



**HAL**  
open science

## Swing it !

Martin Bacle, Lika Covaleva, Philippe Maillard, Jennifer Rein, Julien Walkowiak

► **To cite this version:**

Martin Bacle, Lika Covaleva, Philippe Maillard, Jennifer Rein, Julien Walkowiak. Swing it!. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2013. hal-01867614

**HAL Id: hal-01867614**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01867614>**

Submitted on 4 Sep 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



Martin BACLE - ingénieur  
Lika KOVALEVA - architecte  
Philippe MAILLARD - architecte  
Jennifer REIN - architecte  
Julien WALKOWIAK - ingénieur



## SOMMAIRE

<b>I/ NOTICE ARCHITECTURALE.....</b>	<b>3</b>
<b>A/ PROGRAMME.....</b>	<b>4</b>
<b>B/ CONCEPT.....</b>	<b>4</b>
<b>1/ Présentation du projet, contexte et références.....</b>	<b>4</b>
<b>2/ Ambiances intérieures.....</b>	<b>6</b>
<b>C/ FONCTIONNALITE.....</b>	<b>7</b>
Organisation générale et grandes dimensions.....	7
<b>D/ CARACTERISTIQUES.....</b>	<b>10</b>
Montable/démontable.....	10
<b>E/ MODULARITE ET OPTIONS.....</b>	<b>10</b>
<b>1/ Possibilités de modularité du projet.....</b>	<b>10</b>
<b>2/ Aménagements intérieurs .....</b>	<b>12</b>
<b>II/ NOTICE TECHNIQUE.....</b>	<b>13</b>
<b>A/ PRINCIPES CONSTRUCTIFS GENERAUX.....</b>	<b>14</b>
<b>1/ Système constructif.....</b>	<b>14</b>
<b>2/ Charges, coût et poids.....</b>	<b>15</b>
<b>3/ Modélisation.....</b>	<b>20</b>
<b>B/ PROCEDES DE MONTAGE.....</b>	<b>22</b>
<b>1/ Organisation de l'assemblage.....</b>	<b>22</b>
<b>2/ Transport et stockage.....</b>	<b>24</b>
<b>III/ ANNEXES.....</b>	<b>26</b>
<b>A/ DETAIL TECHNIQUE.....</b>	<b>27</b>
<b>B/ NOMENCLATURE.....</b>	<b>29</b>

# I/ NOTICE ARCHITECTURALE

## A/ PROGRAMME

Un édifice bois de 25m<sup>2</sup>, innovant, spectaculaire et modulaire, tels sont les premiers critères à avoir été évoqué par ERDF lors de la présentation de ce projet. Le but est avant tout d'imaginer un stand d'accueil créé pour l'entreprise dans le cadre de manifestations extérieures. Le tout doit être montable et démontable, modulaire afin de pouvoir être industrialisable et appropriable par différentes entreprises, et bien évidemment répondre à plusieurs critères techniques tels que l'étanchéité, un édifice clos et adaptable à tout type de terrain. Lancé fin septembre 2012, ce projet d'une durée de 3 mois a mobilisé 6 équipes mixtes de 5 étudiants architectes et ingénieurs. Notre proposition a cherché à répondre au plus près à ces grandes problématiques énoncées, en apportant une plus value architecturale et technique afin de pouvoir offrir à ERDF les bénéfices d'une architecture innovante et d'une structure aussi habile techniquement qu'esthétique.

## B/ CONCEPT

### 1/ Présentation du projet, contexte et références

La recherche du concept s'est effectuée tout d'abord sur des notions qu'il nous semblait indispensable d'inclure au projet, telles que : dynamisme, modularité, souplesse, ambiances intérieures et extérieures, volume, lumière, montable/démontable, transparence... Ces premières idées fortes nous ont permis de diriger nos volontés et nos premières grandes idées architecturales. Très vite s'est dessiné le principe d'une forme simple et épurée que l'on viendrait décliner et complexifier de manière à tendre à la fois vers une richesse technique et esthétique du projet. Suite à nos différentes recherches, la forme du carré déclinée s'est rapidement imposée à nous.

Pour ce qui est du contexte, le projet est initialement prévu pour être installé sur les bord de la Meuse, le long du Bras Vert à Nancy. Notre bâtiment a donc été pensé de façon à pouvoir s'insérer dans ce paysage de bord d'eau. Sa linéarité l'intègre tandis que sa forme spécifique en font un objet remarquable dans le paysage.

En effet, en tant que pavillon d'exposition, ce dernier se doit d'attirer l'œil du passant afin de devenir un réel objet de communication. Cette démarche s'inscrit dans un but pédagogique, d'une part par cette forme atypique et remarquable, et d'autre part par l'utilisation du bois et le message qui se veut retranscrit au travers ; durabilité, exception et éco-construction.

Nos principales références ont été les œuvres de deux artistes, toutes deux placées sur des ponts et des passerelles.

La première, de Christo Vladimirov Javacheff, est un principe d'emballage du Pont Neuf à Paris. Cette œuvre nous a beaucoup inspiré dans notre recherche de créer deux projets différents, le premier étant un édifice extérieur simple, épuré, lisse, un peu à l'image de ce pont emballé, le second étant un espace extérieur riche et complexe, celui qui est habilement dissimilé sous la toile, et que l'on découvre après avoir pénétré à l'intérieur du projet.



*Fig. 1 :  
Habillage du Pont Neuf,  
Christo, Paris*



*Fig. 2 : Trestle Trail Bridge, Dahlquist B., Iowa*

La seconde est une œuvre de David Dahlquist B , le High Trestle Trail Bridge à Central Iowa aux Etats-Unis. Cette sculpture nous a inspiré de par le fait que ce module simple et répété crée une ambiance unique qui insuffle au projet une grande lisibilité et un caractère spectaculaire.

## 2/ Ambiances intérieures

L'idée de cet espace d'exposition a été de créer un lieu à la fois appropriable pour tous les passants et utilisateurs du module, mais également de mettre en avant une ambiance intérieure bien spécifique. Les mouvements de rotation successifs des différents modules conduisent en effet à un sentiment peu commun, à la fois une idée de déséquilibre et d'avoir quitter les repères conventionnels. Cette idée est renforcée par la présence des ouvertures aux couleurs éclatantes qui se suivent les unes à la suite des autres, créant ainsi un mouvement circulaire tandis que toutes les formes utilisées sont des carrés, et par extension, des triangles.

De la même façon, les stries droites créées par les lattages latéraux des modules dessinent à l'intérieur du pavillon un espace à part entière. Ces lignes se retrouvent opposées aux surfaces lisses et blanches que l'on pouvait apercevoir de l'extérieur, modelant ainsi des ambiances différentes. Les passants s'attendaient à retrouver une impression identique à celle qu'ils pouvaient ressentir de l'extérieur, ors cette dernière est complètement différente et enrichi le projet. Les toiles tendues laissent alors place au dessin fin du bois et au jeu de mouvement. Le pavillon s'anime, le passant est entraîné dans un nouveau lieu qu'il ne pouvait prédire, les ambiances extérieures et intérieures se dissocient et se complètent à la fois dans le but d'apporter une grande richesse d'espaces à ce projet.



*Fig. 3 : Ambiances intérieures dans le pavillon*

## C/ FONCTIONNALITE

### Organisation générale et grandes dimensions

Le plan s'organise selon les 7 modules que nous avons mis en place dans le but d'obtenir une surface atteignant les 25m<sup>2</sup>. Ces dimensions sont bien évidemment données dans le cadre de ce projet précis, mais il est important de noter que tous ces modules permettent une infinité de possibilité d'assemblage et donc de dimensions différentes.

En définitive, le pavillon complet à ce stade de projet mesure plus de 8m de long par 3,50m de largeur minimale. Les différents modules possèdent tous la même largeur de 1,16m, et leur hauteur varie selon leur angle de rotation ; le premier module à 90° mesure 3m de haut, tandis que le quatrième module à 45° mesure jusqu'à 3,76m.

Il est important de rappeler également que les modules 1, 2 et 3 sont exactement les mêmes que les modules 5, 6 et 7, selon un axe de symétrie axiale qui est le module 4. Le projet possède donc uniquement 4 modules différents dupliqués afin de pouvoir allonger le pavillon.

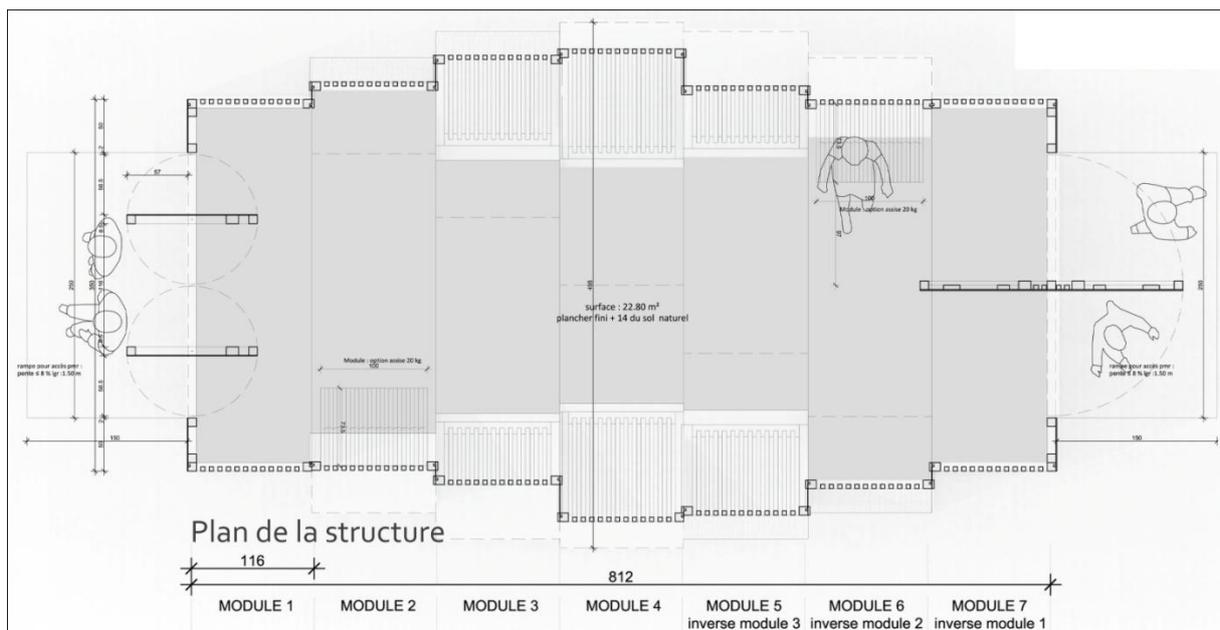


Fig. 4 : Plan du pavillon d'exposition

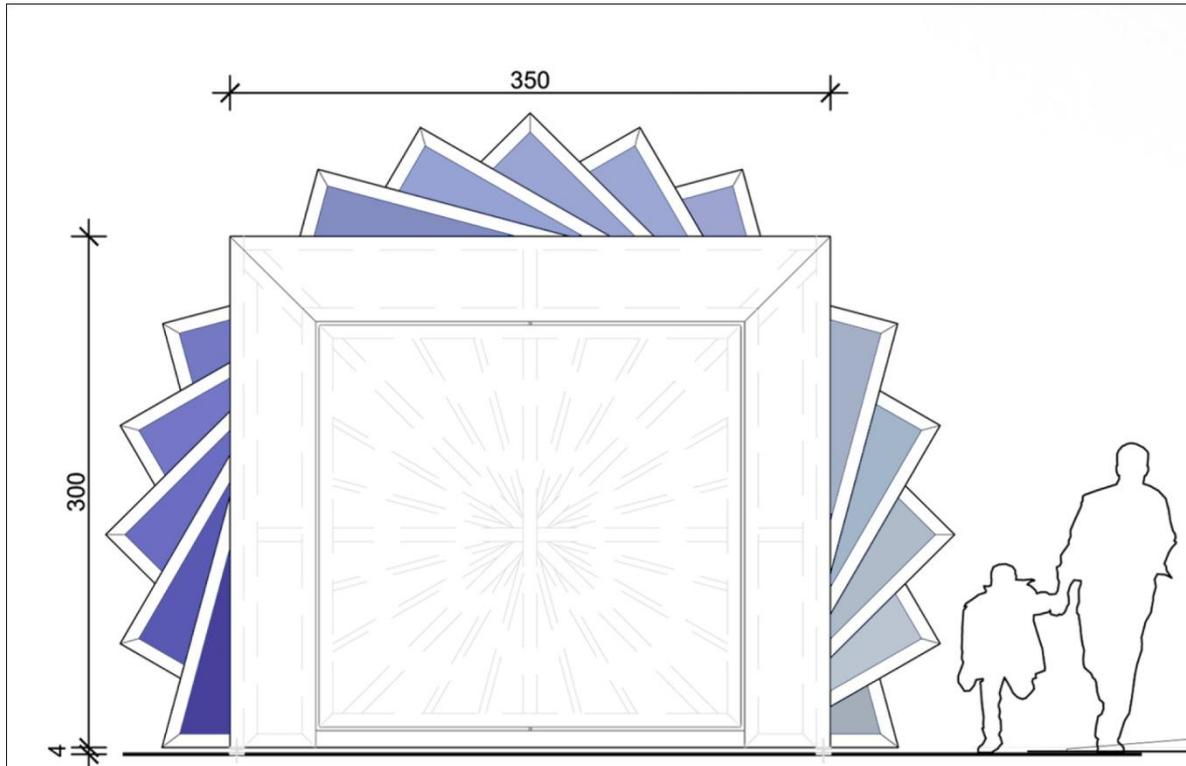


Fig. 5 : Façade transversale



Fig. 6 : Façade longitudinale



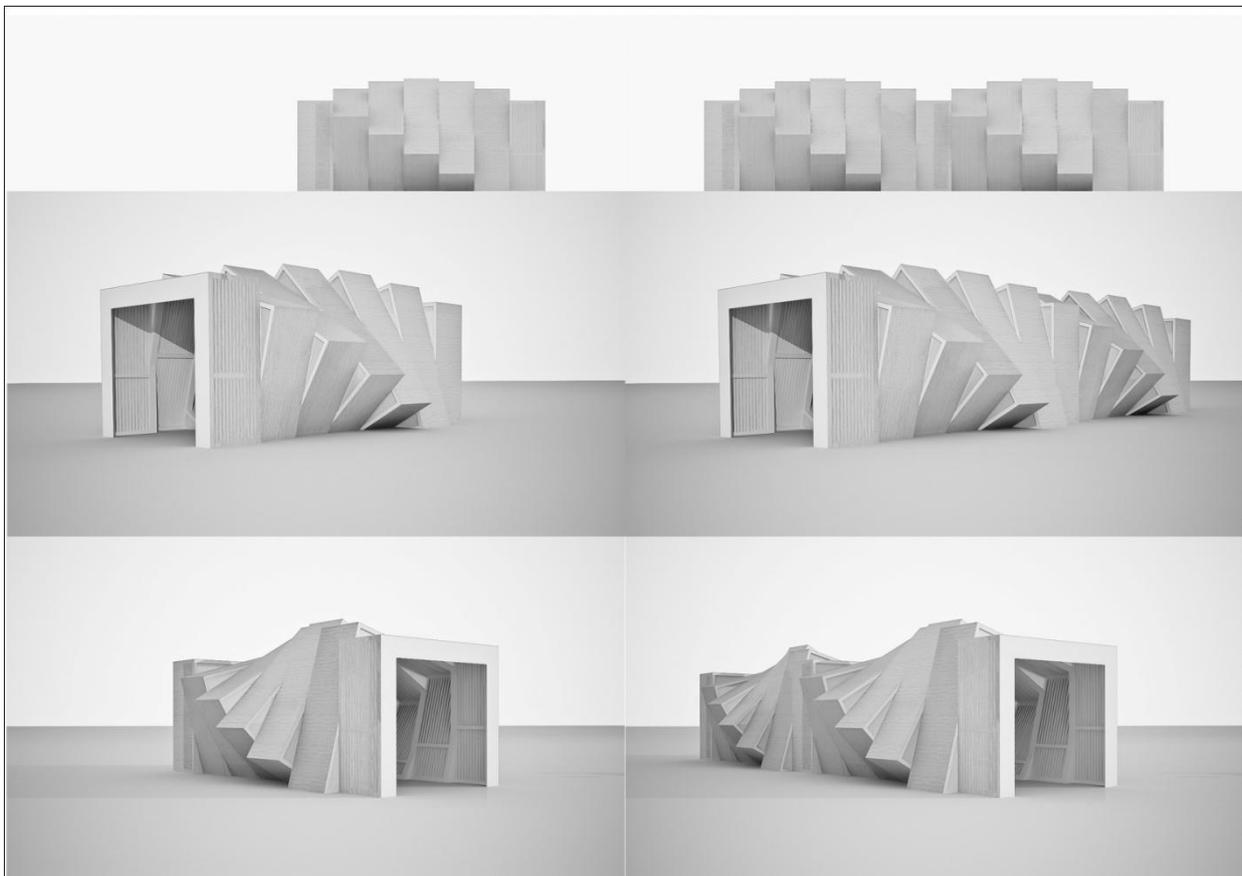
## D/ CARACTERISTIQUES

### Montable / Démontable

En tant que pavillon d'exposition, ce projet se doit de pouvoir s'adapter à son environnement, à tout type de sol, et également de convenir à tout type de manifestation. Dans ce but, il doit être réutilisable, et donc montable et démontable par un personnel qui ne serait pas forcément professionnel. Une fois ces premières contraintes bien définies, nous nous sommes dirigés vers un système constructif relativement simple et rapide d'exécution qui permet au maximum de réutiliser les différentes pièces du projet et de les installer de manière propre et instinctive. Cette caractéristique s'est montrée majeure tout au long de l'élaboration de ce projet, et nous avons cherché à en faire un de nos principaux atouts.

## E/ MODULARITE ET OPTIONS

### 1/ Possibilités de modularité du projet



*Fig. 8 : Différentes échelles et dimensions pour le pavillon*

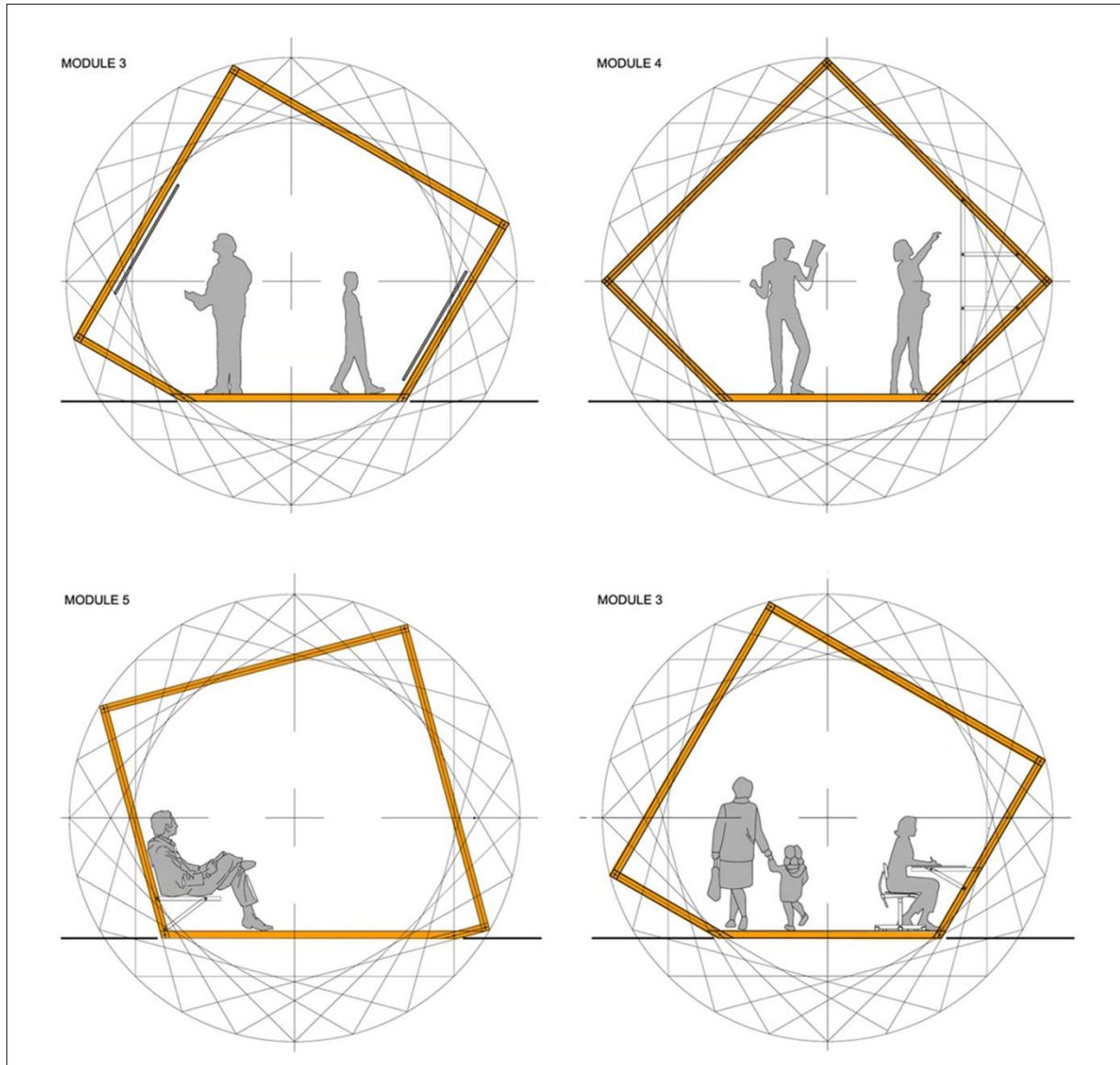
Dans ce projet, le maître mot a été "modularité". Notre principe relativement simple est duplicable sans limite, soit pour rajouter de la longueur au pavillon en ajoutant des modules supplémentaires, soit en modifiant son échelle. En effet, nous sommes parti sur des modules carrés de taille moyenne (3,50m de large pour le plus étroit), mais ces derniers peuvent tout à fait être imaginés à une échelle bien plus importante, ou au contraire, plus petite. De plus, nous pouvons également intégrer ou non un plancher à notre structure tout en étant attentif aux accès PMR.

De la même façon, nous avons pensé pouvoir modifier tout habillage. Les panneaux triangulaires de polycarbonate qui forment les différentes ouvertures peuvent être parés de couleurs différentes selon la manifestation dans laquelle le pavillon doit être présenté, mais la toile également peut être complètement modulable. On peut choisir dans un premier temps si on la met complètement ou non, en imaginant en été un pavillon complètement ouvert, mais on peut également choisir une toile imprimable et faire ainsi passer le message de son choix directement sur le pavillon.



*Fig. 9 : Différentes options de polycarbonates colorés*

## 2/ Aménagements intérieurs



*Fig. 10 : Modularité de l'ameublement intérieur*

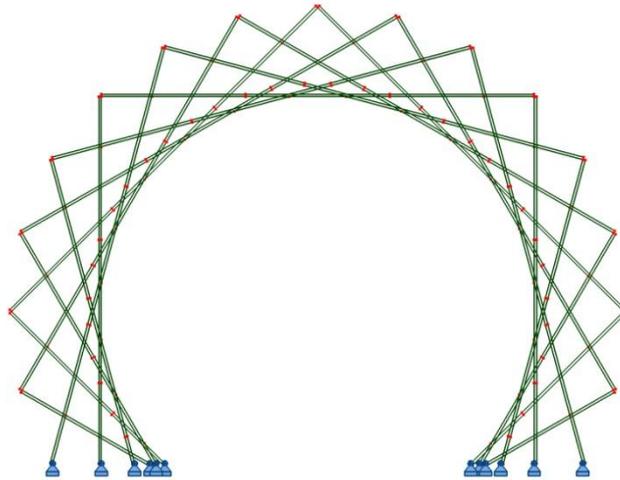
Pour ce qui est de la modularité de l'aménagement intérieur, nous avons imaginé un ensemble de meubles intégrés sur coulisses qui permet à la fois de pouvoir gérer complètement l'espace intérieur, soit en les pliant tous, et en laissant l'espace libre, soit en les dépliant et en les laissant à la disponibilité des utilisateurs. Ces meubles seraient des bureaux, des bancs et systèmes d'assises, des étagères ou encore des panneaux d'exposition et seraient modulaires selon l'utilisation faite du pavillon.

## II/ NOTICE TECHNIQUE

## A/ PRINCIPES CONSTRUCTIFS GENERAUX

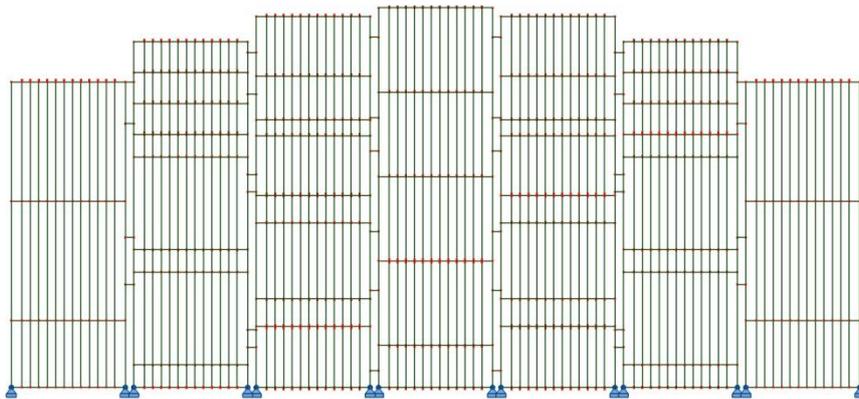
### 1/ Systèmes constructifs

Notre structure est un portique spatial. Physiquement, on a des portiques qui permettent de reprendre les efforts verticaux d'une part et horizontaux sur le long pan d'autre part. On voit bien sur la vue en pignon que chaque portique contrevente ses voisins et que la stabilité est assurée. Il faudra cependant faire attention lors du montage : s'il y a du vent, la stabilité est assurée à partir du moment où deux modules sont assemblés.



*Fig. 11 : Structure vue du pignon*

Les efforts horizontaux sur le pignon sont plus faibles et sont repris par la rigidité des panneaux qui relient les portiques pour former les différents modules.



*Fig. 12 : Structure vue du long pan*

Ainsi, si structurellement notre stand est constitué de portiques et d'un contreventement longitudinal par panneaux, dans la réalité du montage, on assemble seulement des panneaux préfabriqués entre eux. Au sein du même module, l'assemblage des panneaux est réalisé avec des ferrures métalliques en âme. Deux modules consécutifs sont simplement boulonnés en plusieurs points via des trous oblongs permettant d'assurer une certaine souplesse de montage. On a ainsi facilité la reconnaissance des différents éléments et limité les actions à réaliser sur site.

L'élément de base "panneau" est assemblé en atelier par collage.



*Fig. 13 : Panneau entier assemblé par collage*

## 2/ Charges, coût et poids

### - Charges de neige

Notre stand n'étant pas vraiment conçu pour être utilisé en hiver, nous n'avons donc pas réalisé d'étude réglementaire NV 65 pour les charges de neige.

Cependant, nous appliquons le règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux Établissements Recevant du Public, LIVRE IV : Dispositions applicables aux établissements spéciaux, Chapitre 2 : Établissements de type CTS (Chapiteaux, tentes et structures itinérantes).

Ainsi on considère une **surcharge de neige de 0,1 kN/m<sup>2</sup> en projection horizontale** sur les éléments exposés. Cette charge correspond à 10 cm de neige fraîche.

La réglementation pour les ERP de type CTS impose par ailleurs l'évacuation de l'établissement si la précipitation de neige dépasse 4 cm.

### -Charges de vent

Nous appliquons le règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux Établissements Recevant du Public, LIVRE IV : Dispositions applicables aux établissements spéciaux, Chapitre 2 : Établissements de type CTS (Chapiteaux, tentes et structures itinérantes).

Ainsi, la charge de vent normale correspond à une **pression dynamique de base de 0,47 kN/m<sup>2</sup>** ce qui correspond à un vent normal de 28 m/s, soit 100 km/h.

Nous avons réalisé une étude au vent à l'Eurocode avec le logiciel MdBat Eole 5.

Hypothèses :

- Région 1
- Vr<sub>éf</sub> = 28 m/s
- Rugosité IIIa (campagne avec haies)
- aucune situation particulière

La forme de notre structure étant compliquée, on fait l'étude pour une volumétrie simple la contenant. Ainsi, on modélise le bâtiment comme un bâtiment à toiture terrasse à arêtes vives, de dimensions l = 8,12 m ; L = 4,95m et h = 3,80 m. La couverture est de type plane et on a une ouverture sur un pignon de dimensions 3,5 m \* 3,0 m.

On en déduit les charges sur les éléments inclinés par projection des vents en toiture et en façade. Par exemple pour une poutre inclinée de 30° devant recevoir un vent Wh en facade et Wv en toiture, on prend on compte pour les calculs un vent normal à la poutre :

$$W_n = W_h \times \sin(30^\circ) + W_v \times \cos(30^\circ)$$

**Résultats**

Les résultats sont donnés en daN/m<sup>2</sup> avec comme convention de signe une valeur positive pour les pressions exercées sur le bâtiment.

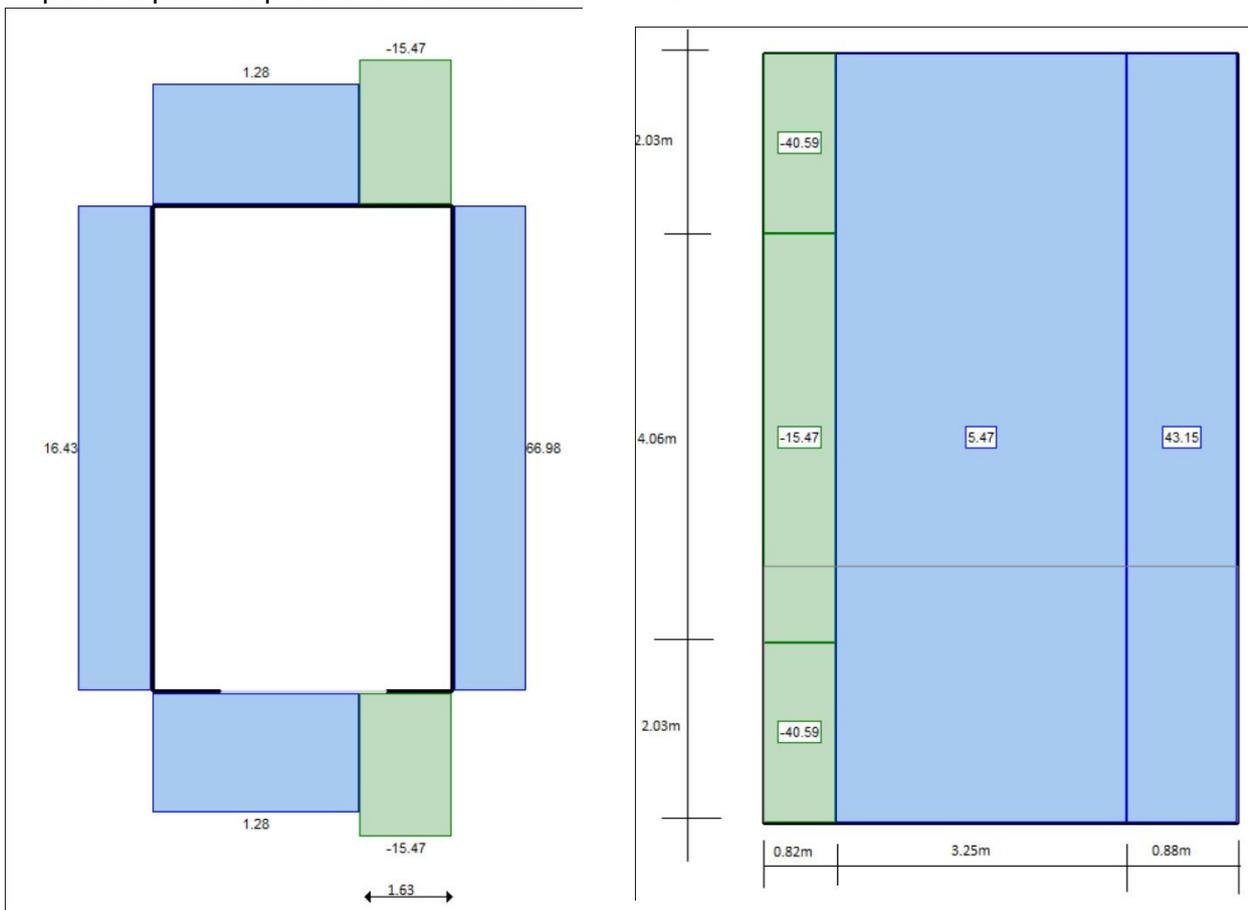


Fig. 14 et 15 : Pression de vent sur le long pan

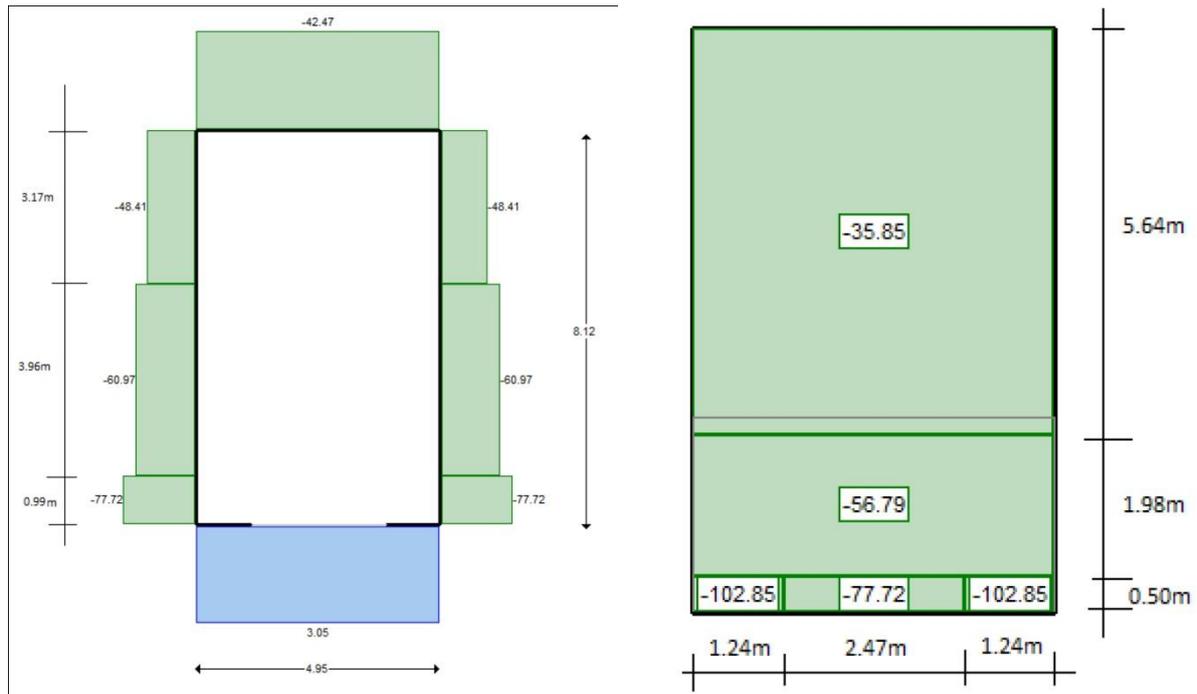


Fig. 16 et 17 : Pression de vent sur le pignon

## - Estimation des poids propres

### Sections de bois utilisées pour la structure

Nous utilisons comme essence de l'épicéa de classe C24. On calcule les charges pour une masse volumique de 450 kg/m<sup>3</sup>.

Nous utilisons 2 sections différentes : du 4x4 cm<sup>2</sup> pour les lattes et du 8x8 cm<sup>2</sup> pour les portiques et les entretoises. On distingue les entretoises qui sont usinées en « peigne » ou « créneaux » pour accueillir un lattage à claire-voie.

Section (cm <sup>2</sup> )	Poids (daN/m)	Longueur (m)	Poids (daN)
8x8	2,88	140	403
8x8 « peigne »	0,72	835	601
4x4	2,19	88	193

## Couverture

Nous avons prévu d'utiliser une toile de type Ferrari Stamoid 4452 avec un système de fixation par réglette alu de type CRYSTAL PTKN. Cette solution permet d'avoir une toile légèrement translucide avec un système de fixation permettant de changer la toile aussi souvent qu'on le souhaite.

Faute d'avoir pu obtenir les caractéristiques techniques et le prix de ces produits, on s'est rabattu sur un système moins coûteux, à savoir une toile de type polyester enduit PVC (matériau M2). On garde le même système de fixation avec une rainure dans les montants mais on remplace la réglette alu par une baguette en bois clouée ou vissée.

	Poids (daN/U)	Quantité	Poids (daN)	Commentaire
Toile	0,7	93 m <sup>2</sup>	65	Polyester enduit PVC
Polycarbonate	3,6	24 m <sup>2</sup>	86	e=3mm ; coloré
Joint d'étanchéité	0,02	119 m	2	Compriband exp 3-7 mm
Baguette de fixation	0,09	140 m	13	EPI 1,8x0,8 cm <sup>2</sup>

## Quincaillerie

Nous avons mis un point d'honneur à avoir des assemblages simples à réaliser. La plupart de ceux-ci sont réalisés en atelier à base de colle polyuréthane. Sur le chantier, il ne reste qu'à assembler les panneaux.

L'assemblage des panneaux d'un même module est réalisé à l'aide de ferrures en L et de boulons de 12mm dans l'âme des portiques. On a une première longueur de boulons de 76mm.

L'assemblage entre les différents modules est réalisé par des boulons de 12mm également mais de longueur 155mm. La différence de longueur significative des boulons permet de les identifier immédiatement et leur diamètre identique permet d'utiliser la même clé pour les fixer. De même, on utilise les mêmes rondelles pour chaque boulon.

L'assemblage en pied de poteau est réalisé grâce à un produit de la gamme Simpson Strong Tie APB 7090/100.

	Poids (daN/U)	Quantité	Poids (daN)	Commentaire
Ferrure en L	0,75	34	26	Acier S235
Pied de poteau	1,3	28	36	Simpson APB 7090/100
Boulon 1	0,09	136	12	L=76mm D=12mm classe 4,8
Boulon 2	0,16	34	5	L=155mm D=12mm classe 4,8
Rondelle	0,01	340	3	Dint=12mm Dext=32mm
Pointe		1000	1	Ø 1,4 x 25 mm

### Mobilier intérieur

On considère pour chaque élément de mobilier une charge linéaire à l'endroit de la fixation de poids propre  $G = 0,2 \text{ kN/m}$  et de charge d'exploitation  $Q = 0,8 \text{ kN/m}$ .

Pour le stand total sans le mobilier ni le parquet, on obtient un poids approximatif de **1420 kg**.

### - Estimation du prix

Cette étude de prix ne concerne que le coût TTC des matériaux. On n'a pas pris en compte la main d'œuvre et le coût logistique. Nos prix sont valables pour l'achat en petites quantités par un particulier. On peut donc s'attendre à un prix surestimé.

	Prix TTC (euro/U)	Quantité	Prix TTC (euro)
EPI 8x8 cm <sup>2</sup>	5,5	228 m	1254
EPI 4x4 cm <sup>2</sup>	2,1	835 m	1754
BM 1,8x0,8 cm <sup>2</sup>	0,9	140 m	126
Toile	20	93 m <sup>2</sup>	1860
Polycarbonate	60	24 m <sup>2</sup>	1440
Joint	0,68	119 m	81
Ferrure	8	34	272
Pied de poteau	16	28	448
Boulon 1	0,9	136	122
Boulon 2	1,3	34	44
Rondelle	0,3	340	51
Pointe	10	1kg	10
Colle PU	21	1,5 kg	32

On obtient un coût matériaux de **7500 euros TTC**.

### Bilan poids/prix par module

	Poids (kg)	Prix TTC (euro)
Module 1	335	753
Module 2	338	758
Module 3	369	831
Module 4	376	845

### 3/ Modélisation

On a modélisé la structure grâce au logiciel de calcul aux éléments finis Autodesk Robot Structural Analysis 2012.

Ainsi la stabilité globale du bâtiment et la résistance des différents éléments est justifiée au CB 71.

#### - Hypothèses

Tous les éléments sont calculés comme des éléments de type poutre en matériau C24. On considère des éléments raidisseurs pour le calcul de la longueur de flambement : les entretoises dans un plan et les liaisons entre modules dans l'autre plan de flambement.

Pour modéliser la liaison rotule entre les différents modules tout en prenant en compte la continuité des portiques, on introduit une barre fictive de rigidité très grande encastree sur le premier portique et articulée sur l'autre (via un relâchement). Sinon le logiciel aurait coupé les portiques au nœud de liaison, et on aurait perdu la continuité des éléments de portiques. Cette hypothèse de calcul est validée par la déformée.

Les autres nœuds sont modélisés comme des encastremets, ce qui rend bien compte de la liaison induite par la colle ou les ferrures métalliques.

Les appuis sont modélisés comme des rotules. Cela ne correspond pas vraiment à la réalité où on a plutôt des appuis simples selon l'axe z avec des forces de frottement qui évitent le déplacement selon les deux autres axes. Cependant, certains appuis se soulèvent sous l'effet du vent, ce qui supprime la pression sur le sol induisant les frottements : les calculs du logiciel ne convergent pas si on modélise l'appui de cette façon.

Les calculs sont réalisés sans prendre en compte les caractéristiques de la toile : les charges climatiques et le poids propre de la toile sont uniformément répartis sur les panneaux.

#### - Actions

On utilise les valeurs calculées précédemment :

- poids propre de la structure  $G_{inf}$
- poids propre de la structure et du mobilier  $G_{sup}$
- surcharge d'exploitation du mobilier  $Q$
- surcharge de neige  $S$
- vent sur le long pan : pression  $W_p$
- vent sur le pignon : dépression  $W_d$

#### - Combinaisons d'actions

Résistance de l'ouvrage avec la charge d'exploitation du mobilier comme variable de base

$$C1.ELU(STR) \quad 1,35.G_{sup} + 1,5.Q + 0,9.W_p$$

$$C2.ELU(STR) \quad 1,35.G_{sup} + 1,5.Q + 0,75.S$$

Résistance de l'ouvrage vis à vis du risque de soulèvement

$$C3.ELU(STR) \quad G_{inf} + 1,5.W_d$$

Stabilité de l'ouvrage vis à vis du risque de soulèvement

C4.ELU(EQU)  $0,9.G_{inf} + 1,5.W_d$

Déformation instantanée de l'ouvrage

C5.ELS(INST)  $G_{sup} + Q + 0,6W_p$

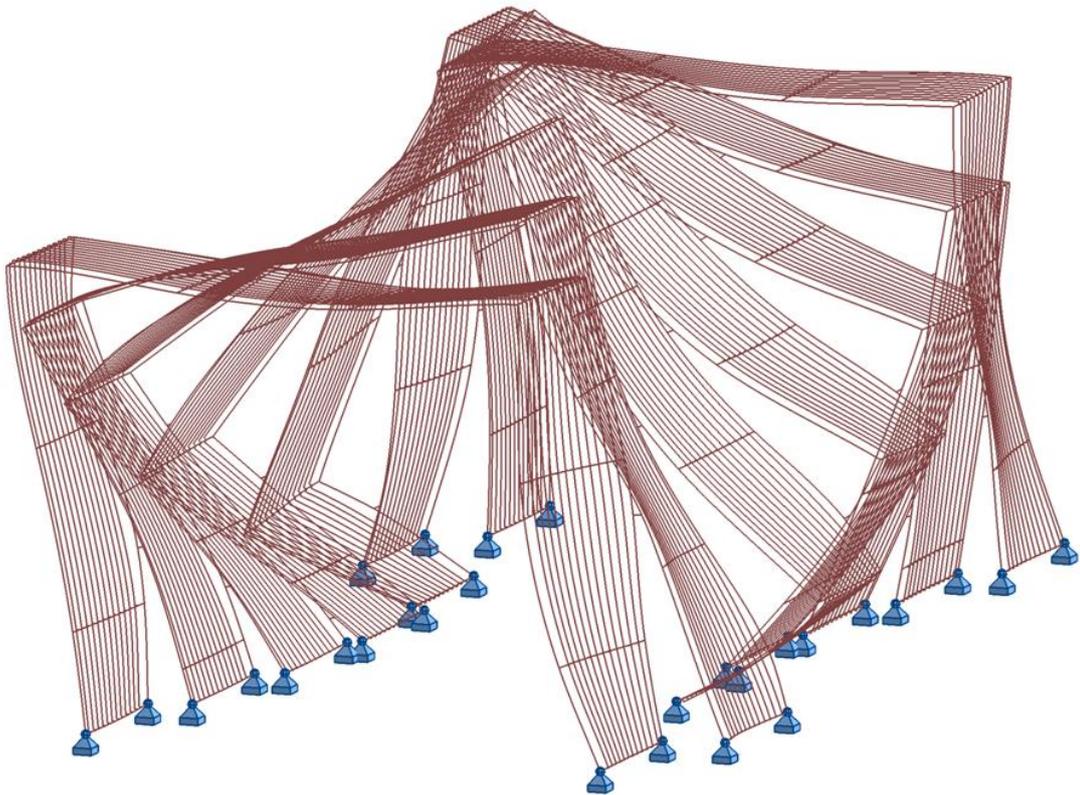
C6.ELS(INST)  $G_{sup} + Q + S$

Déformation instantanée de l'ouvrage vis à vis du risque de soulèvement

C7.ELS(INST)  $G_{sup} + W_d$

### - Résultats

Nos hypothèses semblent bien vérifiées par la déformée qualitative:



*Fig. 18 : Déformation*

L'élément le plus sollicité est une entretoise dans la combinaison C5 (déformation instantanée de l'ouvrage sous charge d'exploitation du mobilier avec le vent en pression). Cet élément a un taux de travail de 91%.

## - Limites de la modélisation

Le principal problème rencontré concerne les appuis vis à vis du soulèvement. En effet la répartition des charges est telle que certains appuis, pourtant contigus, tendent à se soulever alors que d'autres reprennent une charge importante. On peut se demander si cela reflète vraiment le comportement de la structure et si ce n'est pas une limite de notre modélisation. On n'a pas la réponse et on est dans l'incapacité de donner le lest nécessaire à la stabilité de la structure sous une grosse charge de vent. En effet, les calculs donnent un lest nécessaire de 1t pour certains poteaux, ce qui paraît disproportionné par rapport à la structure. Cependant, ce problème a de grandes chances de disparaître en ajoutant le plancher.

Concernant les assemblages par colle, ceux-ci étant délaissés par la réglementation, il faudrait certainement faire des essais de collage, notamment à la liaison entretoise/portique où l'entretoise est collée en bout (pourquoi pas même un essai pour un panneau entier). Les données commerciales donnent une résistance de 16 Mpa, mais on ne connaît pas du tout les effets du vieillissement sur la qualité de l'assemblage.

## B/ MODULARITE ET OPTIONS

### 1/ Organisation de l'assemblage

Il est tout d'abord important de rappeler qu'un stand complet représentant environ 25 m<sup>2</sup> est composé de 7 modules. Ces 7 modules ne sont pas tous différents. En effet, 6 sont identiques deux à deux et il n'y a que le dernier qui soit unique. Chacun de ces modules est constitué de 3 à 4 parties que l'on va ici appeler « panneaux ». Pour un montage plus aisé sera mis en place un système de code couleur marquant chacun des modules par une couleur différente pour un repérage facilité de chacun de ses panneaux. Ces pastilles de couleur seront situées sur le bout des montants de chaque panneaux (ces parties étant peintes).

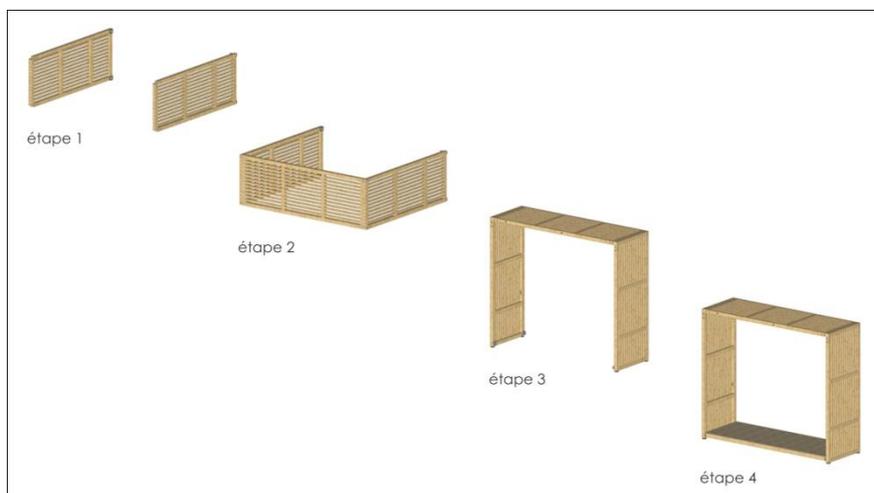
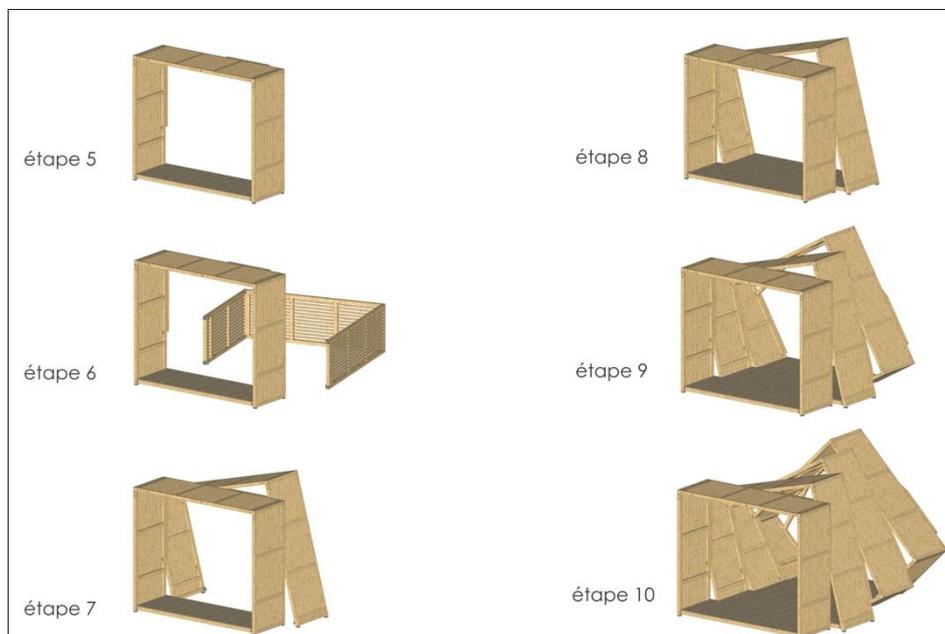


Fig. 19 : Premières étapes de montage

Le principe de montage est simple. Le fait est que l'on peut commencer indifféremment par l'un ou l'autre des cotés du stand, ce dernier étant symétrique dans sa conception. Le sens dans lequel le stand a été rangé précédemment n'est donc pas important. A la sortie des différents éléments du camion, nous sommes logiquement de présence d'un module dit « droit » en haut de la pile (ce module est dit droit car ses montants s'élèveront perpendiculairement au sol). On commence alors par disposer au sol et sur la tranche ces deux montants en les plaçant parallèlement l'un l'autre et écartés d'environ 3,5 m. On vient ensuite ajouter en partie haute de ces montants le « toit » du module qui contient les équerres de liaison. On boulonne alors les équerres (8 boulons à fixer en tout) et le premier module est alors assemblé. Ce montage doit s'effectuer aisément, chacun des panneaux ne faisant pas plus de 50 kg. On vient de plus placer 2 « jambes de force » sur le module ainsi que les triangles de méthacrylate (2 boulons par jambe de force et 5 vis par triangle de méthacrylate). Les pieds de module étant déjà présents sur les deux panneaux composant les flancs du module, il ne reste alors plus qu'à basculer le dit module pour le lever. Suivant la destination, on peut également ajouter le plancher au module en glissant son squelette dans les sabots prévus à cet effet et situés en pied de poteau. Ces sabots peuvent être amovibles si le stand ne nécessite pas de plancher.

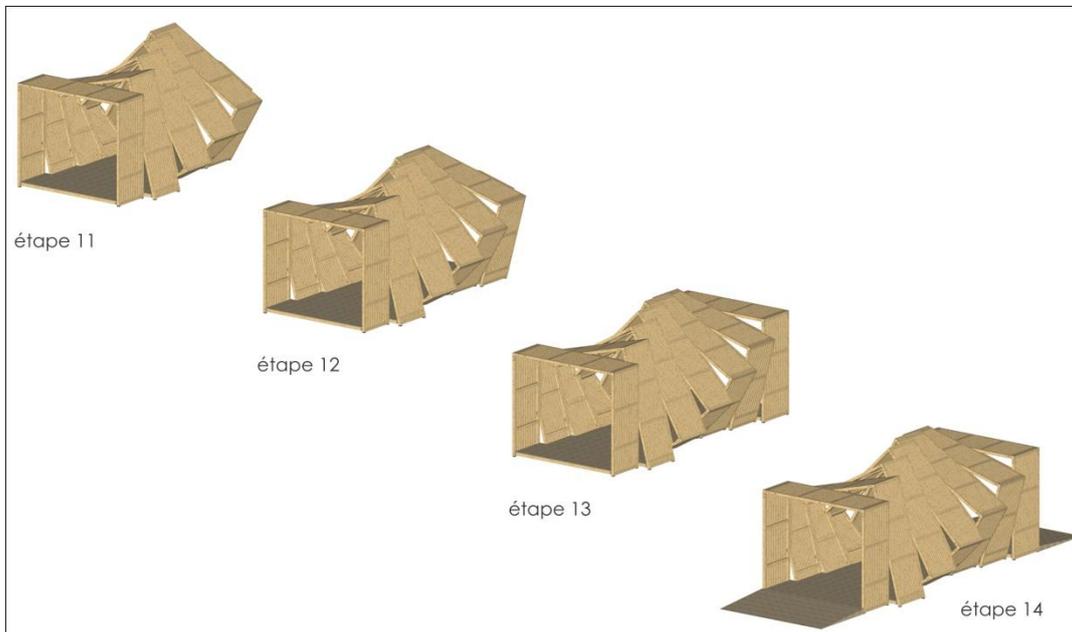


*Fig. 20 : Etapes intermédiaires*

Une fois cette étape réalisée, il faut assembler le deuxième module. Le principe est similaire. Il faut juste penser à l'assembler juste à côté du premier module monté. On commence par déposer les deux montants au sol, toujours sur la tranche est espacés de 3,5 m. On place ensuite le toit du module que l'on boulonne. Viennent s'ajouter les jambes de force ainsi que les triangles de méthacrylate. Il ne reste plus qu'à basculer ce nouveau module contre le premier pour terminer ce montage. On assure la rigidité et la cohésion de l'ensemble en boulonnant ces deux modules l'un avec l'autre (5 boulons à installer). On installe un plancher si on le désire comme précédemment.

Le principe de montage de ce troisième module n'est pas différent des deux précédents, la seule différence est la présence de quatre et non plus trois plateaux. Le plus simple est donc de commencer par assembler les deux pans de toiture du module et de venir ensuite ajouter de part et d'autre les deux plateaux latéraux du module.

Une fois les sept modules liés, le montage du stand est alors terminé. Si l'on choisit d'installer également le plancher global du stand, il ne reste qu'à installer les deux rampes d'accès de deux mètres de long à chaque entrée du stand.

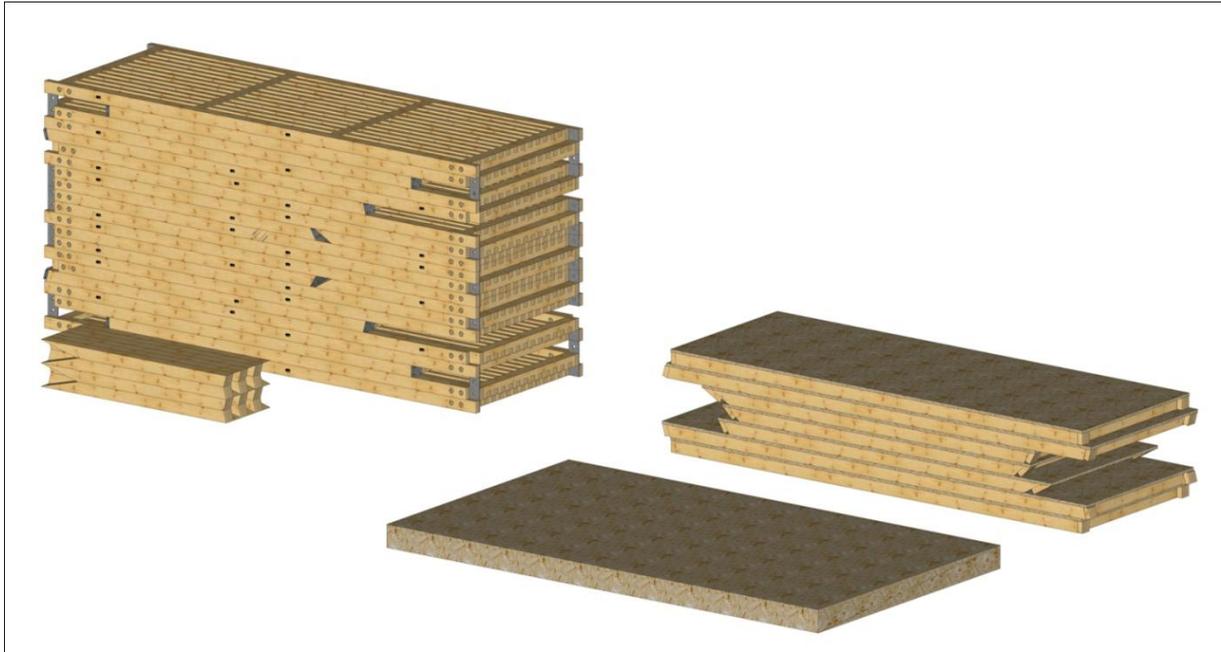


*Fig. 21 : Etapes finales de montage*

## 2/ Transport et stockage

Pour le transport de ce pavillon, nous avons prévu que tous les panneaux puissent être empilables et ainsi occuper une place minimale.

Les panneaux empilés occupent un espace de 1,16m x 3,50m x 1,68m et les planchers occupent 1,16m x 3,50m x 0,70m. Ce schéma d'empilement a été spécifiquement pensé de façon à ce que les panneaux ne puissent pas s'abimer entre eux, cette optimisation de l'empilement nous permet de pouvoir transporter tout le pavillon dans un véhicule de type Mercedes fourgon version longue d'une contenance de 15,5m<sup>3</sup>.

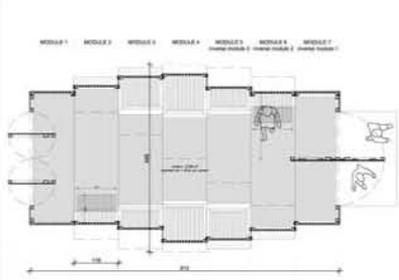


*Fig. 22 : Principe d'empilement du pavillon démonté*

« Nul besoin de temples, nul besoin de philosophies compliquées. Notre cerveau et notre cœur sont nos temples. »

*Dalai Lama*

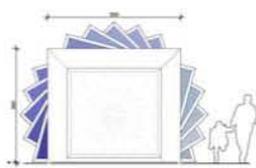
## III/ ANNEXE



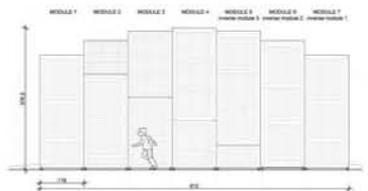
PLAN STAND 1:50



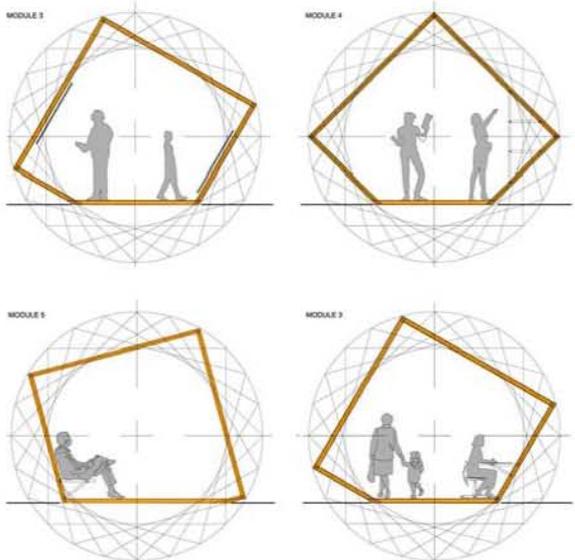
VUES INTERIEURES



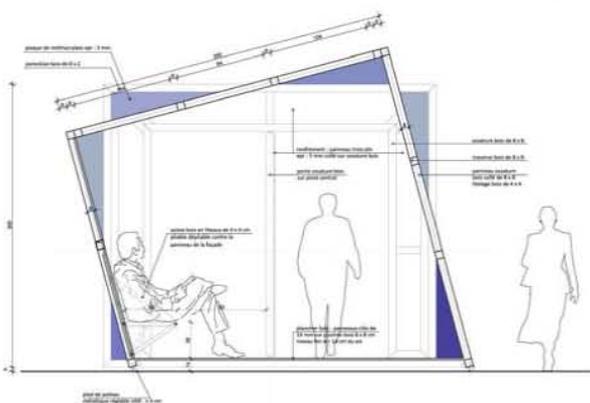
FACADE TRANSVERSALE 1:50



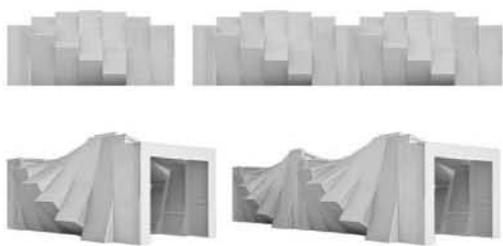
FACADE LONGITUDINALE 1:50



MODULARITE



COUPE TRANSVERSALE 1:20



VUE EXTERIEURE

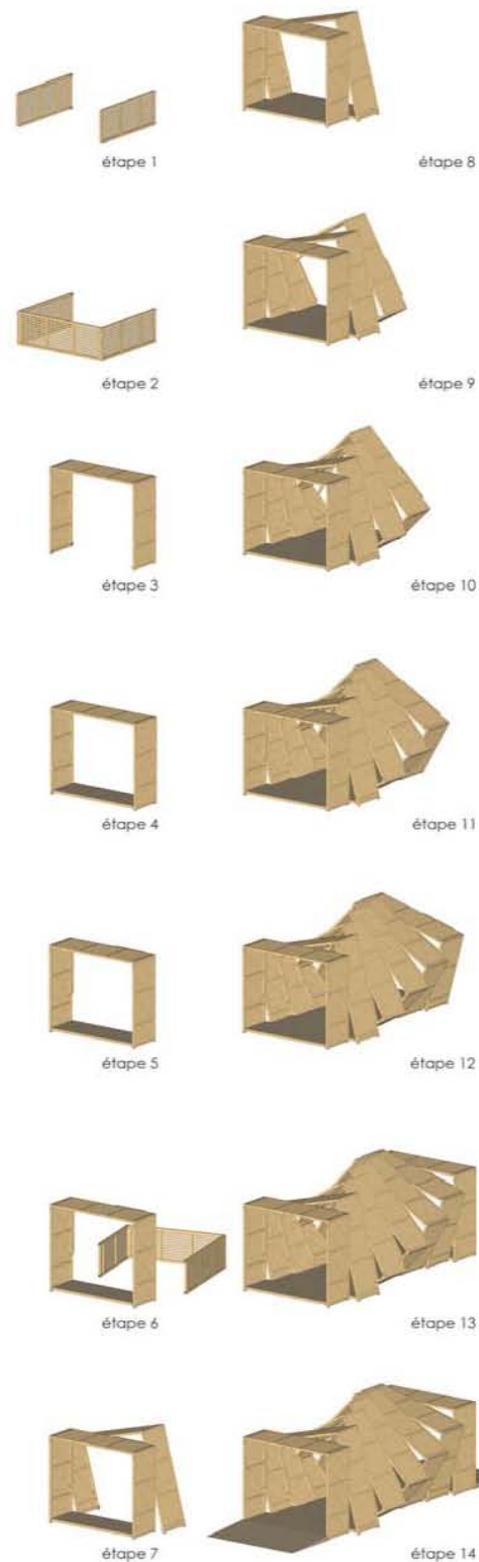
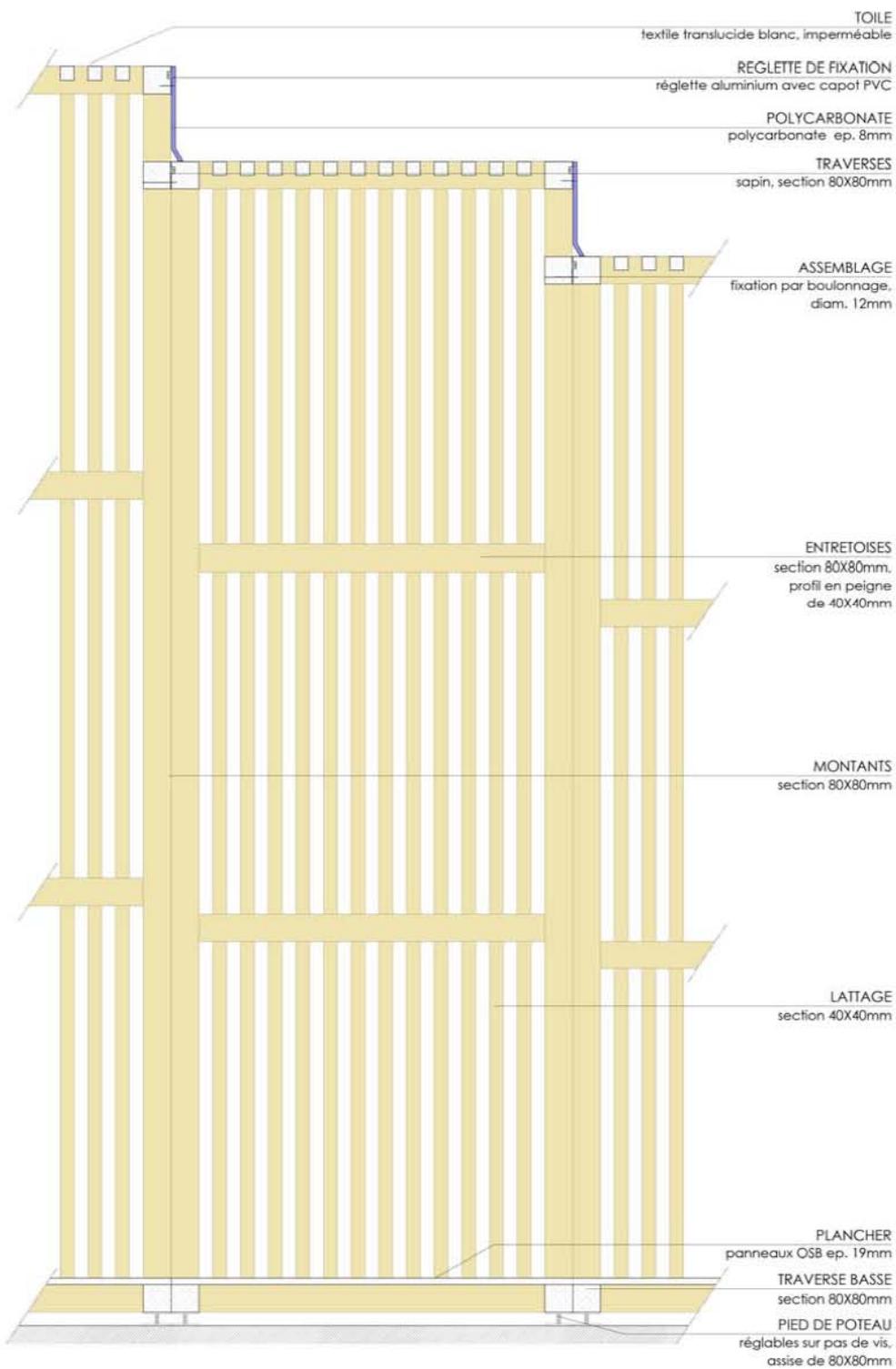
Master 2 - Génie Civil  
 Spécialité Architecture Bois Construction  
 2012-2013  
 Un stand d'exposition démontable  
 Novembre 2012

**SWING IT !**

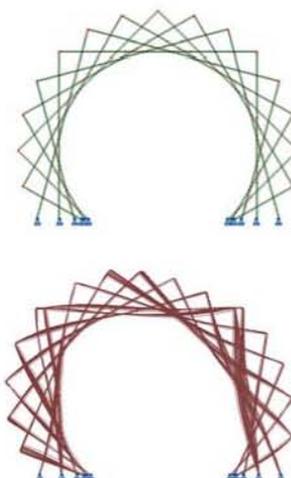
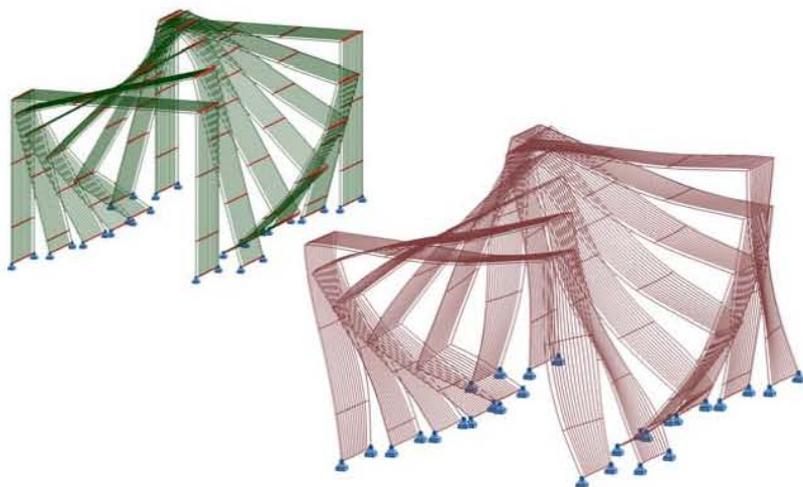


Martin BACIE - Ingénieur  
 Liya KOVALEVA - Architecte  
 Philippe MAILLARD - Architecte  
 Jonathan REN - Architecte  
 Julien WALKOWIAK - Ingénieur





COUPE  
TECHNIQUE 1:5



**MONTAGE / DEMONTAGE**

Master 2 - Génie Civil  
Spécialité Architecture Bois Construction  
2012-2013

Un stand d'exposition démontable  
Novembre 2012

**SWING IT !**



Martin BACLE  
Liya KOVALEVA  
Philippe MAILLARD  
Jonnifer REN  
Julien WALKOWAK

- Ingénieur  
- Architecte  
- Architecte  
- Architecte  
- Ingénieur

