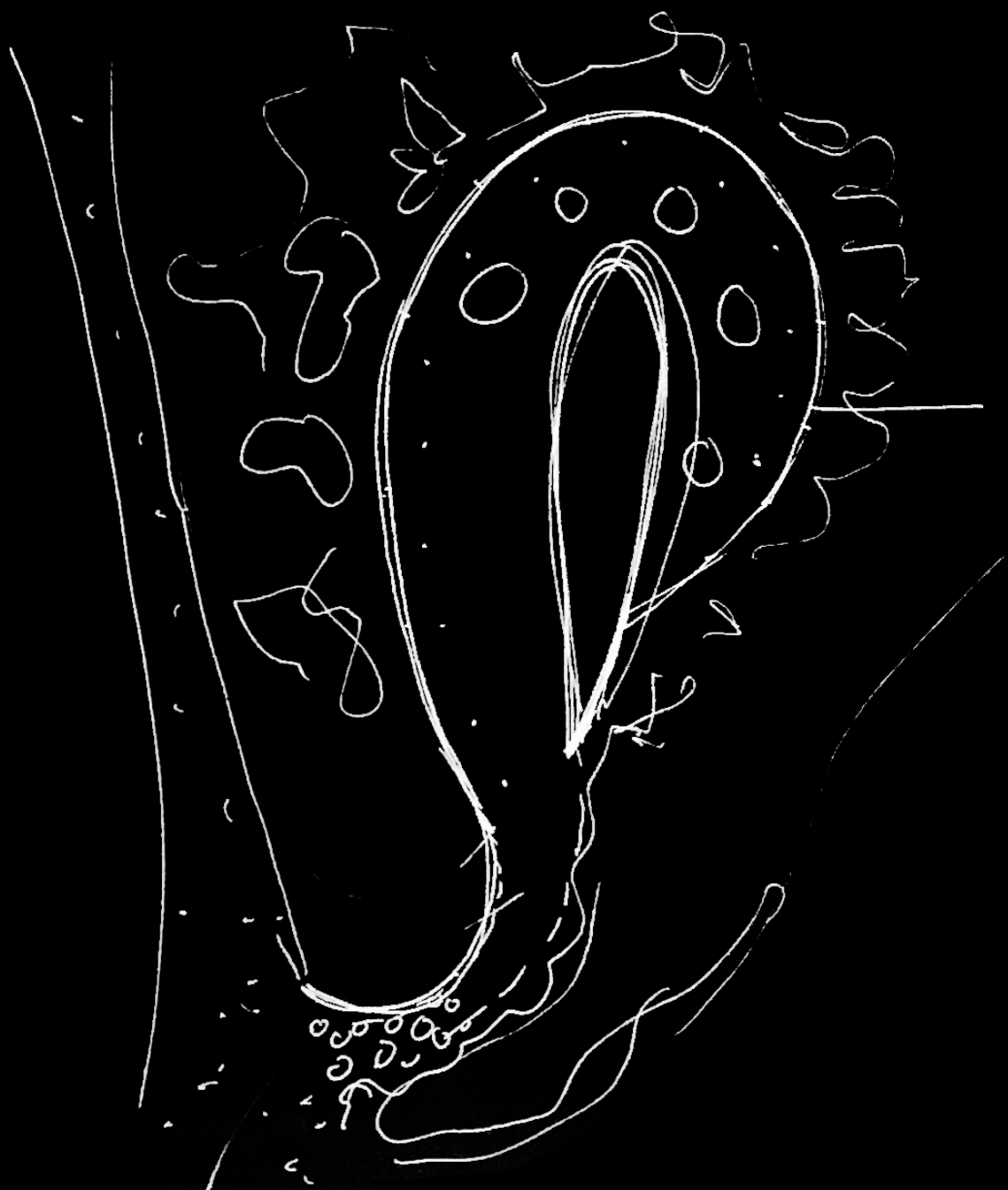




FOLIENUMÉRIQUE

VÉRONIQUE CÔTÉ - SANDRINE HÉROUX - HUGO THIBAudeau

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements.....	4
Intentions.....	6
Volonté et contexte	6
Site	6
Intentions conceptuelles	8
Folie numérique	8
Choix des matériaux	10
Le bois	10
L'ardoise	12
La pierre à gabion	12
Fabrication du pavillon 1:1	14
Gabarits	14
Préparation du site	14
Mise en oeuvre	16
Apprentissages.....	18
Logistique	18
Gestion des ressources humaines	19
Financement	19
Détails de construction.....	22
Le projet	22
Cœur central	22
Structure gaufrée	26
Patelage en cèdre	26
Continuité.....	28
Prototypage	28
Troisième (et dernière) phase de construction	28
Le futur...	28
Annexe A - Journal de bord.....	32
Annexe B - Documentation imagée des phases de création...	36
Annexe C - Détails.....	42
Annexe D - Exemples de structures gaufrées.....	48

REMERCIEMENTS

Tout ce projet n'aurait pu être possible sans l'appui de plusieurs personnes :

Nous remercions nos professeurs, tout d'abord Jacques White, qui nous a ouvert son bureau par passion, même si son horaire ne le permettait pas. Richard Pleau, par son travail de vérification et de rationalisation dans la conception du projet. Gilles Rocheleau, pour son engouement envers le projet et la réflexion partagée pour créer des solutions constructives simples et de qualité architecturale. Samuel Bernier-Lavigne pour son support tout au long du projet, pour le travail d'entremetteur et pour ses précieux conseils.

Un remerciement spécial à l'équipe des jardins de Métis. Alexander Reford pour sa confiance aveugle en trois étudiants motivés, sans avoir un projet fixe. François, pour son pragmatisme sur chantier simplifiant des opérations et facilitant notre vie. Mélanie pour son appui dans les situations plus difficiles.

Nous remercions également nos compères,

À Karl Greshner, Oriane Kalala Wembo, Nino Mousset Eniah, pour la première fin de semaine, qui ont permis les bases de la construction.

À Maxime Champagne, Nicholas Denis, Samuel Girard, Kayla Maurice, Shany Vallières et Benjamin Vernet-Caron pour la deuxième fin de semaine de construction, qui fut assez ardue par une coopération limitée de dame nature.

Merci à tous pour votre implication dans cet ambitieux projet,

Véronique, Sandrine et Hugo

Véronique Oti
Sandrine Jéroux
Hugo Stilaudeau



Figure 1. L'équipe de la deuxième phase de construction



Figure 2. Une partie de l'équipe en déplacement



Figure 3. Pause de contemplation près de l'étang

INTENTIONS

Volonté et contexte

Pendant notre dernière année de baccalauréat passée en France, nous avons eu la chance de participer à un atelier de design-build avec deux pionniers américains ayant été formé au rural studio. Il n'en fallait pas plus pour nous donner la piqûre! De retour au pays, nous avons multiplié les occasions de nous mettre en contact avec ce monde fascinant qu'est l'expérimentation et avons aussi pris une tendance numérique. Cet été, nous avons tous les trois participé au colloque Smartgeometry. Durant une semaine, nous avons réalisé une structure complexe en bois avec des joints en fibre de verre, cuit par du courant électrique. L'idée d'un projet construit avant la fin de nos études universitaires occupe nos pensées et nous poussent à proposer au directeur Jacques White de nous superviser par un cours hors-norme qui met l'expérimentation matérielle à l'avant plan. Un cours de ce type existe dans plusieurs universités américaines, sous la forme d'atelier de «design-build». L'absence de ce type de cours nous semble une lacune dans la formation universitaire en architecture. Loin de nous l'idée d'argumenter textuellement une telle opinion, nous démontrerons plutôt ici, par le projet, les qualités de ce type d'enseignement.

Site

Après une discussion avec le professeur Samuel Bernie-Lavigne pour lui faire part de notre désir de confronter le numérique avec la réalité constructive, celui-ci nous a mis en contact avec Alexander Reford, propriétaire des jardins de Métis. Lors de notre première rencontre, nous avons tout de suite senti un grand engouement, ce qui a permis une collaboration étroite. La confiance d'Alexander fut telle, qu'il nous a pratiquement donné carte blanche pour le choix d'implantation du projet. L'idée initiale était de remplacer le gazebo qui est en fin de vie sur le bord de l'étang artificiel (Figure 4). Après réflexion, démolir une installation existante nous semblait peu enviable. Nous avons donc choisi de nous implanter autour de l'étang artificiel aussi, mais à une position encore inaccessible aux visiteurs. Ce site permet une vue directe à ceux qui arrivent par le bas. De plus, le site est peu végétalisé, ce qui permet de réduire l'impact d'une construction (Figure 5 et 6).



Figure 4. Gazebo existant adjacent au site



Figure 5. Vue sur l'étang artificiel à partir du site



Figure 6. Emplacement du site vu lors du débroussaillage

INTENTIONS

Intentions conceptuelles

La géométrie du pavillon répond directement au site sur lequel il s'implante. La conception s'est faite après une visite des lieux, en fonction de l'endroit choisi, avec l'objectif d'offrir une perspective préalablement inexistante sur les jardins. C'est donc par un geste de cloisonnement et de décroisonnement que l'utilisateur découvre l'étang sous un nouvel angle. Une opposition est créée par un coeur de maçonnerie sèche qui sert de masse stable et d'un voile léger qui sert d'oeillère pour cadrer le paysage (Figure 7 et 8).

Folie numérique

Dans le domaine de l'architecture, on associe le terme «folie» ou «folly» aux petits pavillons extravagants qui parsemaient les jardins anglais du XVIIIe siècle. À l'abri des regards, savamment disposés dans les luxueux paysages des domaines aristocratiques, ces structures se découvraient aux promeneurs plus curieux. Aux multiples usages, les folies sont des espaces intimes qui offrent aux promeneurs un lieu de communion entre l'homme et la nature.

Entièrement conçue numériquement, la forme générée ne pourrait voir le jour sans l'apport des outils de fabrication numériques (CNC, laser, imprimante 3D). Le coeur en gabion en forme de feuille rappelle l'étymologie du mot folie «Folie, du latin folia (feuille) désigne depuis le Moyen-âge une résidence de campagne entourée d'un jardin arboré».

Contrastant en matérialité et dans le geste architectural, le coeur permet au ruban en bois de s'envoler et de dévoiler doucement aux promeneurs l'espace paisible du lac. Le pavillon, sorte de refuge intime, pourra servir à diverses occasions (exposition temporaire estivale, concert de musique en nature, initiation à l'art du thé, pause du promeneur et incitation à la rêverie, etc.).

De plus, c'est également l'occasion de faire la démonstration que l'architecture est un moyen d'organiser l'espace, de cadrer des vues et d'offrir une expérience sensorielle du paysage par le travail avec la matière, la forme et la lumière. Nous proposons donc de réaliser une folie conçue et réalisée numériquement.

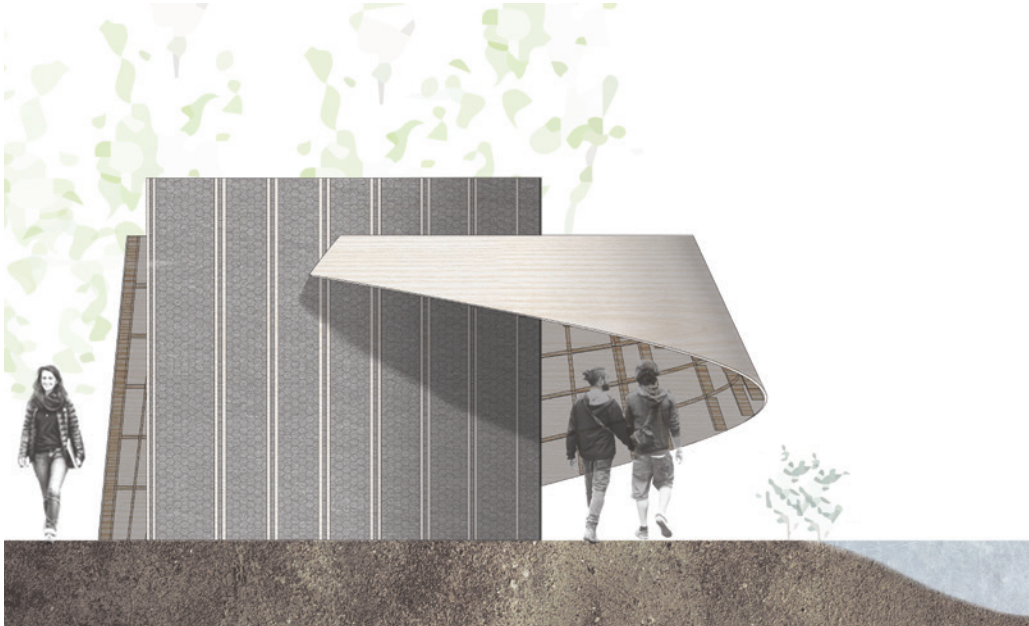


Figure 7. Vue du pavillon en élévation et effet de soulèvement du voile

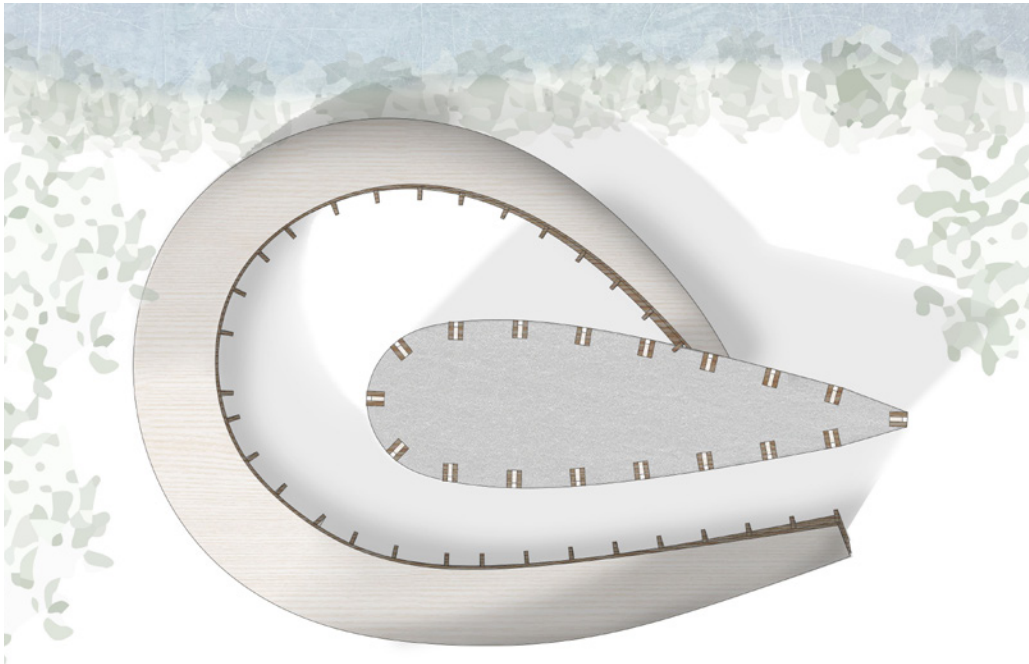


Figure 8. Vue du pavillon en plan

INTENTIONS

Choix des matériaux

Le bois

Le bois a été sélectionné en tant que matériau principal du pavillon pour son potentiel de manipulation avec les outils de fabrication numérique. Pouvant être fraisée aisément par une découpeuse trois axes et ultérieurement percée et modifiée avec des outils traditionnels, cette matière est le choix de prédilection pour une première expérimentation à l'échelle 1:1. La structure du cœur central (Figure 9), celle du voile du pavillon, ainsi que son parement seront réalisés en bois. Le choix de l'essence s'est arrêté sur le cèdre pour sa résistance à la putréfaction, même en étant exposé aux intempéries, et en raison de sa disponibilité dans la région du Bas-St-Laurent. Le bas des colonnes de la structure a été traité par le feu afin d'ajouter un niveau de protection supplémentaire contre l'eau et ses remontées capillaires (Figure 10). Ce type de traitement, nommé «Shou-sugi-ban» est une technique japonaise ancestrale de préservation du bois. Dans le cas présent, nous utilisons cette technique comme moyen de cautériser les fibres de bois exposées à la surface d'ardoise et éviter les remontés capillaires.



Figure 9. Structure en bois du cœur de gabion.



Figure 10. Traitement du bois par le feu

INTENTIONS

L'ardoise

Il faut parfois voir des opportunités lorsque l'on fait des projets sans financement comme celui-ci. M. Reford a mis à notre disposition les matériaux en surplus des divers projets antérieurs ayant eu lieu aux jardins. Parmi ceux-ci, plusieurs tuiles d'ardoise dégrossies ont capté notre intérêt. Bien que la quantité d'ardoise ne nous permettait pas de réaliser le coeur en gabion, nous avons choisi de les utiliser comme assise pour les éléments de structure de celui-ci. Nous prévoyons également utiliser les tuiles afin de créer un sol uniforme à l'intérieur du pavillon et peut-être en utiliser en "pas japonais" pour l'accès extérieur du pavillon (Figure 11).

La pierre à gabion

Ce matériau apporta son lot de défis lorsqu'il fut question de le trouver à un prix raisonnable. L'un de nous ayant un contact dans une carrière, nous avons d'abord fait faire un prix pour des morceaux de pierres de calcaire. Avoisinant les 10 000\$ pour 15 tonnes de pierres, nous avons rapidement cherché une pierre moins dispendieuse. Un maçon nous a conseillé de regarder du côté des compagnies de remblayage. Le transport étant assez dispendieux nous avons limité nos recherches à des compagnies à moins de 100 km du site. Nous avons finalement trouvé la compagnie Banville et Coulombe, située à Rimouski qui offrait de la pierre concassée de 4-8 pouces, à un prix tout à fait raisonnable (Figure 12). Bien que nous aurions souhaité une pierre plus foncée pour des raisons d'uniformité esthétiques avec la pierre d'ardoise, nous pensons qu'une fois le bois grisonné, la pierre plus pâle que nous avons réussi à obtenir offrira un contraste intéressant.

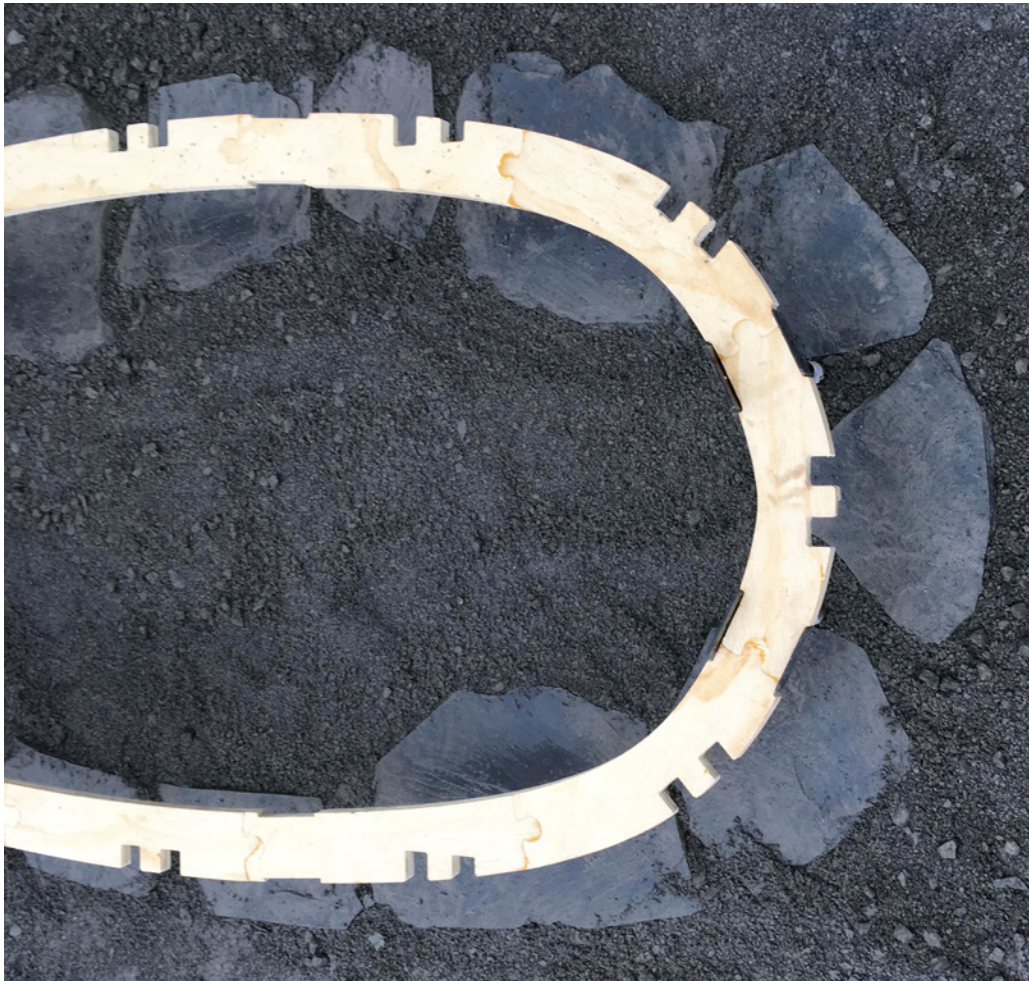


Figure 11. Ardoises déposées au sol



Figure 12. Pierres concassées du cœur en gabion

INTENTIONS

Fabrication du pavillon 1:1

Une part essentielle du travail était la logistique de l'ensemble du projet. Nous aborderons d'ailleurs celui-ci dans les apprentissages, puisque cela contribue grandement à un apprentissage réel du métier de l'architecte. Plusieurs pédagogues de programme universitaire de Design-Build mentionnent d'ailleurs :

“ Regardless of faculty input, the most influential factor to student learning is the real-world nature of the project: the reality of the site, the reality of the available means, and the reality of the people who the building is destined to serve. ¹ ”

Gabarits

Afin d'obtenir une qualité de réalisation répondant le plus fidèlement possible à nos attentes, nous avons réfléchi à diverses solutions de préconstruction qui faciliteraient la mise en oeuvre. Plusieurs gabarits ont été réalisés, notamment un gabarit imprimé 3D pour le percement à angle des lisses basses et hautes dans la structure en bois du coeur de gabion (Figure 13 et 14). Ensuite, pour l'assemblage des colonnes doubles, nous avons fait un gabarit découpé à la laser qui nous a permis de visser celle-ci à des distances identiques de colonne en colonne. Comme certains bénévoles en étaient à leur premier contact réel avec la construction, ces gabarits nous ont d'abord permis de sauver un temps considérable et également d'obtenir une qualité plus grande et plus constante.

Préparation du site

Le site n'avait pas du tout été préparé avant la première phase de construction. C'est donc un travail de débroussaillage, de pelletage, de déblayage et de remblayage qui nous attendait. Heureusement, les jardins étaient en mesure de nous fournir l'équipement nécessaire pour préparer le sol de manière adéquate. Le choix du site en bordure d'étang impose des contraintes de sol particulières. Sa composition artificielle nous confère une qualité de sol supérieure à

1. ZAWITOWSKI, Marie and Keith, Design build Education, Routledge, New-York, 2017, p.147



Figure 13. Préperçage dans la lisse basse à l'aide d'un gabarit

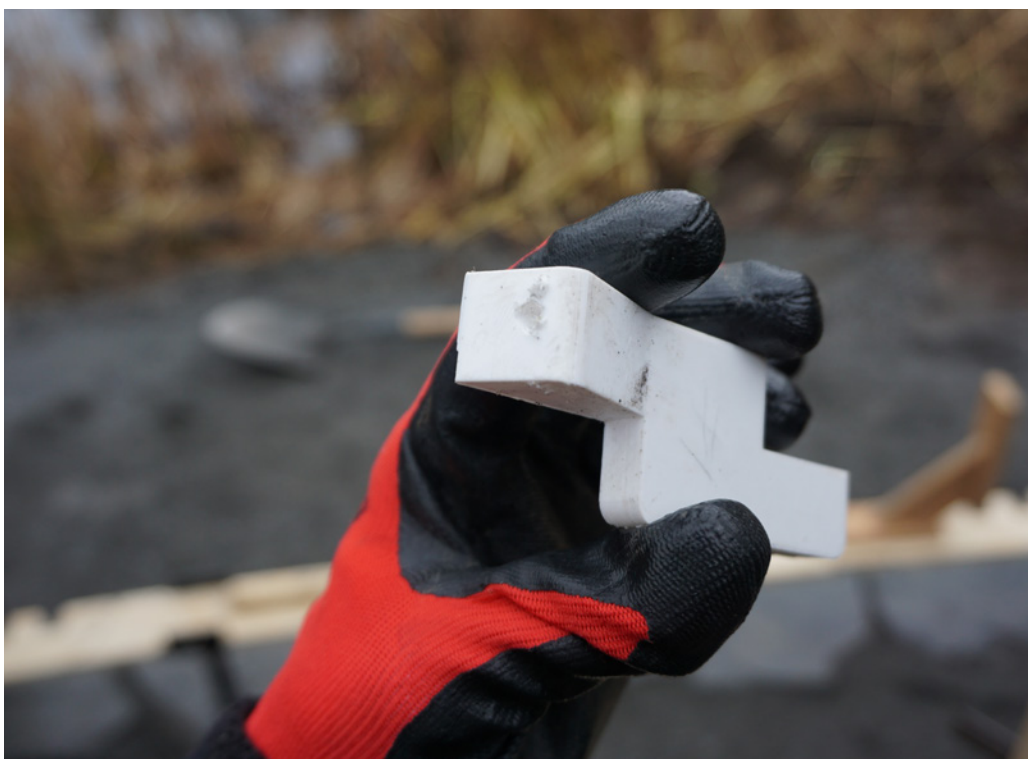


Figure 14. Plan rapproché du gabarit imprimé en plastique

INTENTIONS

celle d'un étang naturel. Même si le poids de la roche qui compose le gabion est important, la capacité portante du sol n'a pas inquiété notre consultant. Par souci de qualité et afin d'offrir un fond propre pour le sol en ardoise, le sol fut creusé et dépouillé de sa couche végétale (Figure 15). Ensuite, une toile géotextile fut recouverte de 150mm de $\frac{3}{4}$ de po net, d'une couche de 50mm de MG20 et d'une couche de 50mm de poussière de roche (Figure 16). Chaque couche fut compactée individuellement pour réduire tout tassement sous le poids du gabion. Le tout a permis de composer une couche de drainage efficace et une meilleure capacité portante que le sol initial.

Mise en oeuvre

Nous avons pour la fin de semaine de la première phase de construction un regard un peu ambitieux. En fait, ayant fait la demande à Alexander par courriel de la possibilité de faire préparer le site par son équipe, nous avions beaucoup d'espoir que ces tâches allaient déjà être effectuées. Ce ne fut malheureusement pas le cas, les paragraphes subséquents vous en diront davantage. Ayant des bénévoles peu expérimentés et beaucoup moins nombreux que pendant la deuxième phase, les tâches effectuées ont été moins importantes que prévu. Le journal de bord, disponible en annexe, vous permettra une vision plus juste et plus globale de ces deux périodes intenses de mise en oeuvre.



Figure 15. Préparation du sol



Figure 16. Site du pavillon avant la mise en place de la roche

APPRENTISSAGES

Logistique

Au niveau de la coordination, nous avons eu quelques pépins en raison d'un séjour en Europe qui arrivait une semaine seulement avant la première fin de semaine de construction. Étant seulement joignable par courriel, certains fournisseurs ont tenté de nous rejoindre à de multiples reprises, laissant plusieurs messages auxquels nous n'avons pu répondre qu'à notre retour au Québec.

De plus, nous nous sommes aperçus assez vite que même si M. Reford était enclin à nous laisser le champ libre, encore fallait-il discuter avec nos principaux interlocuteurs, c'est-à-dire ses employés. À notre plus grande surprise, lors de notre premier contact avec François, le responsable de la menuiserie, celui-ci nous a demandé quel était le projet pour lequel nous étions là. C'est dans ces moments-là que notre capacité, en tant que futur architecte, à rebondir et se mettre en mode solution devient essentielle. Il a été notre plus grand allié dans la fabrication et la mise en oeuvre du pavillon. Ses conseils et son expérience nous a permis d'économiser beaucoup de temps.

Il a été de même avec la logistique pour le logement. Lors de la deuxième fin de semaine d'expérimentation, nous nous sommes retrouvés à chercher un autre logement pour accueillir le groupe, à 48 heures de notre arrivée aux jardins. La communication avec Mélanie, la secrétaire de M. Reford, nous a permis de régler le problème beaucoup plus rapidement.

Au niveau de l'accès aux matériaux, nous désirions faire livrer la roche servant au gabion directement aux côtés du site du pavillon. Sous suggestion de François, nous l'avons fait décharger avec les autres matériaux à l'entrée des jardins. Cela nous a posé problème, puisque François était le seul en mesure de conduire le tracteur qui permettait des chargements rapides vu la distance entre l'entrée des jardins et le site. Lors de son départ, nous fûmes limités à manipuler la roche manuellement par voyage sur des remorques tractées par un véhicule tout-terrain. Cela a drastiquement ralenti la progression de notre travail. La communication fut la principale cause du problème étant donné que François n'avait pas compris que nous utiliserions l'entièreté du convoi de roches.

En somme, il ne faut jamais négliger une bonne communication.

Gestion des ressources humaines

C'est un des aspects que nous ne voyons pas du tout dans le cadre de notre formation en architecture et qui est essentiel à une bonne gestion de projet. Nous avons donc été confrontés lors de la première phase de construction à une bénévole qui n'avait jamais utilisé d'outils de sa vie. Après lui avoir expliqué la manière d'utiliser une pelle pour creuser la terre, nous avons réalisé que nous allions devoir adapter les tâches distribuées aux bénévoles et prendre le temps de bien expliquer le fonctionnement des manoeuvres ou des outils. Nous avons aussi beaucoup à coeur, surtout pour la deuxième phase de construction, de favoriser le développement et l'expérience de nos collègues d'étude. Le fait de ne pas genrer les tâches était excessivement important pour nous et nous avons tenté d'encourager tout le monde à effectuer des tâches qu'ils n'avaient jamais réalisées auparavant. Nous avons également découvert l'importance de la motivation, de l'encouragement et de la valorisation du travail d'équipe. Nous avons eu la chance incroyable d'avoir une équipe motivée et prête à donner leur 110% ce qui a grandement facilité l'exercice. Le plus difficile reste sans doute la planification du travail à accomplir et de s'assurer que tout le monde est occupé, sait quoi faire et comment le faire, de manière efficace et surtout sécuritaire. Également, cela devient un véritable défi de faire face à une situation où ce qui était planifié ne se déroule pas comme prévu. Faire face à un échec, trouver une solution de rechange, sans compromettre l'esprit du projet et tout ça, sans affecter le moral des troupes.

Financement

Un tel projet incombe des frais qui dépassent le cadre normal rencontré à l'université. L'achat du principal outil de découpe, une CNC de plus grande dimension que celle disponible au Fablab, devenait pratiquement indispensable en raison de l'échelle réelle du projet. Cet achat dépassait aussi le cadre du projet et bien que très utile pour celui-ci, cela restait avant tout un investissement personnel pour de futurs projets personnels. Bien que notre expérience française du Design-Build nous avait aiguillés et appris à oser demander aux entreprises des partenariats financiers ou des dons de matériaux, le contexte québécois est toutefois différent. En effet, les partenariats avec des "industriels" sont plutôt hors-norme ici, alors qu'ils sont beaucoup plus fréquents en Europe ou aux États-Unis. Notre expérience nous a appris qu'il est plus difficile de

APPRENTISSAGES

se faire donner des matériaux bruts, alors que des fabricants plus importants de pièces ou matériaux transformés sont plus enclins à donner ceux-ci. Les pieux ajustables en acier, par exemple, nous ont été offerts gratuitement et livrés sans frais sur le site. La pierre, en contrepartie, a été payée en totalité. Dans le futur, nous pensons qu'il serait envisageable de leur demander un financement sous forme de dons ou de réduction significative.

Nous avons reçu une bourse non négligeable de l'école d'architecture et avons fait une demande au FER dont nous attendons le résultat prochainement. Au niveau des expérimentations, le FabLab les finance jusqu'à concurrence de 250\$ et les jardins de Métis offrent un montant de 2400\$ pour couvrir l'hébergement, les outils et la machinerie nécessaires à la réalisation du projet. Bien que ce montant peut sembler peu élevé, la contribution des jardins au projet excède l'aspect financier. Leur contribution est cruciale, principalement puisqu'ils nous laissent une grande liberté de design, le choix du lieu d'implantation du projet et surtout, leur confiance, ce qui n'a pas de prix. De plus, nous travaillons de pair avec Alexander pour obtenir un éventuel montant pour couvrir les frais des matériaux dans le cadre du festival des jardins de Métis qui reçoit annuellement du financement de la part de différents paliers gouvernementaux.

Nous souhaitons faire appliquer le pavillon à divers concours, mais l'enjeu reste le délai associé à ce type de financement. Comme la majorité des concours sont annuels, ils demandent à ce que le projet ait été complété avant le 31 Décembre 2018. Cela fait en sorte que nous ne pourrions appliquer pour l'année en cours, mais seulement la suivante. Il en incombe qu'une grande partie des frais doivent être avancés par les membres du projet. Il faut aussi comprendre que le temps et le nombre de personnes à travailler sur le projet a un grand rôle à jouer. La recherche de financement demande du temps et de l'énergie et c'est pourquoi la plupart des programmes de Design-Build tirent parti des étudiants pour participer à la recherche de financement. Il s'agit d'un exercice hautement enrichissant et formateur pour la future pratique professionnelle.

Le financement reste un sujet à la fois sensible, mais essentiel surtout pour un projet étudiant. Nous sommes conscients que c'est un défi de taille, surtout pour une première expérience, mais confiants d'y arriver.



Figure 17. Visite de site avec Alexander Reford, le propriétaire des jardins



Figure 18. Rendu présenté dans les demandes de bourses

DÉTAILS DE CONSTRUCTION

Le projet

Le pavillon est composé de deux parties principales : le cœur et le voile. Le cœur central en gabion est fait d'une structure de bois composée de colonnes et d'une lisse basse et haute. Ces éléments de bois sont tous taillés par une fraiseuse à commandes numériques. Une fois assemblés, un grillage fixé par des agrafes aux colonnes entoure la structure. L'ensemble est solidifié par des fils de fer qui retiennent le grillage ponctuellement. Déposées à l'intérieur du cœur, des roches concassées complètent le tout. La structure du voile se dépose au sol, à l'entrée du pavillon, et s'élève ensuite en s'accrochant au sommet de la structure du cœur. Cette structure est ensuite recouverte d'un parement de bois qui la rigidifie.

Le détail d'assemblage des différentes parties du pavillon sont disponibles à l'annexe C du document.

Cœur central

Une structure reprenant la forme curviligne se devait d'être fabriquée pour installer le grillage et lui faire conserver sa forme. Cette structure est donc composée de 16 colonnes, 2 lisses et 5 pieux. Ensuite, le tout est recouvert de clôtures métalliques de calibre 24 attachées entre elles.

Lors de la préparation du sol, 5 pieux furent plantés pour déposer la lisse à un niveau égal et précis. Les pieux demandent beaucoup d'effort pour les enfoncer, mais nous n'avons pas rencontré de problèmes nécessitant de les couper avant leur insertion complète. Le modèle de pieux, gracieusement offert par Pylex, était ajustable, ce qui est primordial quand la pièce à installer a une tolérance d'un millimètre. Au départ, nous avions prévu en installer neuf, mais voyant l'effort nécessaire à l'installation, nous avons capitalisé sur les plus importants. Suivant les conseils offerts par la compagnie, nous avons planté des tiges d'acier au bon endroit afin de guider les pieux. Quelques coups de masse ont été nécessaires afin d'aligner les pieux pour qu'ils s'insèrent comme il se doit dans la lisse. Fait surprenant, les pieux sont très difficiles à dévisser une fois en place.

Ensuite l'installation de la lisse du bas nous a permis de positionner les ardoises sur lesquelles les colonnes s'appuient. Un bon travail de nivelage fut nécessaire pour obtenir un niveau relativement égal.



Figure 19. Ardoises et pieux prêts à recevoir la lisse sur le site



Figure 20. Assemblage des premières colonnes à la lisse basse

DÉTAILS DE CONSTRUCTION



Figure 21. Préparation à l'imbrication de la lisse haute



Figure 22. Imbrication de la lisse haute



Figure 23. Assemblage des colonnes dans la lisse haute



Figure 24. Travail à la chaîne pour le remplissage du cœur



Figure 25. Avancement du pavillon le matin de la dernière journée de la deuxième phase de construction

DÉTAILS DE CONSTRUCTION

Pour l'installation des colonnes, la précision s'est vue presque trop petite. Sous les bons conseils de François, nous avons fait des chanfreins sur les encoches de la lisse. Ils furent utiles puisqu'ils ont facilité l'insertion des montants sans endommager ou briser les arrêtes de la lisse.

Structure gaufrée

Cette technique structurale est fréquemment utilisée pour générer des formes conçues numériquement. Plusieurs groupes de recherche universitaire européens travaillant sur la découpe numérique du bois ont exploré ces méthodes d'assemblage. Des exemples de projets du genre sont regroupés à l'annexe D de ce document. Comme nous souhaitons préfabriquer la structure durant l'hiver pour une installation au printemps, nous devons ajuster la conception de la structure en conséquence. Nous avons exploré conceptuellement quelques moyens que nous testerons au courant des prochaines semaines.

Platelage en cèdre

Le parement de la structure gaufrée est, à ce jour, toujours sujet de discussion. La surface n'est pas "réglée", c'est-à-dire qu'elle n'est pas constructible à partir d'un élément planaire (exemple une feuille de papier). Cela est dû au fait que la courbe supérieure du ruban de bois est inférieure à la courbe inférieure. L'importance du geste d'envol du ruban étant dans la liste des "intouchables", nous limitons les possibilités pour la réalisation du parement de cet élément. L'option de fragmenter en plus petits morceaux celui-ci (exemple bardeaux de cèdre plutôt que planche de cèdre) est actuellement envisageable, mais doit être bien contrôlé à la pose pour un fini de qualité.

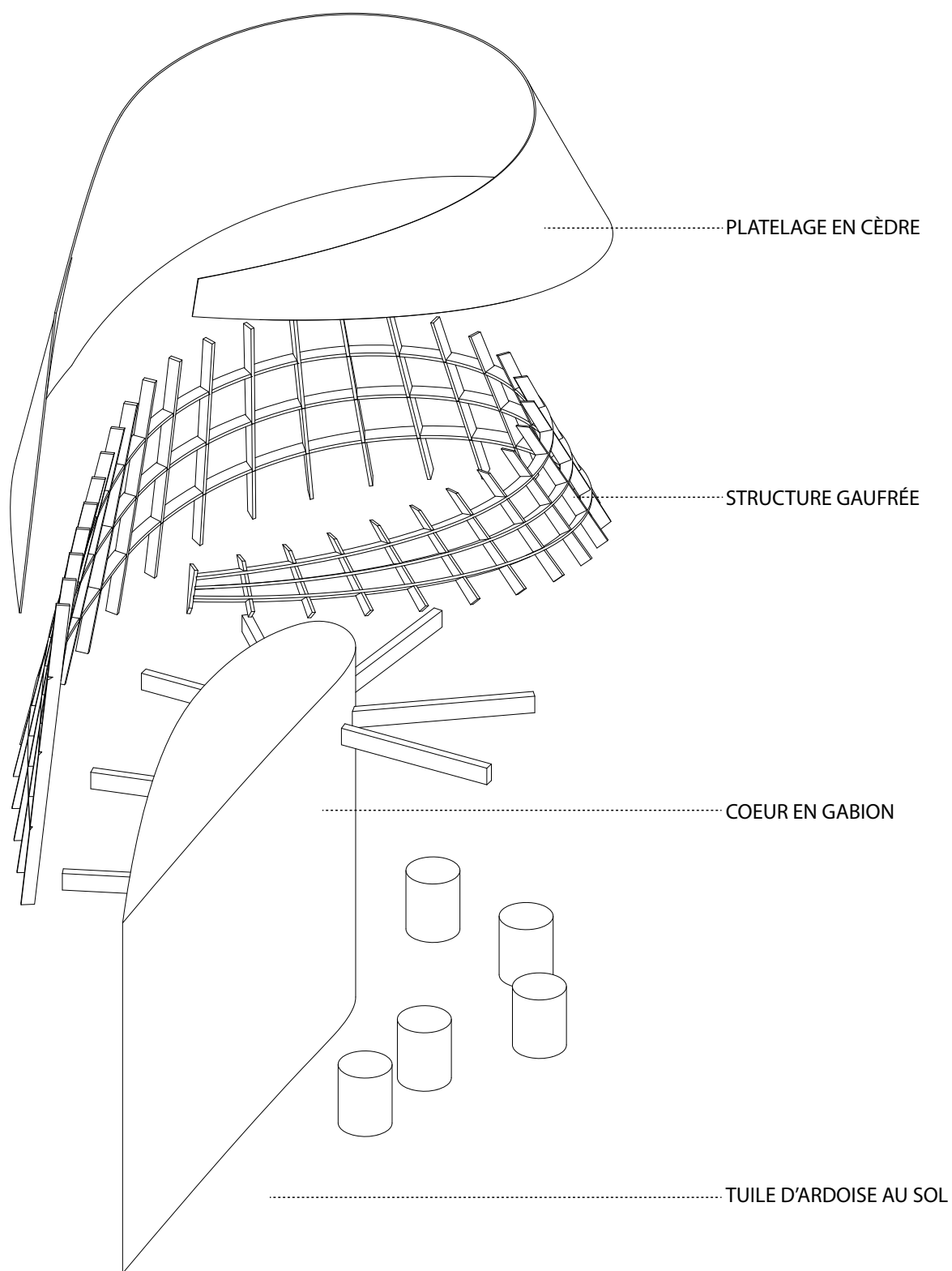


Figure 26. Les composantes du pavillon

CONTINUITÉ

Prototypage

Le voile sera fabriqué lors de la phase de construction suivante. La réalisation de différents prototypes à l'échelle 1:1 permet de valider ou d'infirmer la méthode d'assemblage employée. La première expérimentation a montré que le gaufrage ne fonctionne pas avec de grandes sections de bois tel que des 2 par 4 (50,8mm x 101,6mm) (Figure 27 et 28). En effet, des sections de bois de cette dimension ne permettent pas la flexion retrouvée dans la maquette initiale composée de contreplaqué 3mm (Figure B-1). Afin de corriger ce problème, les éléments horizontaux du prototype suivant ont été découpés en contreplaqué 1/2 pour obtenir la flexibilité nécessaire à la réalisation du voile tel que modélisé (Figure 29). L'assemblage de cette section de la structure avec le contreplaqué est concluant : les pièces s'emboîtent parfaitement sans céder et la géométrie reprend celle du modèle 3D (Figure 30).

Les prochains éléments à tester seront le type de bardage à appliquer sur la structure, l'assemblage des différentes sections du voile ainsi que la jonction de ces dernières avec le cœur en gabion. Ce travail sera effectué pendant la session d'hiver 2019.

Troisième (et dernière) phase de construction

Une fois les prototypes terminés, la préfabrication en section du voile sera effectuée en vue de la troisième phase de construction. Celle-ci consistera à assembler les différentes sections du voile entre elles et à attacher le tout au cœur. Selon la technique choisie, le bardage sera posé à ce moment ou au préalable, sur chaque section individuelle. De cette manière, le temps passé sur le site sera alors considérablement réduit et les possibles problèmes d'assemblage seront évités. Cette dernière phase de construction fera, encore une fois, appel aux bénévoles qui souhaitent s'impliquer dans le projet. Elle devrait avoir lieu début mai.

Le futur...

Au final, ce pavillon nous aura prouvé qu'il est possible, avec très peu de moyens, mais beaucoup d'acharnement, de réaliser toutes les étapes de construction d'un projet, de la conception à la réalisation. Il s'agissait d'un défi de taille, mais qui nous aura appris énormément. Que ce soit au niveau de la gestion humaine ou de celle



Figure 27. Premier prototype d'une section du voile



Figure 28. Élément vertical brisé sur le premier prototype

des détails d'assemblage, ce pavillon était décidément beaucoup plus que le passage d'un modèle 3D vers la réalité. Il s'agit d'une expérience hautement enrichissante que nous souhaitons répéter et partager avec les autres qui désirent passer de la conception à la concrétisation de leurs idées.

Une fois le projet complété, deux expositions sur ce dernier seront en préparation. La première aura lieu aux Jardins de Métis au début du mois de juin et la deuxième à l'école d'architecture au début des classes, en septembre. Nous prévoyons clore cette aventure avec un vernissage lors de ces événements où nous inviterons les nombreux acteurs du projet à venir échanger avec nous sur leur expérience et à célébrer l'ouverture officielle du pavillon numérique.



Figure 29. Élément horizontal du deuxième prototype de la structure du voile



Figure 30. Deuxième prototype de la structure du voile assemblé

ANNEXE A

JOURNAL DE BORD

Comme il s'agit d'un cours sur mesure qui serait intéressant de reproduire pour les années subséquentes sous forme d'atelier de design-build, nous avons tenu un journal de bord pour rendre compte de l'expérience et surtout contribuer à notre apprentissage personnel, ainsi que laisser une trace du processus. Bien que moins formel que le reste de ce document, ce journal retrace les différentes embûches, solutions et rencontres qui font partie de ce processus.

7 février 2018

Rencontre avec Jacques White et inscription au cours travaux pratiques.

7-11 mai 2018

Participation au colloque Smartgeometry à Toronto. Expérimentation de structures numériques à 1:1. Expérimentation de l'effervescence du travail de groupe sur un projet commun.

6 juin 2018

Discussion avec Samuel Bernier-Lavigne du futur projet de construction 1:1. Une mise en contact avec Alexander Reford des Jardins de Métis s'en suit.

20 juin 2018

Premier contact avec Alexander qui fait part de son intérêt envers le projet et nous invite à le rencontrer aux jardins.

23 juin 2018

Rencontre à Métis avec Alexander Reford pendant laquelle un court portfolio et le projet du pavillon sont présentés. Première visite de site.

En résumé :

+ : Très grande ouverture sur le type, la position et l'usage de l'installation. Partage de contacts et de liens. Calendrier totalement libre de contraintes. Grand atelier disponible sur place.

Proposition la plus intéressante : Gazebo (Pavillon de jardin) Folie. La dimension du projet et son contexte nous semblent particulièrement intéressants dans le temps imparti et pour le niveau de détail que l'on souhaite achever. L'expérimentation reste possible et les contraintes constructives sont amoindries.

- : Financement semble possible, mais limité. Par contre, le site et les ateliers sont grands ouverts.

29 juillet 2018

Premières réflexions sur la conception du pavillon :

Statut sur l'échelle du «Gazebo» et de ses possibilités

Statut sur l'apport des outils numériques pour la pré-fabrication

Statut sur le choix de matériaux sains et durables

Vision :

Folie dans le jardin

Liaison avec l'étang (Voir liaison avec un autre Pavillon)

Lien avec le ciel (Parallèlement lien avec la pluie)

Ne pas perdre qualités de l'installation remplacée

À prévoir :

Implantation en bordure d'étang (fondation, pieux,...)
Transport et format des éléments préfabriqués jusqu'au site (Ponceau & sentiers étroits)
Installation avant hiver ? (échéancier en fonction)
Coûts & disponibilité des matériaux

27 août 2018

Choix des priorités conceptuelles.

Matérialité
Lien avec contexte
Génératrice d'ambiance
Durabilité
Fabrication (modénature)

Lieu d'expérience
Folie
Pas qu'un simple élément décoratif
Pluie

Nomenclature de la chose pose question
Pavillon, gazebo, Folie ?

Rencontre Avec Jacques
Horaire ample pour
Expérimenter
Ne pas trop stresser
Bénéficiez des choses hors projet
Opportuniste congrès de l'ordre

20-21 septembre 2018

Participation au congrès de l'ordre des architectes afin de rencontrer des acteurs de la construction, rencontrer de futurs partenaires qui pourraient contribuer au projet et distribuer nos cartes de contact.

En résumé :
Plusieurs rencontres, peu de retours.
Relativement peu de présences de compagnie travaillant le bois, malgré la thématique du congrès
Expérience somme toute décevante dans l'ensemble.

3 octobre 2018

Rencontre avec Richard Pleau ing. pour discuter de structure avec appui visuel de la maquette 1:10.
Découpe de la forme 1:1 avec la découpeuse laser au sol du pavillon en prévision d'un essai de la géométrie sur le site.

5-7 octobre 2018

Transport et montage de la CNC d'Hugo en Gaspésie.
Visite du site près de l'étang artificiel avec Alexander et confirmation par ce dernier de la possibilité

d'y installer le pavillon.

Test in situ de la forme 1:1 découpée préalablement.

9 octobre 2018

visite carrière roches Lévis :

Intéressant pour le dialogue avec les industrielles et l'apprentissage des techniques et moyens de découpe de la pierre. Le coût faramineux de la soumission nous a toutefois refroidis.

mail retour visite de site à Alexander

10 octobre 2018

Rencontre avec Jacques White pour discuter de l'avancement du projet et de construction.

12-14 octobre 2018

Expérimentation avec la CNC nouvellement installée en Gaspésie :

Fonctionne bien

Précision ½ mm près (49.5mm découpé pour une ligne de 50mm)

Problème «soft limits» et réglage du zero switch pour l'axe des z

Génération de la géométrie 1:1 :

Épaisseur

Orientation

Problèmes de découpe :

Moteur A et X ne fonctionnent pas de la même manière (mouvement supérieur de x quand on fait reference all home)

Répétition des erreurs après 11 min de découpe dans une coche (souvent nœuds)

Bois courbe dur à fraiser de niveau

17 octobre 2018

Montage du premier prototype 1:1 d'une section de la structure du voile du pavillon :

Les morceaux ne s'imbriquent pas parfaitement en raison de double courbure dans certaines pièces.

La méthode d'assemblage du voile du pavillon est à revoir.

Rencontre avec Gilles Rocheleau :

Discussion sur les assemblages et résistances

Gage de clôture confirmé et broche

Rencontre avec Samuel Bernier-Lavigne :

Discussion problèmes de géométries grasshopper

Retour des pieux pilex qui nous offre de nous donner l'entièreté des pieux demandés avec la livraison sur le site.

19 octobre 2018

Commande de matériaux :

Pierre avec Banville et Coulombe

Bois avec JD Sirois

2-4 novembre 2018

Première étape de la construction sur site :

Nombre de participants : 2 membres de l'équipe + 2 à 3 personnes bénévoles

Rencontre avec François, le menuisier des Jardins de Métis

Débroussaillage, aplanissement du site et assemblage des lisses avec colle

8-11 novembre 2018

Deuxième étape de la construction sur site :

Nombre de participants: 3 membres de l'équipe + 6 étudiants en architecture

Problème de logement...moins de 24 heures d'avis. On doit relocaliser les 9 étudiants pour vendredi et samedi soir.

Finition du site (nivelage, compactage) et pose des tuiles d'ardoise sur le sol

Coupe, assemblage et brûlage des morceaux pour l'assemblage des colonnes

Installation lisse et mise à niveau des ardoises

Montage de la structure

Pieux décalés exigeant correction à la masse pour alignement lisse

Serre à tuyau et martyre pour faire entrer morceaux puisque précision au milieu près . Un chanfrein aurait pu être prévu. Un chanfrein à la main a été fait. Montage de 3 poteaux et insertion lisse haute.

Difficile puisque seulement 2 escabeaux. Avantage d'être plusieurs. Insertion des autres les uns après les autres. Efficace et rapide tout le monde a quelque chose à faire.

Gabarit de perçage bien. Aurait pu être amélioré par forme en u pour éviter qu'il se soulève +trou aurait pu être plus vers le centre.

Ajustement de un poteau qui était plus haut

Installation clôture : broche dans agrafeuse Manuel ok pour fixation temporaire, mais gun à air avec agrafes 2 po minimum.

Remplissage de roche à l'intérieur du cœur avec 3 personnes à l'intérieur.

Développement d'une technique pour le fil qui attache le grillage avec les colonnes fonctionne bien sauf partie plus étroite plus ardue

Placement des roches plus minutieusement pour cacher la lisse. Premier pied plus difficile et long ensuite bonne cadence.

Début neige fondante

François quitte et l'on se retrouve rapidement à transporter manuellement la roche et faire les allers/retour. Importance d'insister pour mettre les matériaux à proximité!!

Intensité de la neige fondante . Gants et vêtements de plus en plus mouillés et pierre bouetteuse et glissante.

Vitesse ralentie, car séparation en sous groupe.

2 flat sur premier chargement avec le trailer du quatre-roues

Changement pour grosse remorque sur quatre roues

Montage d'environ 3pi jusqu'après la noirceur. Éclairage avec les cart de golf et 4 roues. Devient trop noir et dangereux pour accident roche.

Le dernier jour, remplissage avec équipe bien rodée et efficace. On remplit jusqu'à 6 pi (4h30) on ramasse tout et on quitte pour Québec (17h30)

ANNEXE B

DOCUMENTATION IMAGÉE DES PHASES DE CRÉATION



Figure B-1. Maquette de travail 1:10

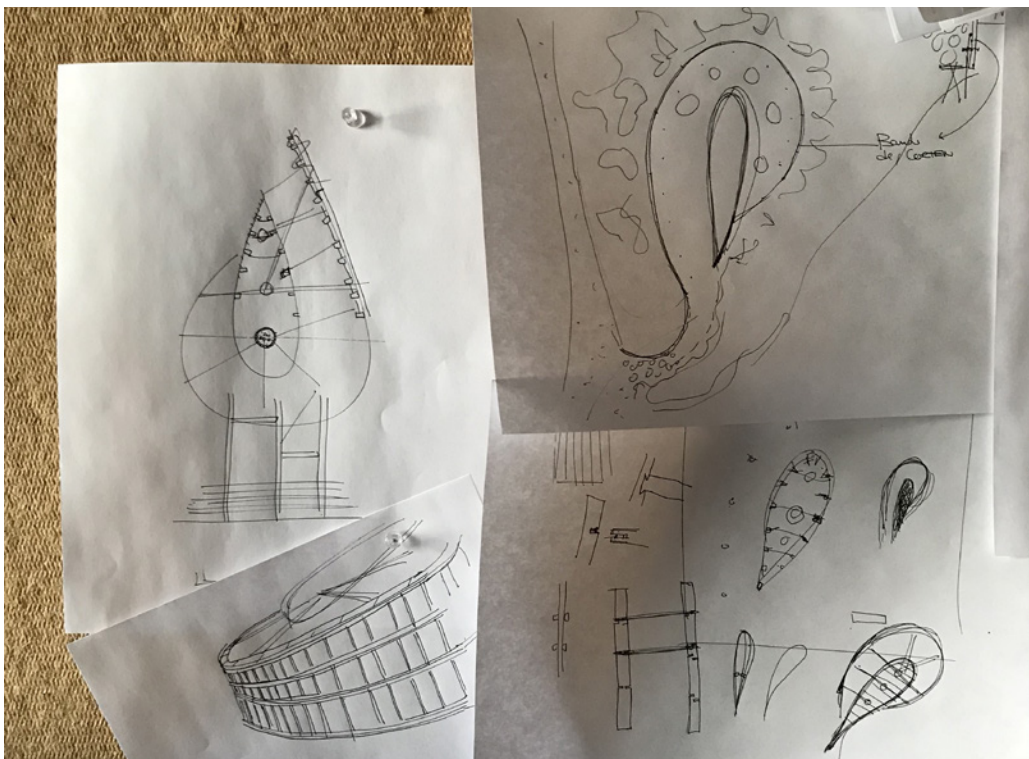


Figure B-2. Différents croquis de la phase de conception



Figure B-3. Installation de la CNC en Gaspésie



Figure B-4. Résultat des premières découpes avec la CNC



Figure B-5. Inspection des colonnes brûlées



Figure B-6. Lisse basse posée sur les pieux



Figure B-7. Imbrication d'une colonne dans la lisse basse



Figure B-8. Assemblage du pavillon



Figure B-9. Chargement manuel des pierres



Figure B-10. Travail à la chaîne pour le remplissage du cœur



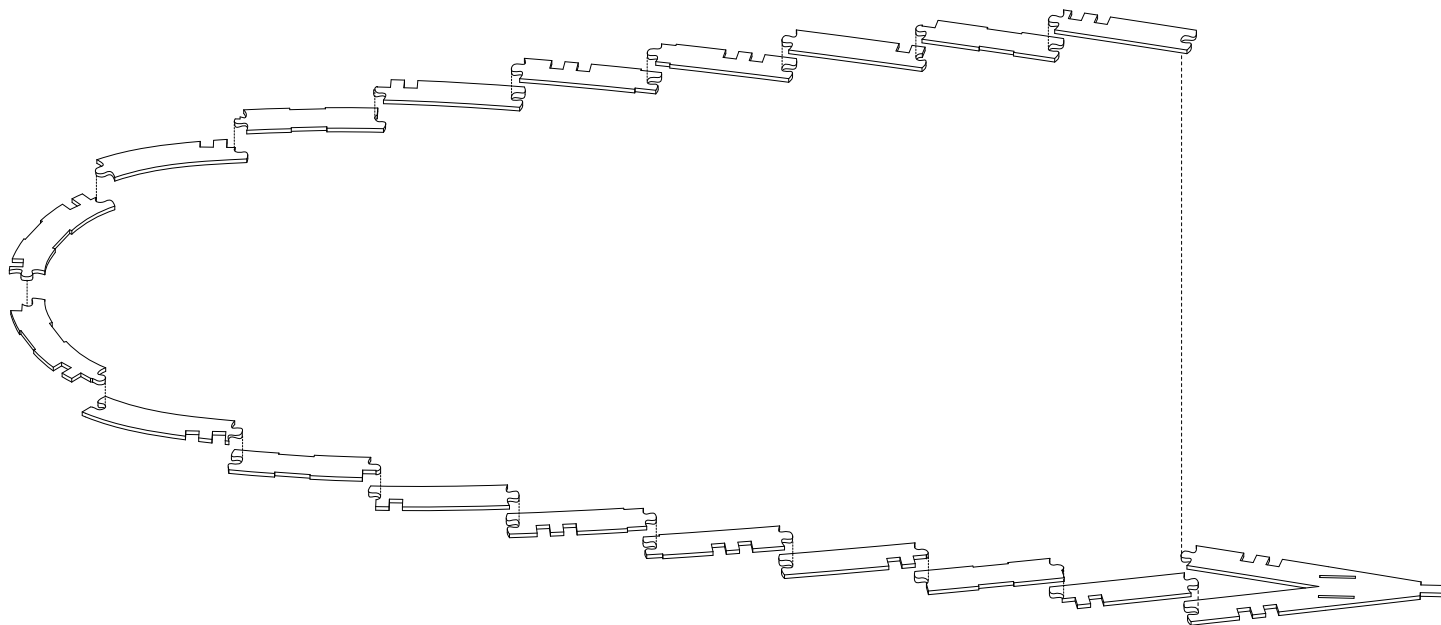
Figure B-11. Sortie du cœur en gabion



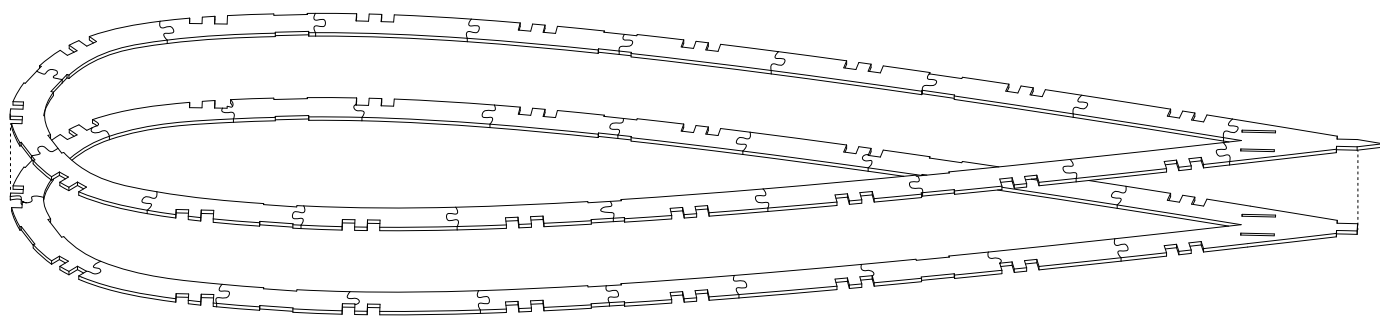
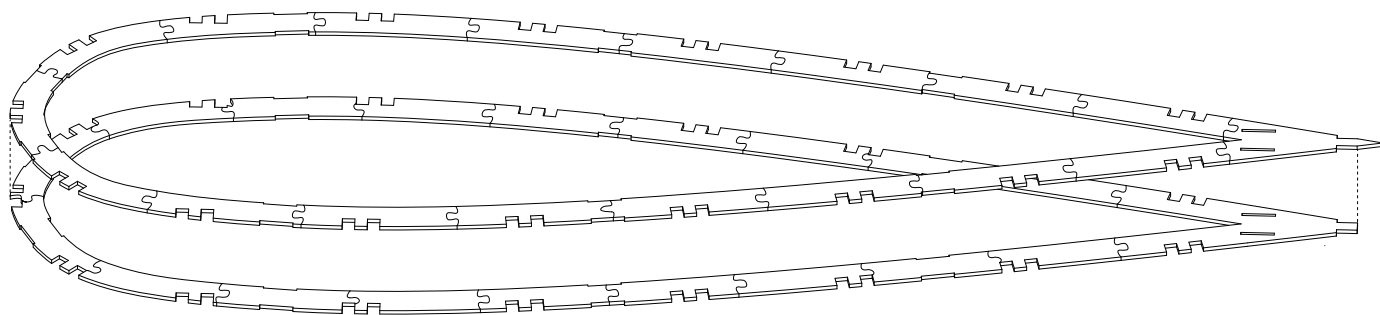
Figure B-12. Avancement du travail

ANNEXE C

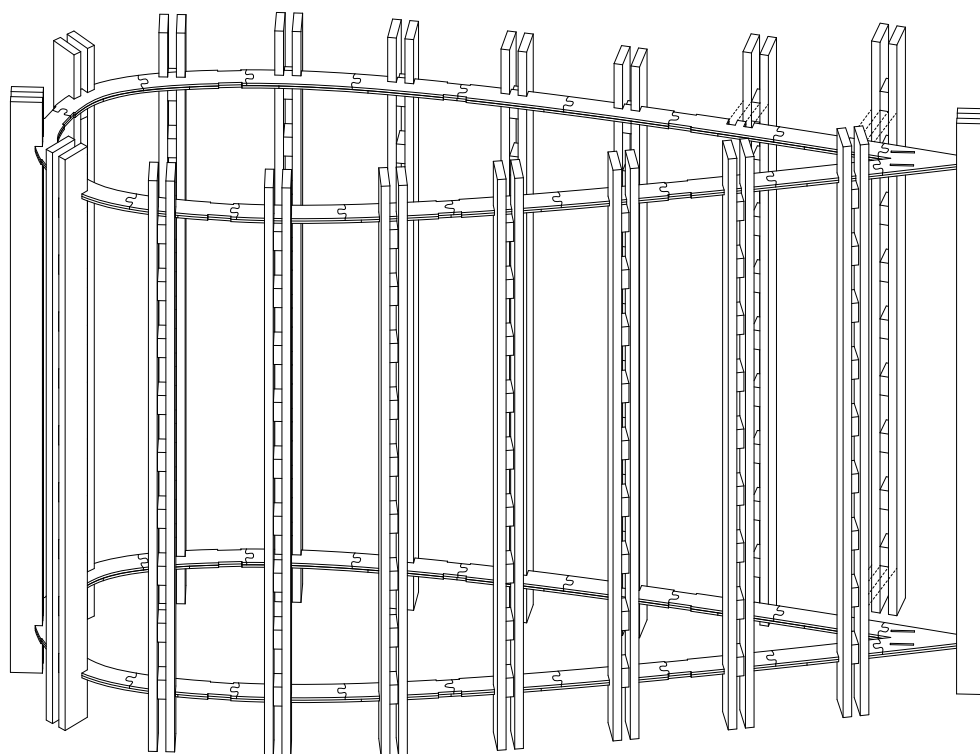
DÉTAILS



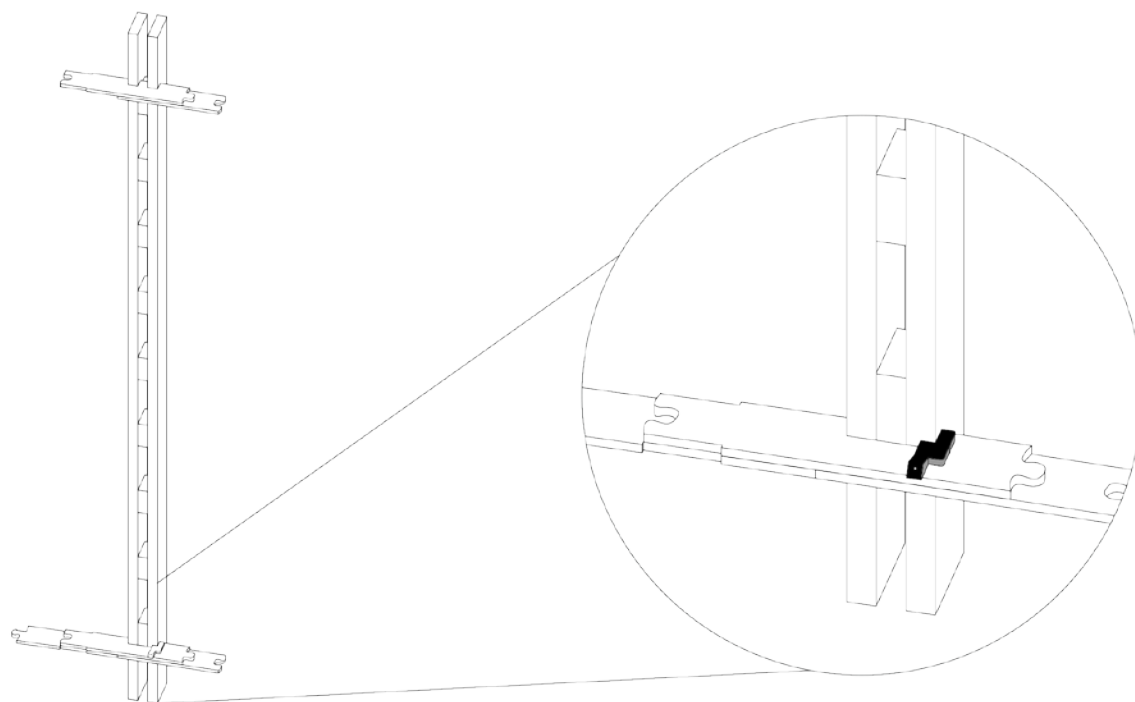
ASSEMBLEMENT DES MORCEAUX DE LA LISSE



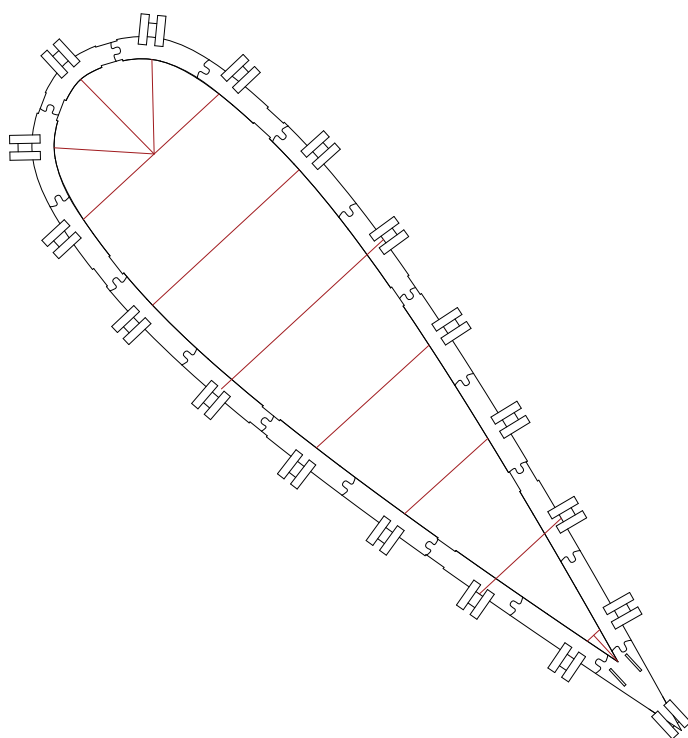
DOUBLAGE DE LA LISSE POUR LUI ASSURER UNE SOLIDITÉ



ASSEMBLEMENT DES MONTANTS VERTICAUX EN BOIS AVEC LA LISSE HAUTE ET BASSE.



GABARIT IMPRIMÉ 3D POUR VISSAGE À 30 DEGRÉS DE LA LISSE BASSE .



VUE DE DESSUS: CABLE EN ACIER GALVANISÉ CALIBRE 12 POUR TENSION DES MONTANTS VERTICAUX EN BOIS. RETIENT LES POUSSÉES HORIZONTALES DES PIERRES À GABION.

ANNEXE D

EXEMPLES DE STRUCTURES GAUFRÉES

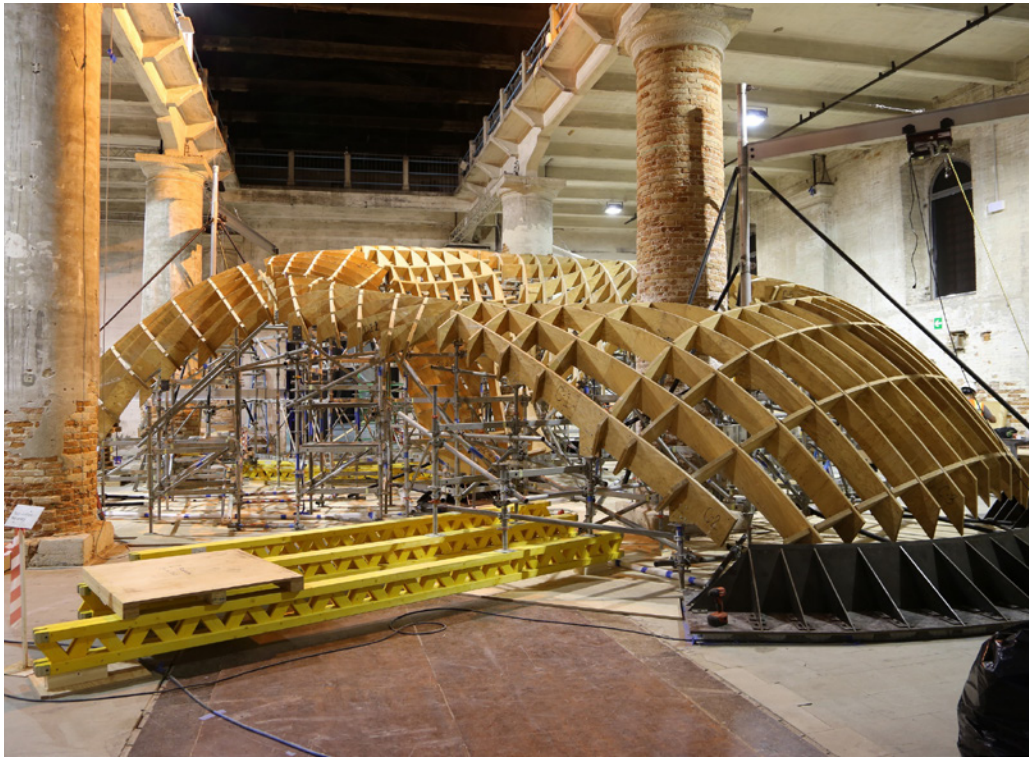


Figure C-1. "Armadillo Vault," Installation, Armadillo Vault, consulté le 2 janvier 2019, <http://www.armadillovault.com/armadillo-installation/>.



Figure C-2. "The Passage," 2011 matR Project, Archdaily, consulté le 2 janvier 2019, <https://www.archdaily.com/161894/2011-matr-project-the-passage>



Figure C-3. "Garden Pavilion," Garden Pavilion in Museu de Serralves, Archdaily, consulté le 2 janvier 2019, <https://www.archdaily.com/888594/garden-pavilion-in-museu-de-serralves-diogo-aguiar-studio>.



Figure C-4. "Metropol Parasol," Metropol Parasol / J. Mayer H + Arup, Archdaily, consulté le 2 janvier 2019, <https://www.archdaily.com/201961/metropol-parasol-j-mayer-h-arup>.