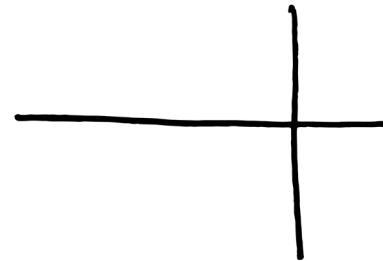
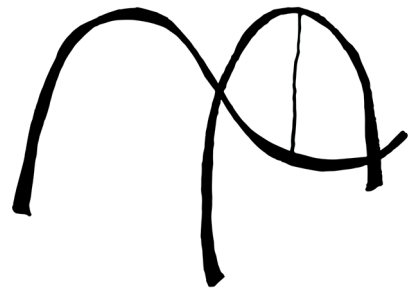




Proposition 1

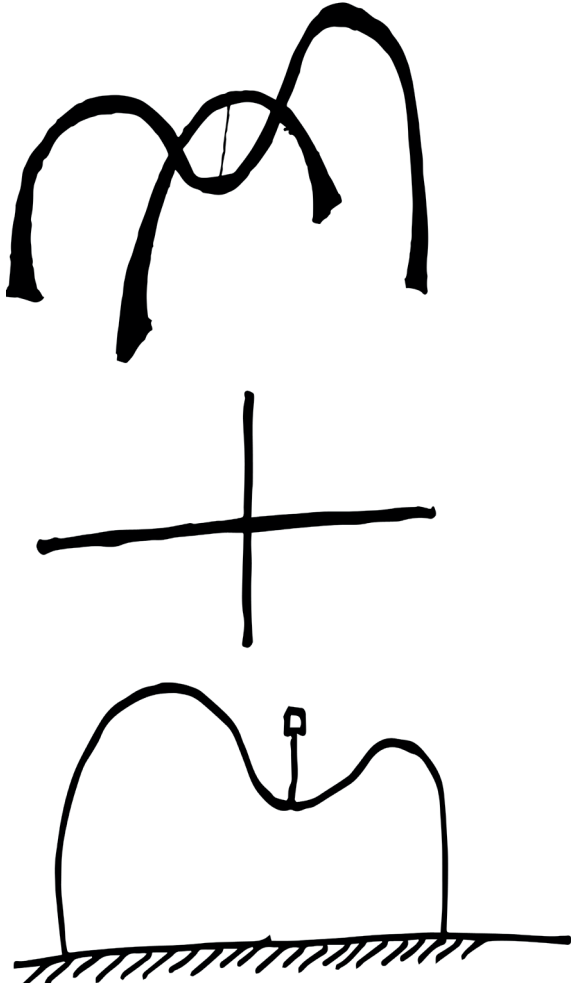


Proposition 2



Proposition 3

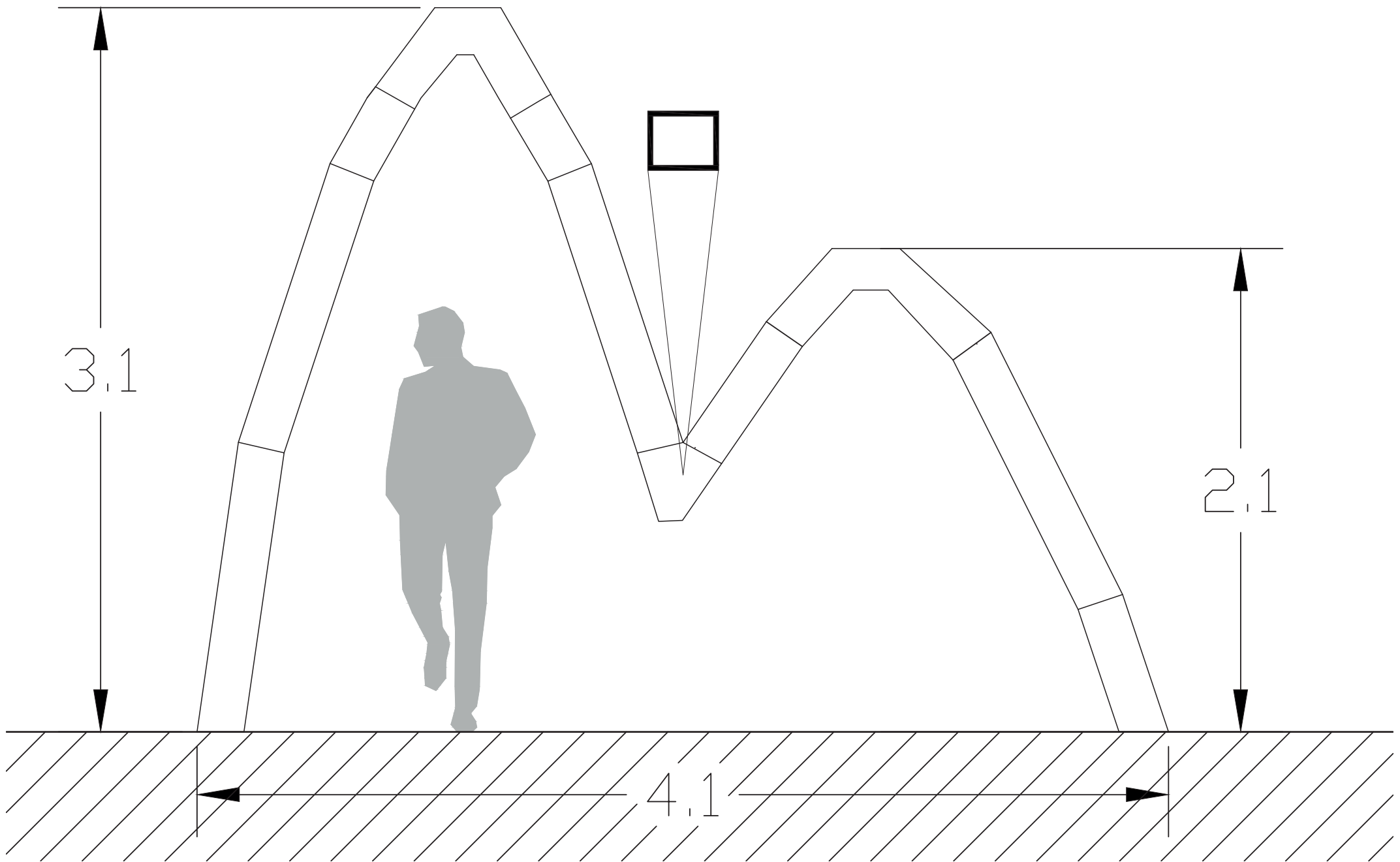
Projet final

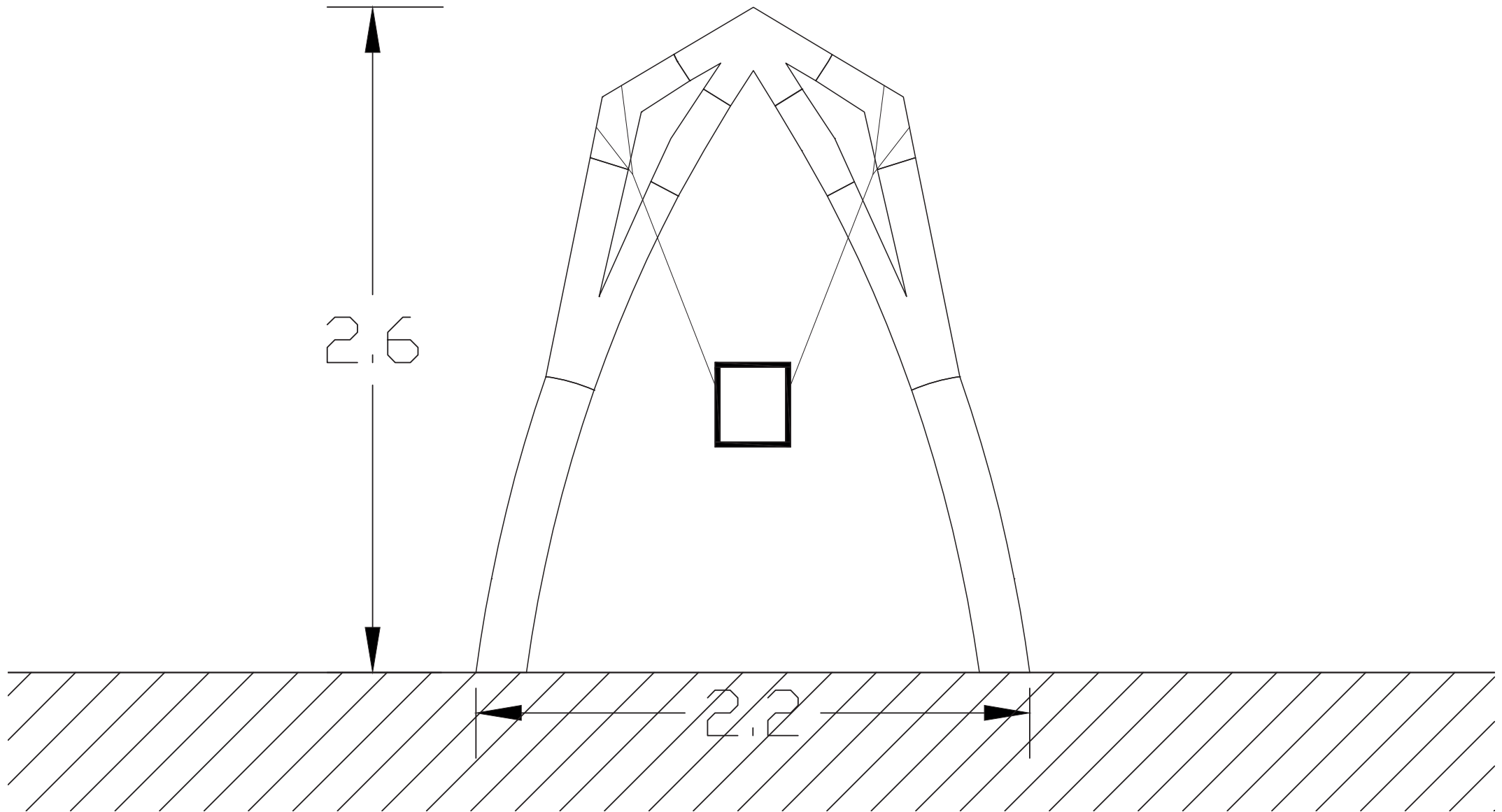


Le projet se compose de 3 arches de tailles différentes. La grande (3.1 m) et la petite (2.1 m) partagent un appui commun.

Celui-ci est suspendu à 1 m du sol par deux tirants reliés à la troisième arche qui, du haut de ses 2.6 m enjambe la double arche.







Construction

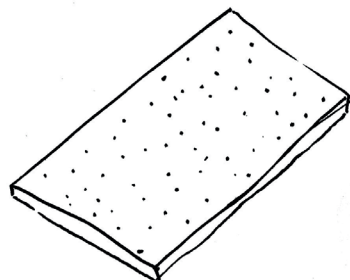
La structure est composée de 20 voussoirs. Pour la double arche, tous les voussoirs sont différents du fait de l'asymétrie. Pour l'arche simple, les voussoirs de part et d'autre de la clé de voûte se répètent.

Pour le montage de la structure, nous avons tout d'abord construit la double arche en commençant par fixer l'appui commun à une table. Puis nous avons formé l'arche simple au-dessus de la double arche.

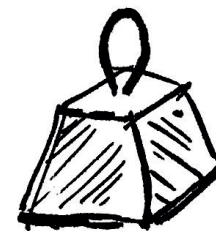
L'accroche des tirants reliant les voussoirs a nécessité une structure secondaire grâce à des tourillons.



Nous avons utilisé 407 vis. 10 vis pesant 52g, le poids total des vis dans la structure est 2.0 kg

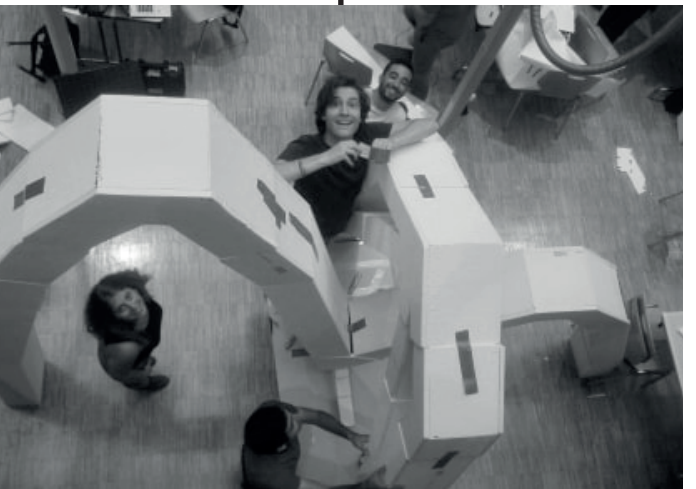
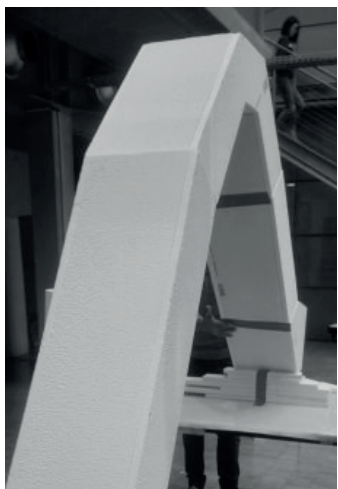
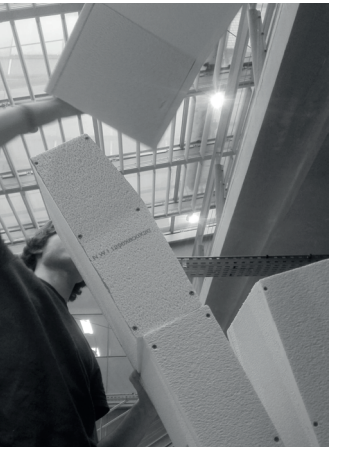
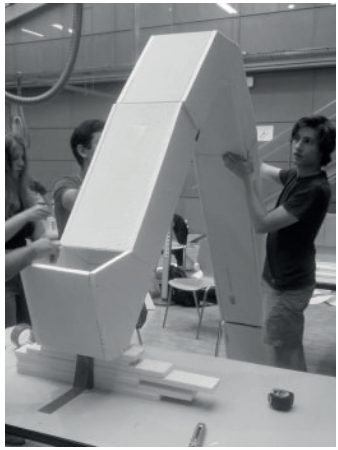
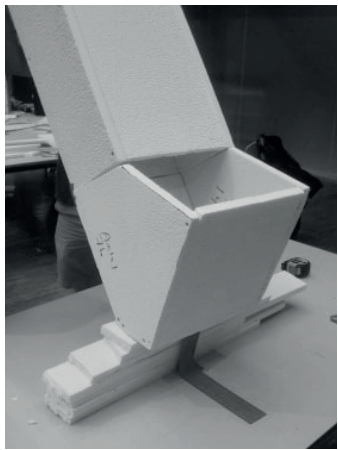
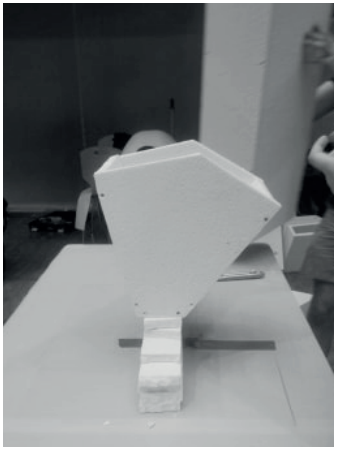


Nous avons utilisé 0.2 m³ de polystyrène soit 13.2 plaques de 60 cm * 125 cm. À cause des découpes, nous avons dû utiliser 23 plaques.



Nous avons ajouté à la structure 3.5 kg.

Poids total :
13.446 kg



Étude statique



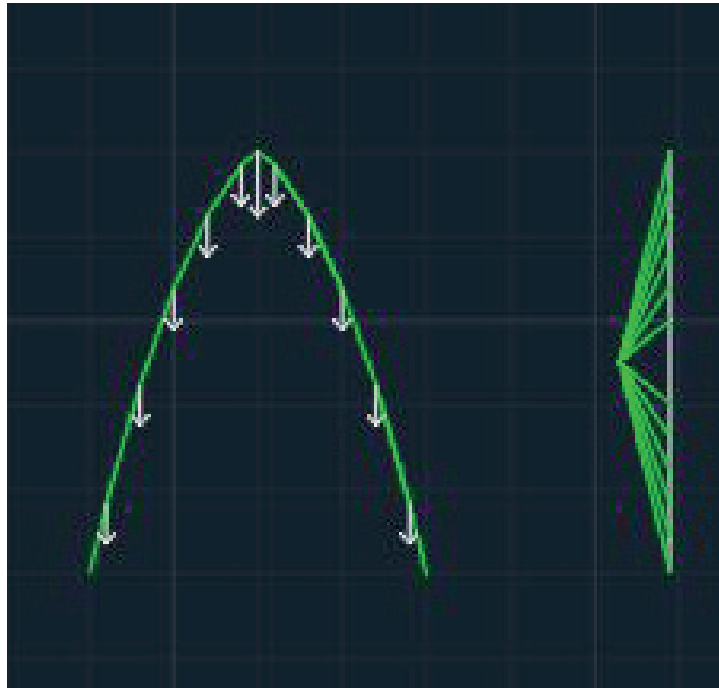
Étude de l'arche simple

L'arche supérieure qui est censée tenir celle inférieure par des tirants est composée, en hauteur, de deux parties différentes relativement minces. Pour les besoins de la construction, la structure est montée en 2 phases:

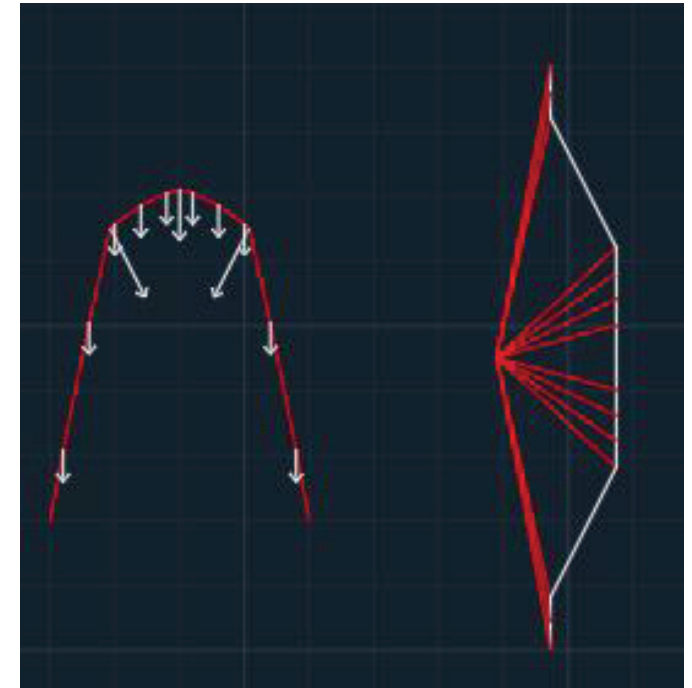
- Phase de construction : l'arche reprend uniquement son poids propre correspondant au funiculaire inférieur.

- Phase 2 : la structure est complètement montée. Elle reprend son poids propre ainsi que les deux autres arches ce qui correspond au funiculaire supérieur.

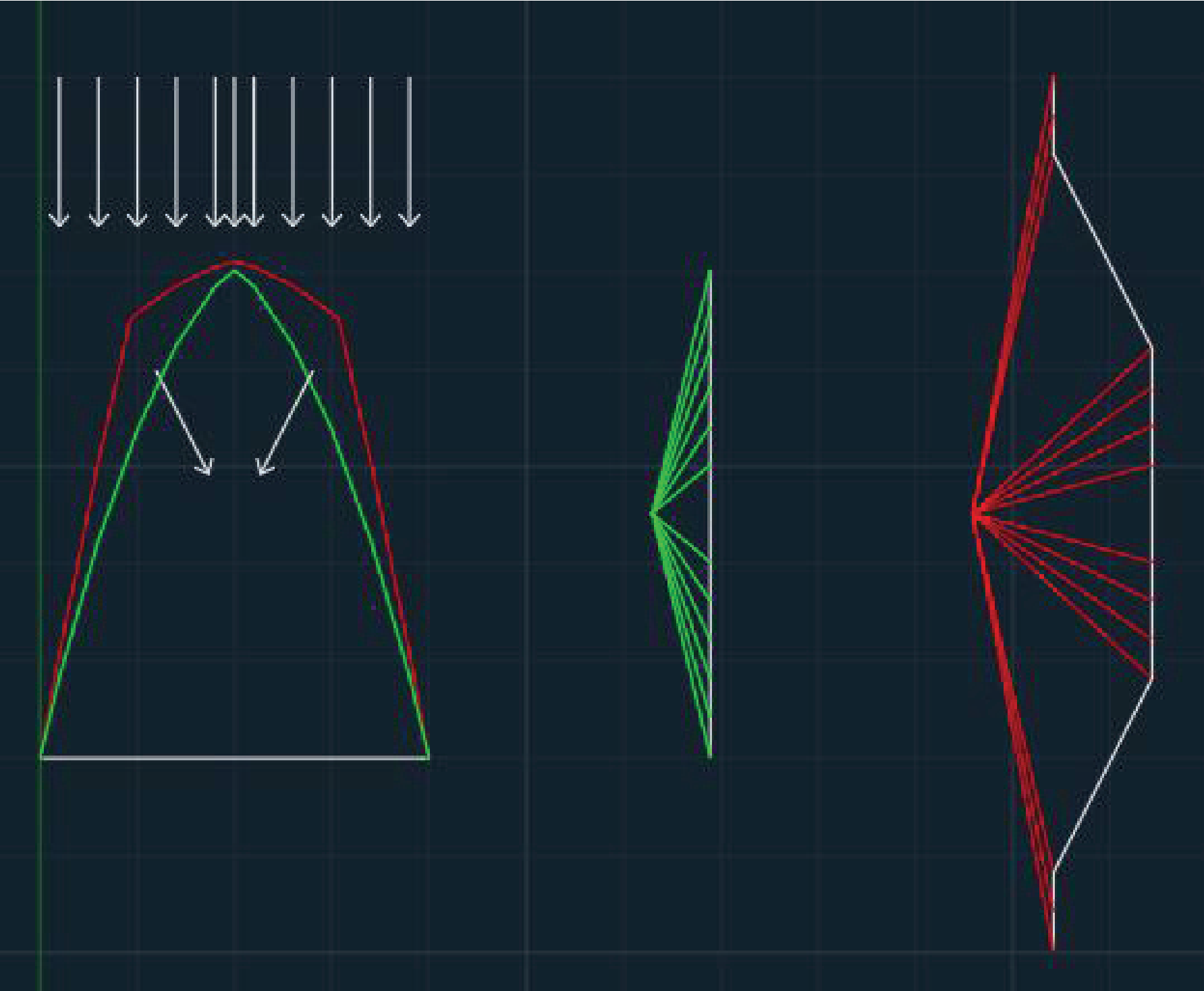
On observe donc un relachement de la partie basse de l'arche une fois la structure terminée indiquant que le funiculaire ne passe plus ici.



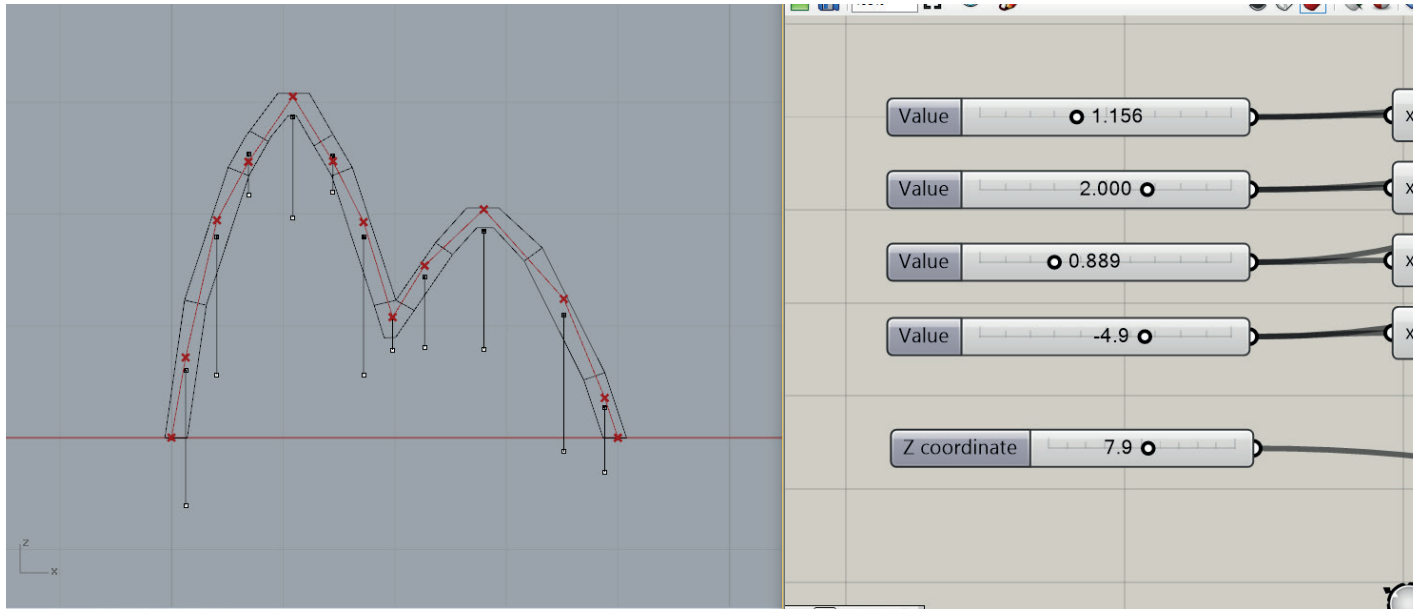
Ce funiculaire correspond au chargement selon le poids propre avec une charge de 1 kg au sommet.



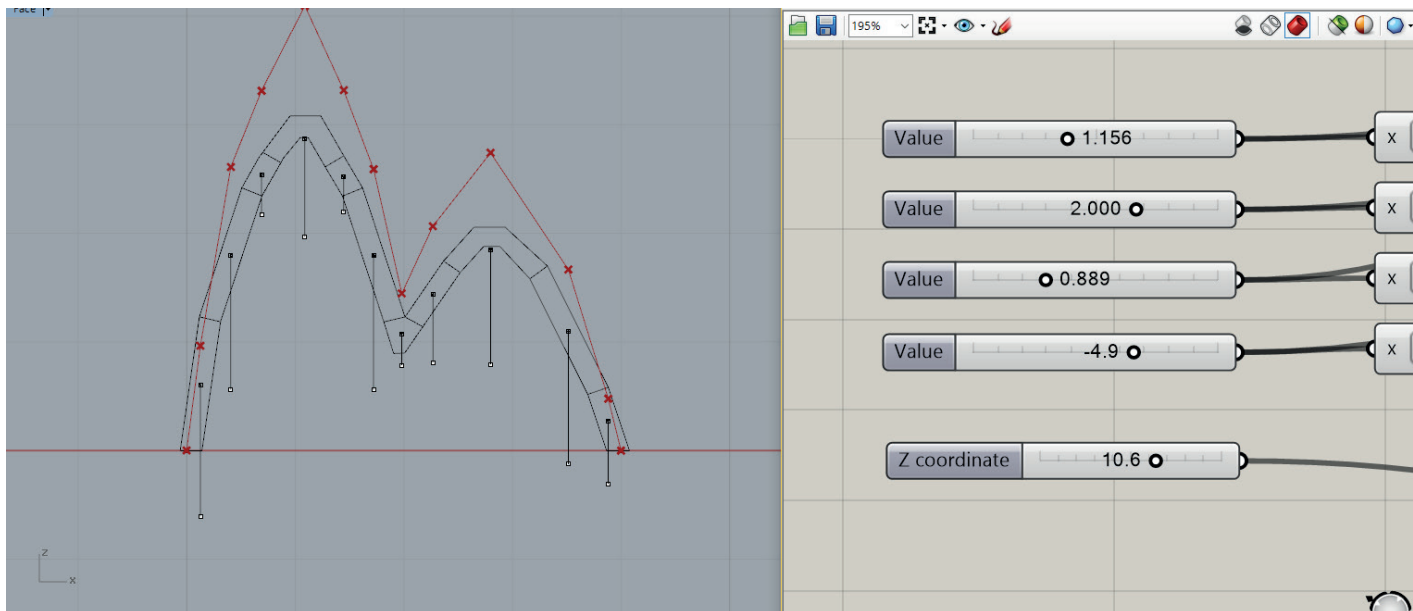
Ce funiculaire correspond au chargement selon le poids propre avec une charge de 1 kg au sommet ainsi que le poids des arches repris.



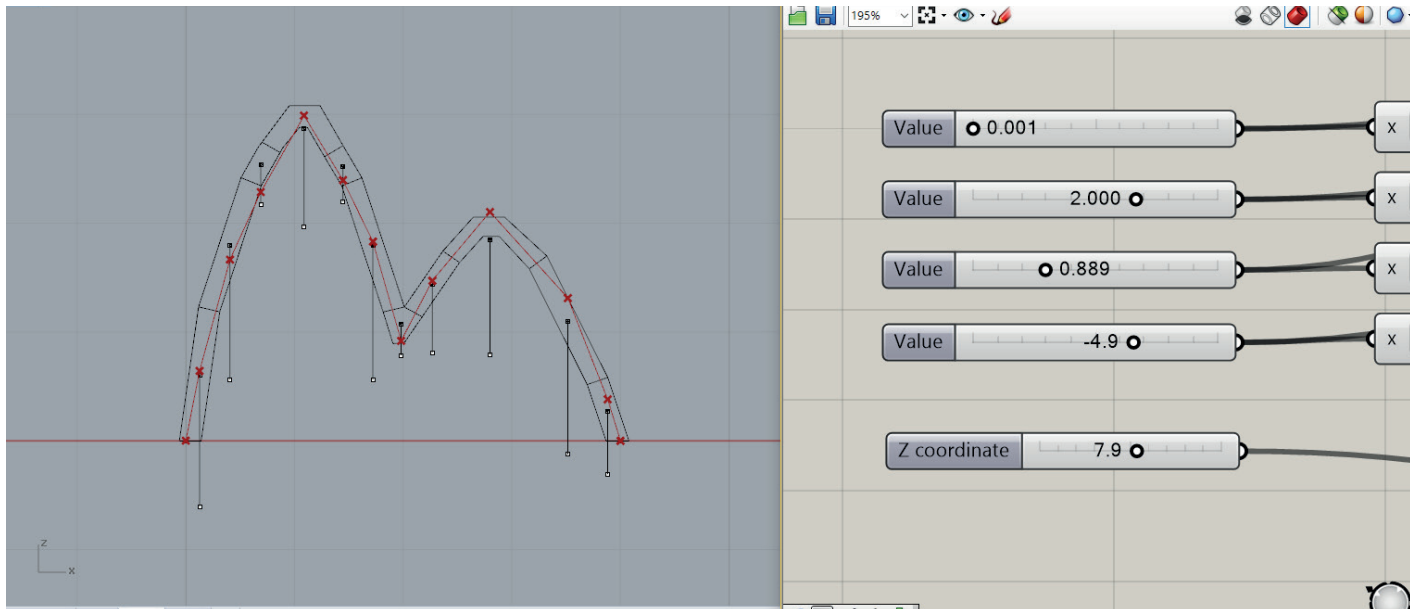
Étude de l'arche double



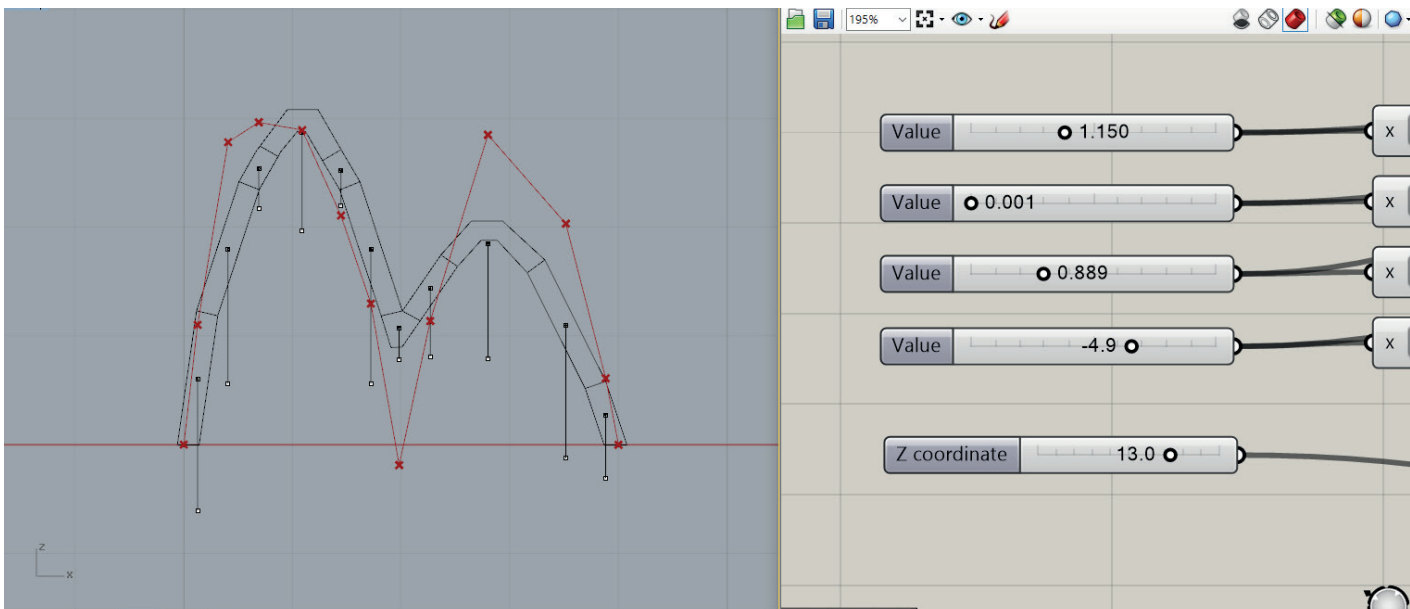
La forme de l'arche ayant été fixée, l'enjeu est de faire rentrer le funiculaire dedans. On y parvient ici en appliquant 3 charges supplémentaires en plus de la suspension intervenant au milieu : une au milieu de la demi-arche gauche et une sur chaque sommet. On aperçoit à droite les input qui permettent de régler ces charges (dans l'ordre, côté gauche, sommet gauche, sommet droit, et tension du tirant, puis un coefficient pour contrôler les proportions), l'algorithme programmé sous Grasshopper dessinant ensuite automatiquement le funiculaire.



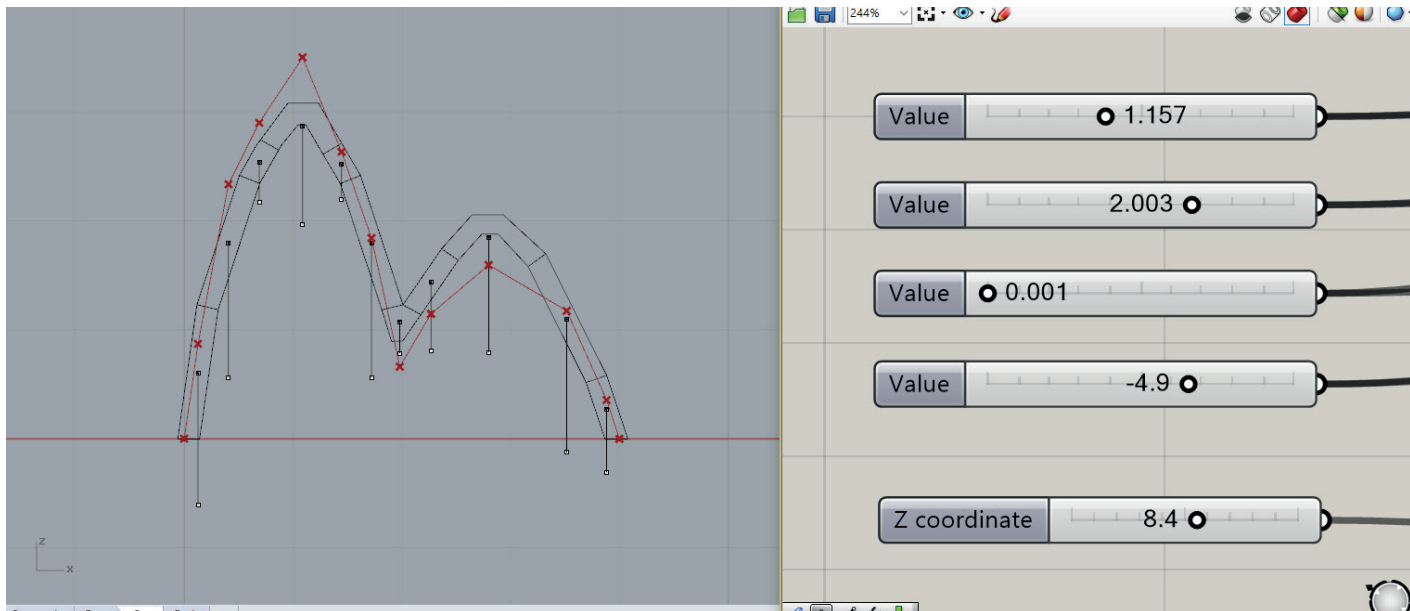
L'image ci-contre montre la façon dont on peut contrôler les proportions verticales du funiculaire pour un chargement donné, afin de vérifier s'il en existe bien un qui traverse tous les joints de l'arche.



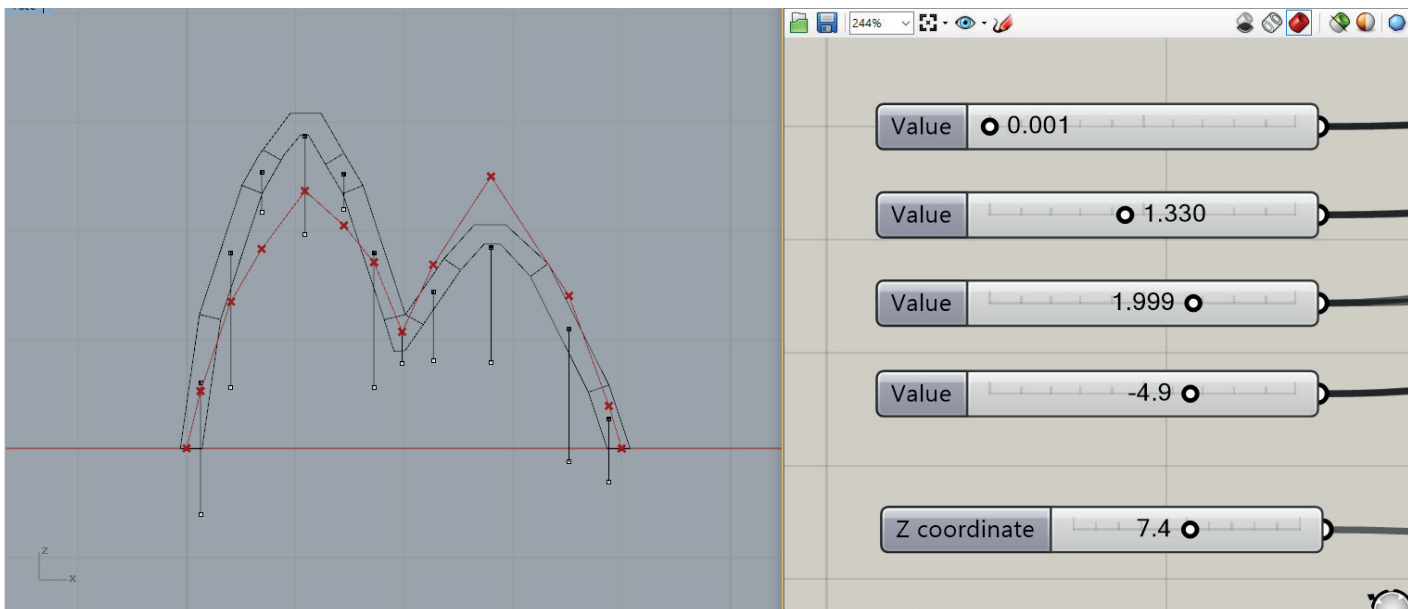
Ici un funiculaire obtenu si on ne rajoute pas de charge sur le côté gauche, toutes les autres charges demeurant inchangées.



De même en ôtant cette fois la charge du sommet gauche.



De même en ôtant la charge du sommet droit.



Enfin, lors de la construction de l'arche nous avons inversé par inadvertance les charges des deux sommets, et nous n'avons pas placé celle du côté gauche. On peut voir ci-contre qu'il devenait impossible d'obtenir un funiculaire traversant tous les joints de l'arche. Elle tenait grâce à quelques bouts de scotch et aux frottements des surface jointes, mais avec une stabilité douteuse. Un accident l'a ensuite malencontreusement jetée à terre, et il est dommage que nous n'ayons pu tester sa stabilité avec les charges qui avaient présidé à son dimensionnement...

Réflexion...

Que d'émotions ! Après avoir assimilé en une journée et demie les notions élémentaires permettant de construire une arche maçonnée (et éventuellement haubanée), nous avons été lancés sans plus de cérémonie dans le grand bain.

Trois jours pour imaginer, dimensionner et bâtir un système d'arche avec un matériau plutôt peu conventionnel. Il n'est pas exagéré d'affirmer que nos capacités de conception, de calcul, de bricolage, voire même de collaboration entre étudiants aux manières de penser et de procéder très différentes, ont été mises à rude épreuve. Mais un esprit positif nous a accompagnés tout au long de cette semaine et nous en sortons tous enrichis.

Annexe : 2^e solution développée

La deuxième solution que nous avons développée pour ce workshop était une structure composée de deux arches identiques, inclinées symétriquement à 45°. Nous voulions travailler sur le dessin et l'appareillage des voussoirs pour troubler la lisibilité du funiculaire où celui-ci passait tantôt sur l'extrados puis sur l'intrados des voussoirs. Nous n'avons pas retenu cette proposition car la réalisation était trop compliquée.

