



**HAL**  
open science

## Révolution

Quentin Baticle, Christophe Didot, Jérémy Dusconi, Marine Fabre Aubrespy,  
Emile Montaudouin

► **To cite this version:**

Quentin Baticle, Christophe Didot, Jérémy Dusconi, Marine Fabre Aubrespy, Emile Montaudouin.  
Révolution. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2012. hal-01873573

**HAL Id: hal-01873573**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01873573>**

Submitted on 13 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

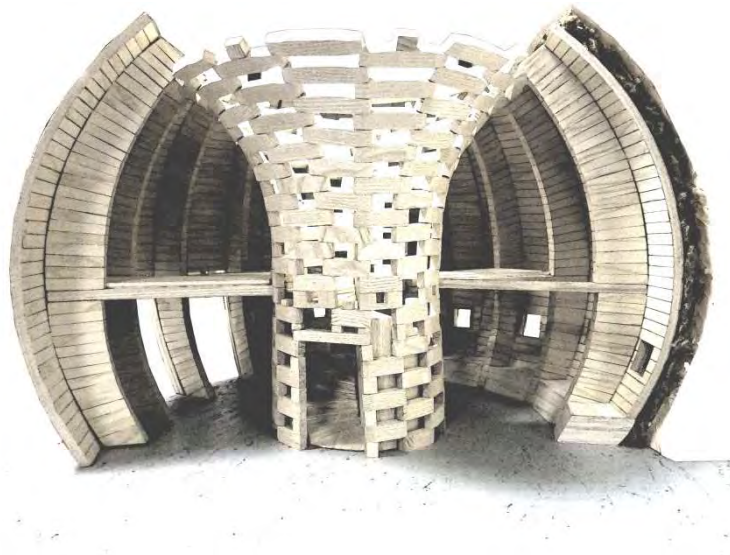
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[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>



# REVOLUTION\*



Baticle Quentin, Ingénieur  
Didot Christophe, architecte  
Dusconi Jérémy, architecte  
Fabre Aubrespy Marine, architecte, ingénieure  
Montaudouin Emile, ingénieur

Projet décembre 2011  
Master pédagogique : Master ABS 2011-2012

---



---

## SOMMAIRE

---



---

<b>Sommaire</b> .....	<b>2</b>
<b>Partie I. L'Architecture</b> .....	<b>4</b>
A. Contexte .....	4
B. Objectif.....	4
C. Posture Architecturale .....	5
<b>Partie II. Note technique</b> .....	<b>9</b>
A. Quelque détail explication de la structure .....	9
1. Fonctionnement global de la structure .....	9
2. assemblage de madriers horizontaux de different quartier .....	10
3. Assemblage des madriers horizontaux de même quartier.....	10
4. Assemblage du plancher .....	11
B. charge exercé sur le structure .....	11
1. Etude vent.....	11
2. Etude neige.....	14
3. poids propre de la couverture.....	15
C. cas de charge a étudier .....	16
1. Combinaison d'action .....	16
2. a vérifier dans la nervure. ....	16
3. Autre point qui demande une vérification .....	17
<b>Partie III. Thermique du batiment</b> .....	<b>18</b>
A. apport naturel.....	18
B. déperdition .....	18
1. Compacité.....	18
2. Composition de l'enveloppe .....	18
3. Menuiseries .....	22
4. Ponts thermiques.....	22
C. Etanchéité à l'air et transfert d'humidité .....	22
D. Inertie .....	23
E. Systèmes thermiques .....	23
1. Système de production de chaleur .....	23

---

---

2. Émetteurs de chaleur .....	23
F. Confort.....	23
1. Confort d'été .....	23
2. Confort acoustique .....	23

---

---

## PARTIE I. L'ARCHITECTURE

### A. CONTEXTE



*Vue du site respectivement ancien bâtiment sur l'emplacement du projet, site de production, vue depuis la rive annexe du lieu du projet*

Situé sur un parc d'exposition en plein cœur d'une vallée, le site du projet se compose de plusieurs entités paysagères. Une rivière vient border le site au Nord Est. L'accès à la parcelle quant à lui, se fait par un axe Nord Est / Sud Ouest. Enfin un ensemble de pavillons d'expositions forment la limite Est du site. Le site se compose d'un premier bâtiment noir avec des fenêtres en caisson visible depuis la voie principale. Bâtiment principale il accueille les bureaux, l'administration et l'accueil. Les autres édifices sont des hangars où sont réalisés les éléments de fabrication, la chaufferie et des espaces de stockage du bois.

### B. OBJECTIF

L'objectif du projet est de créer ici un pavillon d'exposition pour l'entreprise Rubner. Cet édifice doit être à la fois un bâtiment signal, qui se détache d'un tissu très homogène et une véritable vitrine de ce que propose Rubner en terme de construction bois. C'est pourquoi, le choix du système constructif du bois empilé déjà présent sur le marché Rubner nous parait intéressant.



*Système soligno utilisé par Rubner*



*Madrier usiné stocké dans les hangar RUBNER*

La visée de notre intervention est de développer ce système constructif, au sein d'un environnement courbe, alors qu'il est traditionnellement utilisé dans des constructions orthogonales. De plus, le choix d'une forme sphérique apparaissait ainsi comme une réponse pertinente à la recherche d'un système constructif novateur et communicatif pour un bâtiment signal.

### C. POSTURE ARCHITECTURALE



*Perspective depuis le parking visiteur : un édifice aux courbes dynamique attirant la curiosité*

Un parvis d'accueil, adjacent au parking, oriente les visiteurs vers la sphère. L'entrée dans le pavillon d'exposition se fait par une ouverture Sud Ouest dans deux travées de la structure. L'aspect extérieur de la sphère est donné par une couverture en bardeaux incliné de 45° afin de créer des diagonales dynamique plutôt que des lignes horizontales qui amenées une certaine lourdeur supplémentaire. Il y a peu de percement ce qui ne permet pas réellement de percevoir ce qui est à l'intérieur de la sphère avant qu'on y soit vraiment entré. Cette caractéristique permet de créer une certaine curiosité chez le visiteur tout en apportant une notion d'intimité, de cocon protégé aux personnes aux personnes à l'intérieur. Les bardeaux sont grisés dès leur fabrication afin de prendre tout de suite leur aspect final que leur procurera le temps. Ainsi les visiteurs ne seront pas perturbés par un vieillissement hétérogène qui pourrait donner l'impression de « coulure sale ». Afin de rendre l'aspect extérieur plus accueillant et esthétique, une touche de couleur rouge est apportée aux menuiseries (et à leurs caissons). Ces pointes de couleur reprennent ainsi la couleur phare de Rubner de façon subtile et minimaliste.



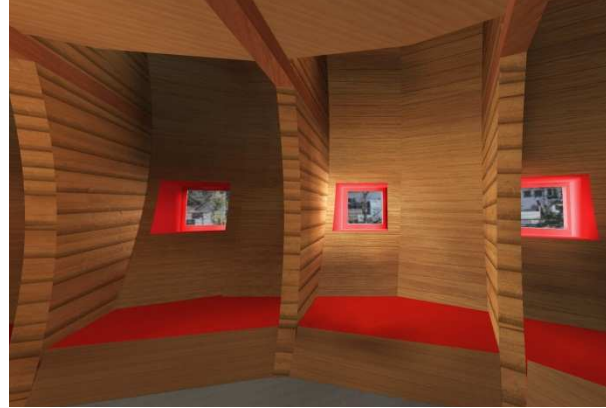
*Un bâtiment phare qui donne à voir aussi bien qu'il est vu de nuit*

De nuit Révolution est éclairé en partie basse par des spots rouge dont la lumière accompagne la courbure du bâtiment. Non éclairée, la partie supérieure de la sphère non éclairée disparaît au profil de la verrière qui, laissant sortir la lumière de l'intérieur, se détache visuellement du reste du sol irradiant d'une lumière vive comme le serait une balise lumineuse ou un phare.

Lorsque le visiteur pénètre sous le porche il pénètre déjà en partie dans l'édifice car les parois de chaque côté sont vitrées laissant courir le regard sur ses secrets.



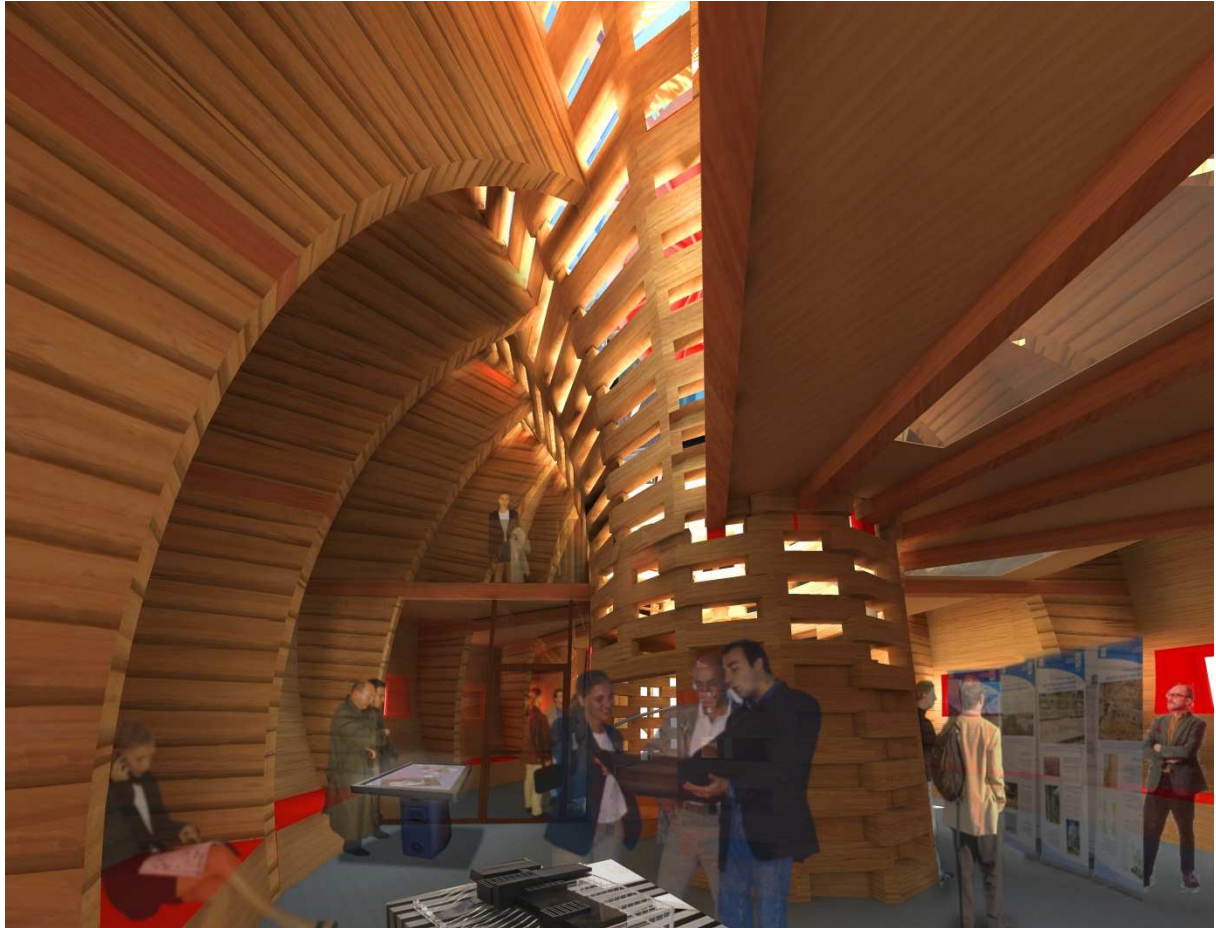
*L'entrée sous le porche est entièrement vitré pour laissé passer visionnage de film la lumière et ne pas perturber la lisibilité de la structure du bâtiment*



*Le RDC est munie de bancs permettant la lecture, ou le visionnage de film. Ils masquent également la partie basse ferrillée des T, et les divers conduits*

En entrant on arrive dans un premier espace d'exposition au RDC qui tourne autour de l'escalier ajouré. Dans l'enveloppe extérieure des petits cadrages sur l'extérieur sont assurés par des petites ouvertures dans l'axe de chaque travée comme des photos qui auraient été accroché au mur. Ce premier niveau est principalement dédié à l'exposition au travers de projection de vidéos, de planches explicatives, de livres consultables, ou encore de maquettes présentées. Visuellement ce premier niveau est en permanence relié au second qui s'apparente plus à une mezzanine tout d'abord par le biais des jours dans l'escalier, mais également par des plaques vitrées composant le plancher et par une grande ouverture sur trois travées sur les deux hauteurs qui permet d'avoir une appréhension global du volume. Ces éléments permettent également le passage de la lumière de même que le plancher qui n'est pas continue jusqu'à la paroi (excepté au dessus de l'entrée et du bureau)



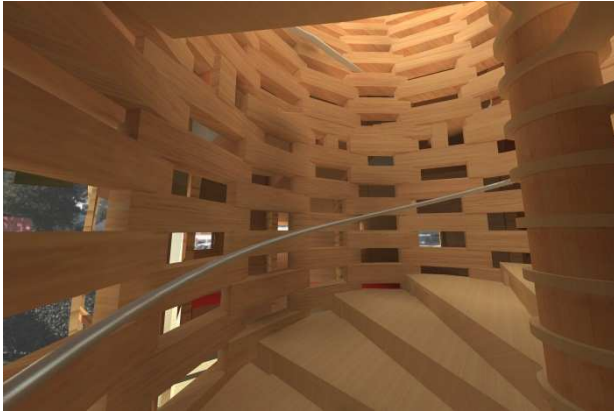


*Perspective intérieur : un volume communiquant*



*Coupe du bâtiment un volume global généreux composé d'un RDC et d'une mezzanine*

A l'issue de cette première scénographie, le parcours architectural amène à déambuler verticalement au sein du tore ajouré, qui apporte une certaine porosité visuelle et lumineuse dans le bâtiment. Il débouche sur un second espace d'exposition sous les 16 voûtes plus dédié à une découverte pratique (manipulation d'élément, discussion, ...)



*Un escalier qui permet de garder en permanence des vues sur par une l'extérieur*



*La lumière est principalement apporté zénithalement verrière qui appelle à l'élévation*

La lumière naturelle de tout le bâtiment est principalement assurée par un éclairage zénithal provenant de la clé de voûte vitrée de la sphère qui crée également un véritable appel vers le premier niveau : l'étage de l'expérimentation, de la découverte.

---

## PARTIE II. NOTE TECHNIQUE

---

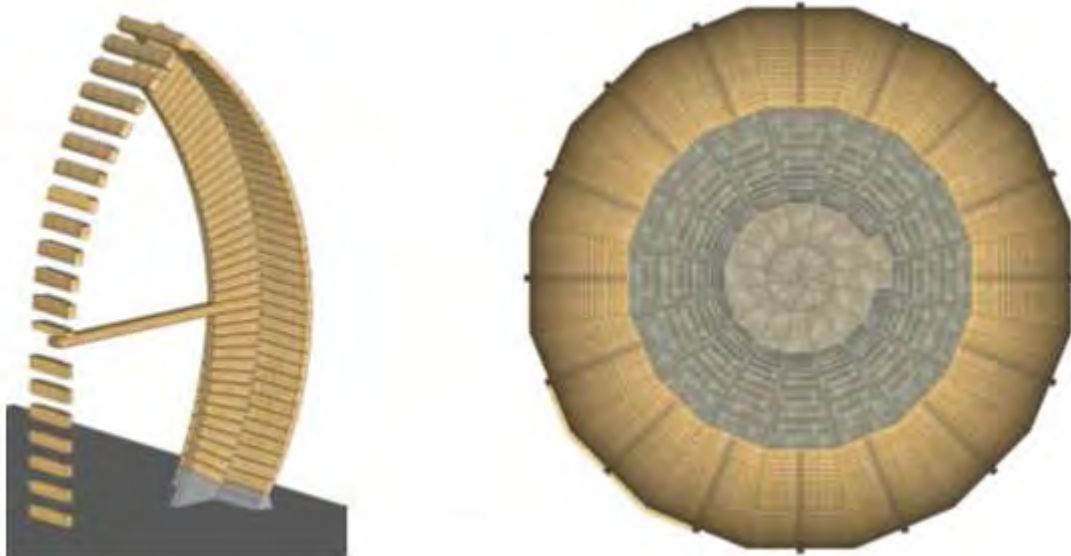
### A. QUELQUE DETAIL EXPLICATION DE LA STRUCTURE

---

#### 1. FONCTIONNEMENT GLOBAL DE LA STRUCTURE

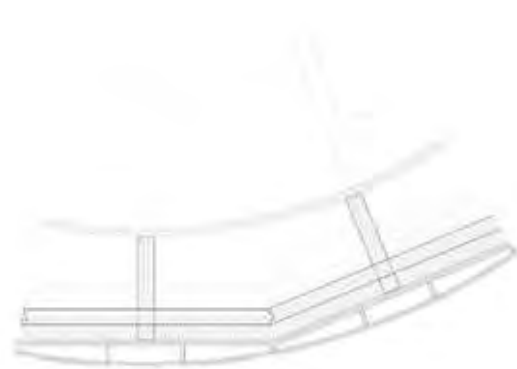
---

La structure est formée de «voûtes» qui subissent une révolution autour de l'axe vertical central. Le demi-arc vers l'extérieur forme l'enveloppe. Il est associé par un système mi-bois, à un empilement de madriers à la perpendiculaire, qui viennent former une nervure de soutien à l'arc. On obtient alors une structure avec un profil en T, qui reprend des efforts de compression. L'autre demi-arc, à l'intérieur, ajouré, forme la «paroi» entre la distribution verticale (l'escalier) et les espaces d'exposition. Les madriers empilés sont assemblés par un système de rainures/languettes ce qui permet de les démonter facilement pour une réutilisation future. L'édifice se termine par une clé de voûte construite de 16 poutres rayonnantes et recouvertes d'une menuiserie qui apporte un éclairage zénithal à la structure.



## 2. ASSEMBLAGE DE MADRIERS HORIZONTAUX DE DIFFERENT QUARTIER

Les madriers de différent quartier sont assemblés par une queue d'aronde. Cet assemblage de créer une continuité entre les différents quartiers tout en utilisant un assemble bois/bois. L'assemblage queue d'aronde permet de reprendre les efforts du au vent principalement qui tenteraient séparer un quartier par rapport aux autres et ainsi créer un jour entre madrier les queues d'aronde travaillent ici en reprenant un moment du au caractère cinématique de l'assemblage entre les madriers de la nervure et les madriers des madrier extérieur.



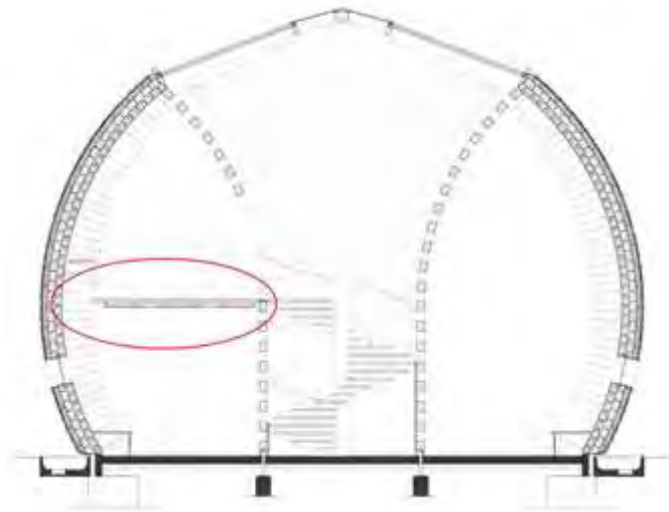
## 3. ASSEMBLAGE DES MADRIERS HORIZONTAUX DE MEME QUARTIER

Les madriers de l'extérieur sont lier par un assemblage rainure languette qui permet une bonne mise en position d'un madrier par rapport aux autres. L'étanchéité à l'air est assurée par un joint compri-bande qui sera positionné au fond des rainures.



#### 4. ASSEMBLAGE DU PLANCHER

---



Le prolongement du madrier avec un angle de  $0^\circ$  par rapport à l'horizontal de chaque nervure créent une trame de poutre porteuse qui vient s'appuyer sur le mur intérieur former de madrier ajourer. Le plancher en panneau contre collé vient ensuite en appui sur ces poutres par le biais d'une feuillure de chaque côté du panneau.

#### B. CHARGE EXERCE SUR LE STRUCTURE

---

Le site de production de l'entreprise Rubner est implanté à Kiens à une altitude de 800m. L'implantation de notre bâtiment se fera dans un parc d'exposition donc le bâtiment sera relativement protégé du vent.

##### 1. ETUDE VENT

---

###### a) Calcul de $q_p(z)$

Caractéristique du bâtiment:

- Hauteur 9m
- Largeur longueur 12 m
- Pas de hauteur d'égout.

Suite à une demande de données, Rubner nous a proposé d'utiliser la valeur de 24m/s pour la vitesse de pointe,  $V_{b,0}$ . Nous nous sommes donc placés en Zone II par rapport à l'annexe nationale française.

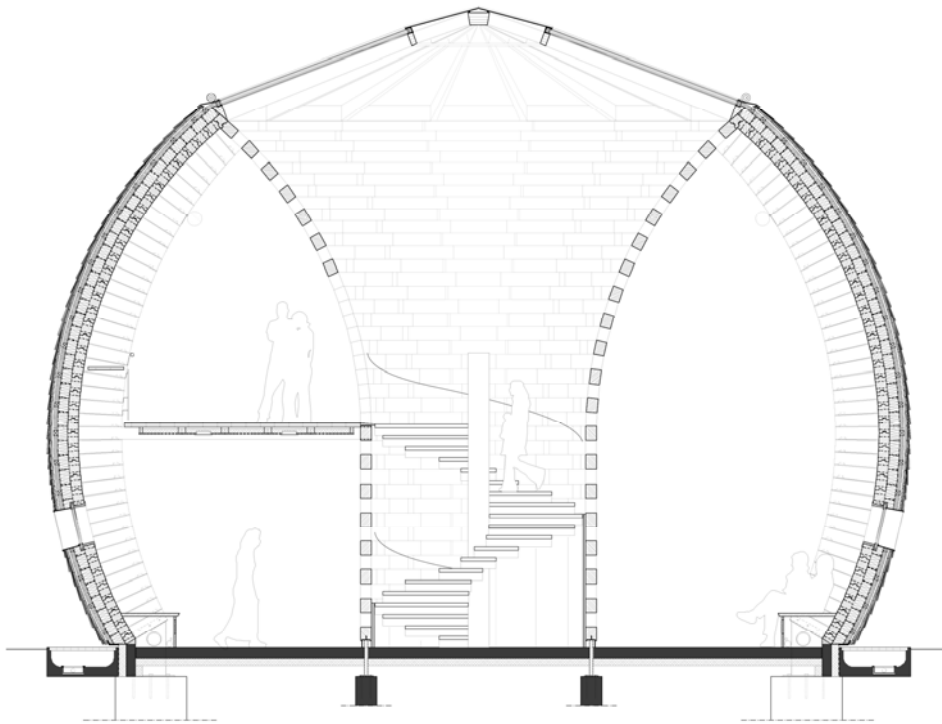
D'après l'annexe nationale, nous avons utilisé les valeurs pour une zone de rugosité de terrain correspondant à la zone IIIb.



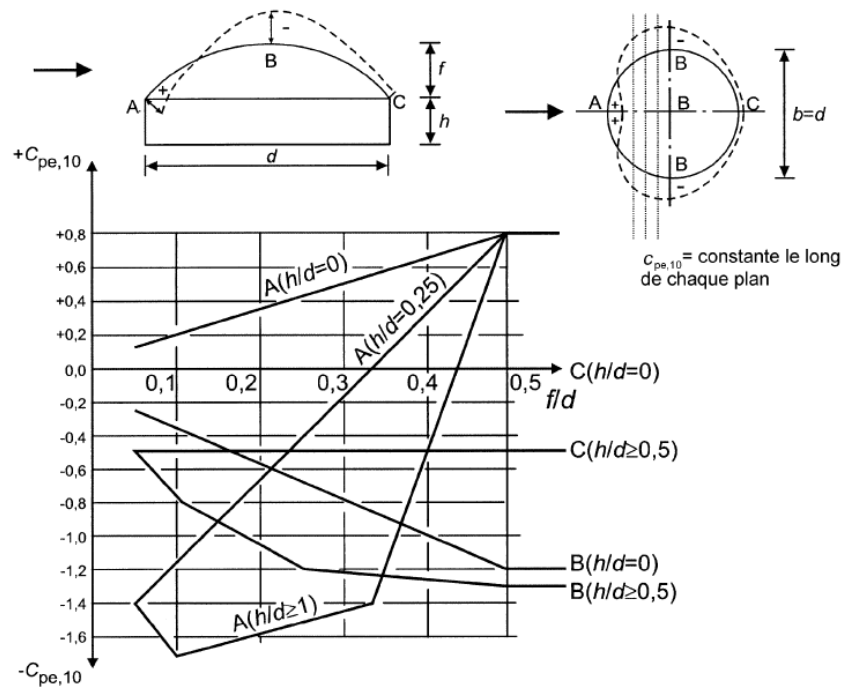
Figure 4.10(NA) — Rugosité IIIb (bocage dense)

Nous trouvons donc un  $q_p(z) = 354,4 \text{ Pa}$

b) Calcul des coefficients de pression extérieur



Le modèle de la sphère n'est pas répertorié dans l'eurocode cependant, nous avons le modèle du dôme à partir du quel nous avons pu calculer nous  $C_{pe}$ .



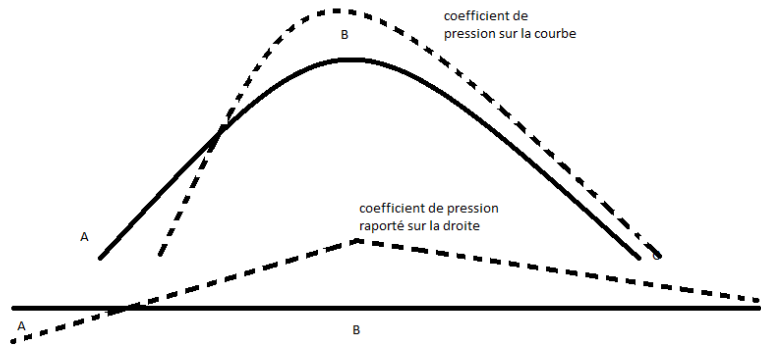
Nous pouvons voir sur la figure si dessus les déformations d'un dôme soumis à l'effort du vent. Le graphique représente la loi comportementale des  $C_{pe,10}$ , au point ABC, en fonction des différentes géométries.

Hypothèse :

- Pour calculer les  $C_{pe}$  de la partie au-dessus du diamètre nous avons assimilé la partie basse comme un mur vertical.
- Puis comme les  $C_{pe}$  sont les même le long des plans perpendiculaire au vent, nous avons fait une symétrie par rapport au plans former par le diamètre.
- Nous négliger la perturbation possible au pied de la structure.
- Les éléments de chaque quartier sont considérer comme un élément.

Pour connaitre tous les  $C_{pe}$  de sur la structure, il suffit de connaitre les  $C_{pe}$  sur l'arc de la partie supérieur.

Les valeurs de  $C_{pe}$  sont déterminables par interpolation linéaire entre les points ABC. Afin de réaliser les calculs, nous avons discrétiser l'arc tous les  $10^\circ$ . La bande de chargement est égale à la longueur curviligne compris dans l'angle de  $10^\circ$  multiplier par la valeur moyenne des madriers compris des angles  $+$  ou  $- 5^\circ$  par rapport chaque angle de dizain e.



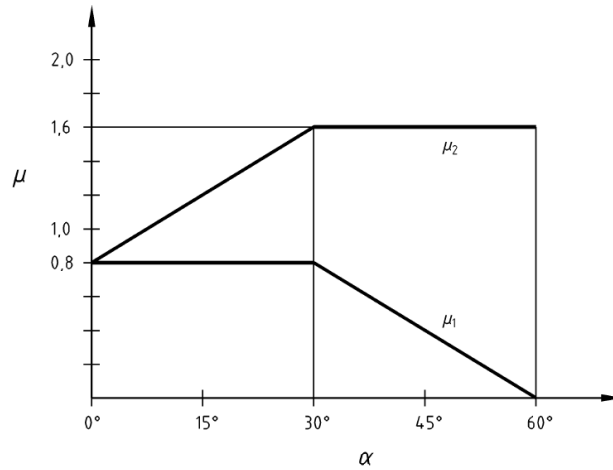
angle	abscisse curviligne	larguer BC (mm)	surface (mm <sup>2</sup> )	Cpe10	Cpi	Cp	force kN
0	0,00	2287,00	2295151,60	0,80	-0,30	1,10	0,90
10	1,00	2245,00	2253001,90	0,57	-0,30	0,87	0,70
20	2,01	2136,00	2143613,39	0,34	-0,30	0,64	0,49
30	3,01	1963,00	1969996,76	0,12	-0,30	0,42	0,29
40	4,01	1725,00	1731148,45	-0,11	0,20	-0,31	-0,19
50	5,02	1442,00	1447139,75	-0,34	0,20	-0,54	-0,28
60	6,02	1154,00	1158113,23	-0,57	0,20	-0,77	-0,32
70	7,02	740,00	742637,60	-0,80	0,20	-1,00	-0,26
80	8,03	327,00	328165,53	-1,02	0,20	-1,22	-0,14
90	9,03	100,00	100356,43	-1,25	0,20	-1,45	-0,05
100	10,04	327,00	328165,53	-1,14	0,20	-1,34	-0,16
110	11,04	740,00	742637,60	-1,03	0,20	-1,23	-0,32
120	12,04	1154,00	1158113,23	-0,91	0,20	-1,11	-0,46
130	13,05	1442,00	1447139,75	-0,80	0,20	-1,00	-0,51
140	14,05	1725,00	1731148,45	-0,69	0,20	-0,89	-0,55
150	15,05	1963,00	1969996,76	-0,57	0,20	-0,77	-0,54
160	16,06	2136,00	2143613,39	-0,46	0,20	-0,66	-0,50
170	17,06	2245,00	2253001,90	-0,35	0,20	-0,55	-0,44
180	18,06	2287,00	2295,15	-0,23	0,20	-0,43	0,00

## 2. ETUDE NEIGE

Le fait que la structure soit construite par symétrie axiale, les charges de neige peuvent être calculé sur un seul arc puis que les charges de neige peuvent elles-mêmes être retrouvées par symétrie axiale puis qu'elle soit les même sur tous les plans perpendiculaire au sol.

Rubner nous a donné la valeur de 3.1 kN/m<sup>2</sup> à prendre pour la neige. C'est une valeur de charge verticale pour une distribution horizontale à prendre pour des pentes inférieures à 30° ou  $\mu_1$  est constant et égale à 0,8. Ce coefficient  $\mu_1$  prendre en compte la neige qui est dévier par la pente de toit.





De la même manière que pour le vent, nous avons discrétiser tous les 10° l'arc afin de connaître les efforts dus à la neige sur la structure.

angle	largueur BC (m)	$\mu_i$	charge horizontale (kN)	charge réel (kN)
0	2287,00	0,00	0,00	0,00
10	2245,00	0,00	0,00	0,00
20	2136,00	0,00	0,00	0,00
30	1963,00	0,00	0,00	0,00
40	1725,00	0,27	1,03	1,15
50	1442,00	0,53	2,07	2,28
60	1154,00	0,80	3,10	3,10
70	740,00	0,80	3,10	2,16
80	327,00	0,80	3,10	1,00
90	100,00	0,80	3,10	0,31

### 3. POIDS PROPRE DE LA COUVERTURE

Nous avons calculé le poids de total du système de couverture afin de connaître les charges à appliquer lorsque la nervure. Dans le calcul de la nervure, le madrier est considéré comme une simple enveloppe qui n'intervient pas dans la descente de charge.

Composant	$\rho$	kg/m <sup>2</sup>
Tavaillon	600	14,4
Volige	420	15,12
Liteau	420	0,7
Isolant 1	140	19,6
Isolant 2	140	8,4
Madrier	380	11,4
total		69,62

Nous avons trouvé une masse de 69,62 kg/m<sup>2</sup> soit une charge de 0.682 kN/m<sup>2</sup>

Angle	larguer BC (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	charge réel (kN)
0	2287,00	2,30	1,57
10	2245,00	2,25	1,54
20	2136,00	2,14	1,46
30	1963,00	1,97	1,35
40	1725,00	1,73	1,18
50	1442,00	1,45	0,99
60	1154,00	1,16	0,79
70	740,00	0,74	0,51
80	327,00	0,33	0,22
90	100,00	0,10	0,07

Attention pour l'angle de 0° il ne faut pas oublier de rajouter le poids du plancher qui est repris pour un madrier prolongé ainsi que la charge d'exploitation associé.

### C. CAS DE CHARGE A ETUDIER

#### 1. COMBINAISON D'ACTION

$Ed1 = 1,35 G_k$	$(K_{mod} = 0,6 / \gamma_m = 1,3)$
$Ed2 = 1,35 G_k + 1.5 S_n$	$(K_{mod} = 0,9 / \gamma_m = 1,3)$
$Ed3 = 1.35 G_k + 1,5 W$	$(K_{mod} = 1,1 / \gamma_m = 1,3)$
$Ed4 = 1,35 G_k + 1.5 S_n + 1.5 \times 0.6 W$	$(K_{mod} = 1,1 / \gamma_m = 1,3)$
$Ed5 = 1,35 G_k + 1.5 W + 1.5 \times 0.5 S_n$	$(K_{mod} = 1,1 / \gamma_m = 1,3)$

L'ensemble des combinaisons, comprenant du vent, devront est calculées pour la nervure au vent ainsi que pour la nervure qui totalement dans le plans perpendiculaire à la direction de l'action du vent

#### 2. A VERIFIER DANS LA NERVURE.

Lors du calcul de la nervure, il important de vérifier l'ensemble de celle-ci travail bien en compression dans l'ensemble de sa section. Si une partie de la section travaille en traction, cela veut dire que le poids propre de la structure ne suffit pas à empêcher l'écart possible entre les madriers. Dans ce cas, nous serons obligés de pré-contraindre la nervure à l'aide d'un câble avec une valeur de traction égal à la traction maximal dans la section afin de faire fonctionner l'ensemble en compression.

Il faut aussi reprendre le cisaillement maximum de la nervure afin d'évaluer les valeurs de glissement en madrier ainsi que les efforts rejetés sur les tenons qui le reprenne.

### 3. AUTRE POINT QUI DEMANDE UNE VERIFICATION

---

- La flèche du planché pour savoir si elle est bien inférieure aux exigences EC5
- La compression transversale sur le deuxième madrier en partant du sol
- L'encrage au sol
- La queue d'aronde car elle reprend des moments hors ce n'est pas sa fonction habituelle

## PARTIE III. THERMIQUE DU BATIMENT

---

---

### A. APPORT NATUREL

---

Principalement, les apports naturels proviennent du soleil.

Notre projet offre une verrière importante qui vient "fermer" la sphère en partie haute. Elle permet donc au soleil de pénétrer, essentiellement lorsqu'il est au zénith. Ceci peut d'ailleurs poser problème pour le confort d'été ; nous présenterons le système d'occultation un peu plus loin.

### B. DÉPERDITION

---

#### 1. COMPACITÉ

---

La sphère est une forme géométrique ayant une très bonne compacité.

En effet, pour un volume maximum (intéressant pour un pavillon d'exposition), on minimise la surface d'échange avec l'extérieur.

Pour notre sphère de 6m de rayon, nous avons:

$$V_{\text{sphère}} = 672,24 \text{ m}^3$$

$$S_{\text{sphère}} = 339,12 \text{ m}^2$$

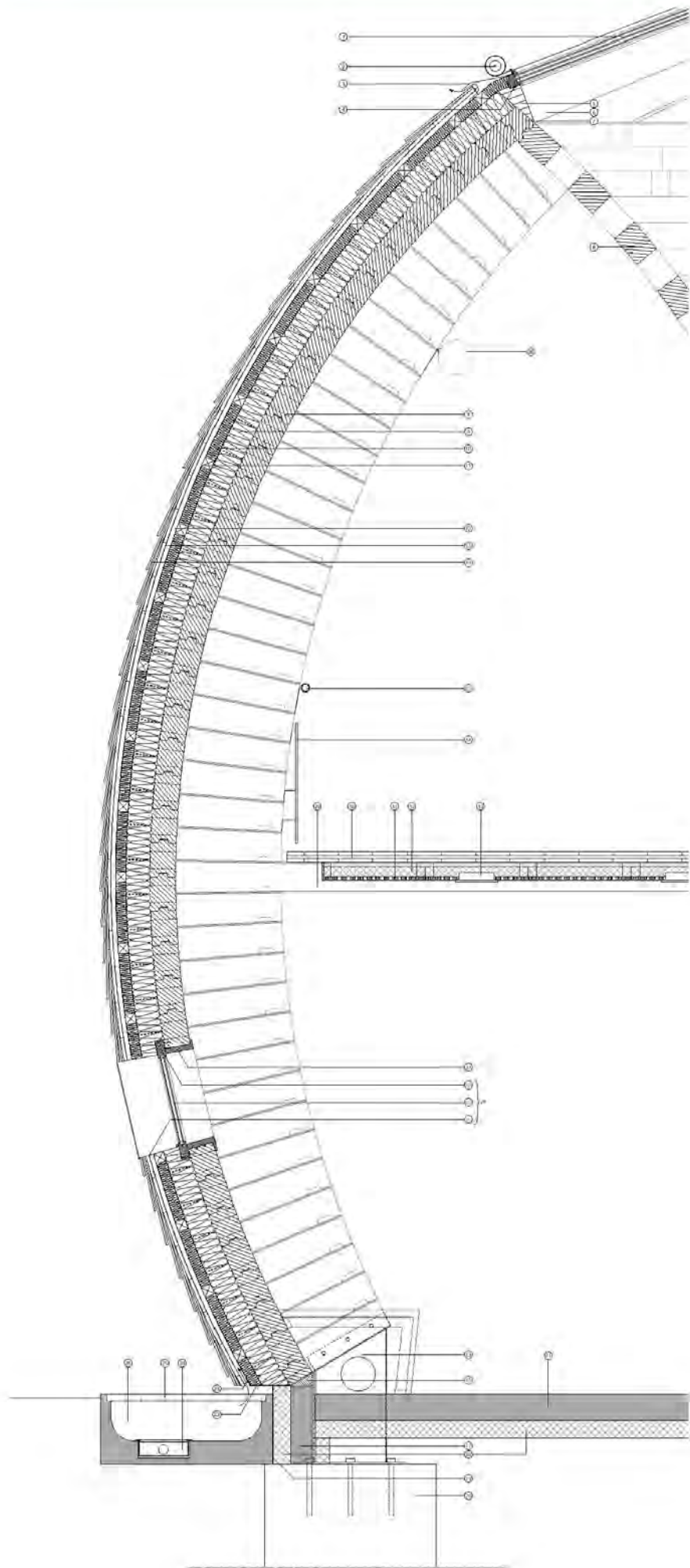
Par comparaison, un cube ayant le même volume a une surface d'échange avec l'extérieur de 468,90m<sup>2</sup>.

#### 2. COMPOSITION DE L'ENVELOPPE

---

La façade se revêt de bardeaux de mélèze inclinés à 45° et à double recouvrement. L'ensemble des bardeaux dessine un réseau de lignes parallèles qui génère une dynamique au bâtiment. Poser selon la technique traditionnelle du voligeage, le double recouvrement assure une étanchéité à l'eau.

1. menuiserie extérieure bois (triple vitrage)
2. store
3. bavette tôle laquée
4. joint compribande (pour étanchéité à l'air)
5. poutre lamellé-collé
6. poutre lamellé-collé périphérique
7. madrier "clé de voûte" 150\*150mm *épicéa*
8. madrier 150\*200 *épicéa*
9. isolant laine de bois e=140mm
10. isolant laine de bois e=60mm
11. tasseau 60\*60mm *épicéa*
12. tasseau 25\*40mm *épicéa* (incliné à 45° / entre-axe 600mm)
13. volige 200\*2000mm e=20mm *épicéa*
  
14. bardeau 200\*600mm e=7mm *épicéa* (incliné à 45° / double recouvrement / pré-grisé)
- 15- ferrure métallique (acier) laquée
- 16- lisse basse horizontale (calage sur maçonnerie)
- 17- longrine BA (béton armé)
- 18- isolant polyuréthane e=100mm
- 19- membrane d'étanchéité
- 20- massif de fondation BA
- 21- dallage BA e=160mm ( finition béton poli)
- 22- profilé de départ pour isolation en aluminium
- 23- grille anti-rongeur
- 24- caniveau BA périphérique (pour récupération des EP)
- 25- grille métallique (type caillebotis)
- 26- projecteur
- 27- pré-cadre
- 28- ensemble menuisé : (1) montant en bois (2) double vitrage (3) bavette métallique
29. poutre support plancher 150\*200mm *épicéa*
30. plancher contrecollé 3plis e=60mm
31. plafond acoustique 100\*100 e=20mm
32. isolation phonique
33. spote
34. garde-corps en verre fixé sur supports métalliques
35. main courante: tube acier laqué diamètre 45mm
36. lampe

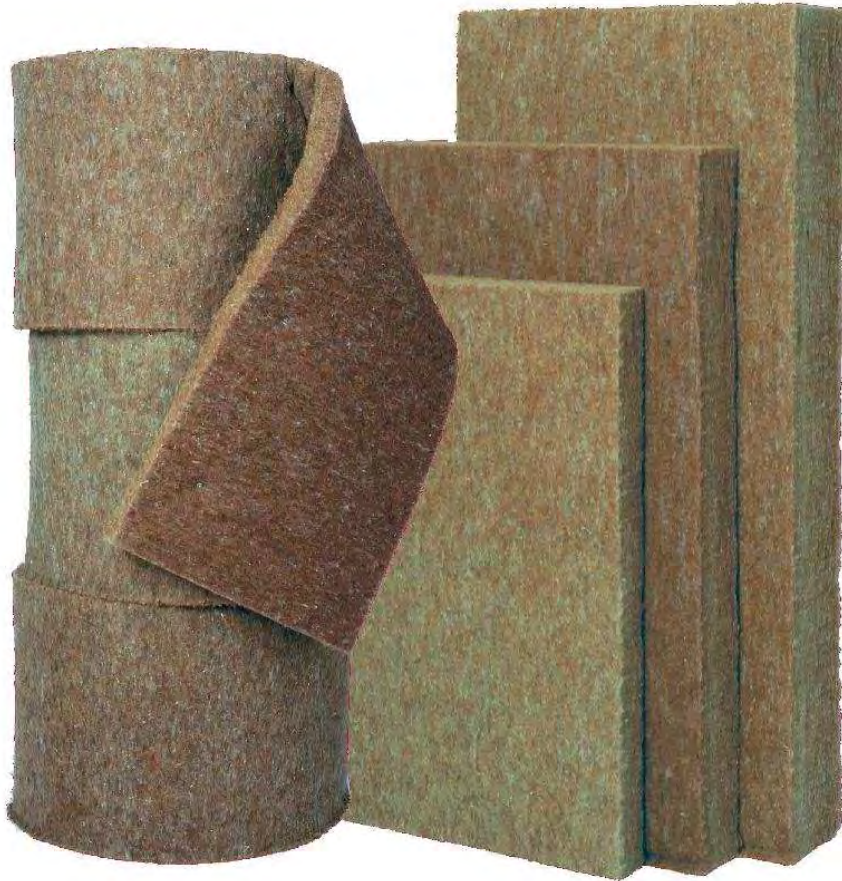


Notre enveloppe extérieure est donc composée de la manière suivante :

- madrier 150\*200 épicéa
- isolant laine de bois e=140mm
- isolant laine de bois e=60mm
- lame d'air
- volige 200\*2000mm e=20mm épicéa
- bardeau 200\*600mm e=7mm épicéa (incliné à 45° / double recouvrement / pré-grisé)

L'isolant est posé en double couche croisée permettant de limiter les ponts thermiques au niveau des tasseaux de bois.

Nous obtenons un  $U_{\text{paroi}} = 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$



Nous nous intéressons ici à la fibre de bois car les panneaux sont fabriqués sans liant ni colle. Le bois, issu de l'exploitation des forêts et des scieries, est défibré mécaniquement. On ajoute de l'eau pour obtenir une pâte, certains panneaux d'isolation reçoivent aussi un apport d'environ 5% de fibres de cellulose. La pâte est chauffée pour que les fibres s'agglomèrent naturellement parfois compressée pour accroître la densité, puis façonnée aux dimensions commerciales.

Caractéristiques du matériau :

- Comportement au feu : inflammable mais excellent retardateur naturel de feu.
- Aucun dégagement de formaldéhyde
- La concentration en métaux lourds est celle du bois
- Perméable à la vapeur d'eau
- Biodégradable, peut être mis en décharge ; totalement recyclable ; ressource renouvelable
- Insensible aux parasites, aux champignons
- Mise en œuvre aisée
- Coût modéré

La gamme des formats est particulièrement riche puisque les fabricants sont nombreux. On trouvera aisément des panneaux allant de 1,15 m x 0,50 m à 2,50 m x 1,20 m, dans des épaisseurs de 8 mm à plus de 140 mm. Les densités sont tout aussi variables, de 120 à 280 kg/m<sup>3</sup>.

L'utilisation de la laine de bois est privilégiée en acoustique. En effet les panneaux de remplissage en sous toiture, sont employés comme matériau « ressort ». La fibre de bois permet un affaiblissement des bruits aériens. Dans notre structure : des panneaux d'isolant mou (densité : 150 kg/m<sup>3</sup>), sont posés sur chevrons et sous couverture. Un isolant de 200 mm d'épaisseur possède un affaiblissement acoustique de  $R_w=47$  dB

### 3. MENUISERIES

---

Pour les ouvertures en périphérie, nous sommes partis sur des menuiseries bois en double vitrage faiblement émissif à lame d'argon pour améliorer les performances d'isolation thermique tout en ayant suffisamment d'apports solaires naturels.

$$U_{\text{menuiserie}} = 1,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$
$$S_{\text{vitrage}} = 5,75 \text{ m}^2$$

Pour la verrière, nous sommes partis sur des menuiseries bois en triple vitrage faiblement émissif à lame d'argon pour améliorer les performances d'isolation thermique tout en ayant suffisamment d'apports solaires naturels.

$$U_{\text{menuiserie}} = 0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$
$$S_{\text{vitrage}} = 40 \text{ m}^2$$

Nous avons au final moins de 10% de surface de vitrage par rapport à l'ensemble de la surface d'échange avec l'extérieur. Ce n'est pas beaucoup pour l'éclairage naturel (il nous semble plus intéressant, pour un pavillon d'exposition, de pouvoir « contrôler » l'éclairage artificiellement) mais cela nous permet de limiter les déperditions.

### 4. PONTS THERMIQUES

---

Comme précisé précédemment, la composition de l'enveloppe nous permet d'avoir très peu d'affaiblissement thermique.

Aussi, classiquement, d'importants ponts thermiques apparaissent au niveau du soubassement du bâtiment, à la jonction avec les longrines et fondations, et en partie supérieure, au niveau des acrotères. Les choix conceptuels que nous avons fait nous permettent une continuité de l'enveloppe en toiture ; un affaiblissement est créé au niveau de la jonction avec la menuiserie. Au sol, en isolant de part et d'autre la longrine béton et en ayant un dallage porté isolé en sous-face, nous limitons les ponts thermiques à la jonction longrine-fondation ; jonction qui se trouve dans le sol !

Nous avons donc considéré que les ponts thermiques étaient nuls et que les seuls affaiblissements thermiques potentiels se trouvaient au niveau des menuiseries des vitrages.

### C. ETANCHEITE A L'AIR ET TRANSFERT D'HUMIDITE

---

Pour l'étanchéité à l'air une attention particulière est portée sur les assemblages entre madriers (cf § sur les assemblages).

Au niveau des menuiseries, nous avons traité l'étanchéité à l'air par des doubles joints compri-bandes. Nous avons une paroi respirante sans pare-vapeur ni pare-pluie. La quantité importante de bois à l'intérieur « absorbe » les variations hygrométriques.



## D. INERTIE

---

Notre projet est, du fait du choix du madrier, un projet massif avec beaucoup de matière, beaucoup de bois... De plus, nous avons au sol une dalle béton qui va donc augmenter l'inertie du bâtiment et améliorer le confort d'été.

## E. SYSTÈMES THERMIQUES

---

### 1. SYSTÈME DE PRODUCTION DE CHALEUR

---

Pour combler le déficit énergétique entre apports et déperditions, nous mettons en place une PAC (pompe à chaleur) air/air. Cette PAC est placée dans le local technique sous l'escalier. La prise d'air sur l'extérieur se fait au niveau de l'entrée, là où le local technique a une paroi en contact avec l'extérieur.

### 2. ÉMETTEURS DE CHALEUR

---

L'air chaud est soufflé à l'intérieur du bâtiment en partie basse sur toute la périphérie; des grilles sont placées au niveau des bancs où circulent les gaines techniques.

## F. CONFORT

---

### 1. CONFORT D'ÉTÉ

---

Des stores extérieurs sont placés au niveau de la verrière zénithale afin d'occulter les vitrages et de se protéger des apports solaires trop importants du milieu de journée. Une ventilation naturelle nocturne se fait par « ouverture » au niveau de la clé de voûte. L'habillage tôle prévu (en forme de cône) peut se lever pour laisser circuler l'air naturellement par effet de cheminée.

### 2. CONFORT ACOUSTIQUE

---

Des dalles bois perforées avec un isolant phonique de 60mm sont positionnées sous le plancher intermédiaire afin d'absorber le bruit au niveau du rez-de-chaussée. De plus, sont insérés des spots lumineux afin d'apporter un éclairage artificiel complémentaire.

Baticle Quentin, ingénieur / Didot Christophe, architecte / Dusconi Jérémy, architecte / Fabre Aubrespy Marine, architecte, ingénieure / Mautondouin Emile, ingénieur

« Il faut traiter la nature par le cylindre, la sphère et le cône. » Paul Cézanne

« It is necessary to treat the nature by the cylinder, the sphere and the cone. » Paul Cézanne

## Contexte

Situé sur un parc d'exposition en plein cœur d'une vallée, le site du projet se compose de plusieurs entités paysagères. Une rivière vient border le site au Nord Est. L'accès à la parcelle quant à lui, se fait par un axe Nord Est / Sud Ouest. Enfin, un ensemble de pavillons d'expositions forment la limite Est du site.

## Context

Situated on a park of exhibition in the middle of a valley, the site of the project is composed of several landscaped entities. A river lines the site in the NorthEast. The access to the plot of land, is made by an axis NorthEast / SouthWest. Finally, a set of exhibitions houses constitute the limit East of the site.

## Objectifs

L'objectif du projet est de créer ici un pavillon d'exposition pour l'entreprise Rubner. Cet édifice doit être à la fois un bâtiment signal, qui se détache d'un tissu très homogène. Cet édifice doit également incarner une véritable vitrine de ce que propose Rubner en terme de construction bois. C'est pourquoi, le choix du système constructif du bois empilé déjà présent sur le marché Rubner nous paraît intéressant.

## Objectives

The aim of the project there to create here a house of exhibition for the Rubner's company. This building has to be at once a signal building, which gets loose from a very homogeneous environment. This building also has to embody a real shop window of what proposes Rubner in term of wood construction. That's why, the choice of a constructive system of piled wood already use by Rubner seems us interesting.

La visée de notre intervention était de développer ce système constructif, au sein d'un environnement courbe, alors qu'il est traditionnellement utilisé dans des constructions orthogonales. Le choix d'une forme sphérique apparaissait ainsi comme une réponse pertinente à la recherche d'un système constructif novateur et communicatif pour un bâtiment signal.

The aim of our intervention was to develop this constructive system, within a curved environment, while it's traditionally used in orthogonal constructions. The choice of a spherical shape appeared as a relevant answer in the aim of create an innovative and communicative constructive system for a building signal.

## Posture Architecturale

Un parvis d'accueil oriente les visiteurs vers la sphère. L'entrée dans le pavillon d'exposition se fait par une ouverture Sud Ouest dans deux travées de la structure. Le visiteur pénètre sous un porche et arrive dans un premier espace d'exposition qui tourne autour d'un axe ajouré au RDC. Des vues sur l'extérieur sont assurées par des petites ouvertures dans l'axe de chaque travée.

## Architectural Posture

A square of welcome directs the visitors to the sphere. The entrance to the exhibition house is made by an opening SouthWest in two spans of the structure. The visitor arrives under a hall and arrives in a first space of exhibition which turns around an openwork axis in the RDC. Views on the outside are assured by small openings in the axis of every span.

A l'issue de cette première scénographie, le parcours architectural amène à déambuler verticalement au sein du tore ajouré, qui apporte une certaine porosité dans le bâtiment. Il débouche sur un second espace d'exposition où l'on retrouve les seize travées de la structure.

After this first scenography, the architectural way brings to roam vertically in the openwork torus, which brings a certain porosity in the building. It results in a second space of exhibition where we find sixteen spans of the structure.

La lumière naturelle est assurée par un éclairage zénithal provenant de la clé de voûte vitrée de la sphère. Les deux espaces d'expositions communiquent visuellement par le plancher qui n'est pas continu jusqu'au paroi, ainsi que par des trémies vitrées.

The natural light is assured by a zenithal lighting resulting from the keystone glazed of the sphere. Both spaces of exhibitions communicate visually by the floor which is not continuous until wall, or by glazed hoppers.

## Structure du bâtiment

La structure est formée de «voûtes» qui subissent une révolution autour de l'axe vertical central. Le demi-arc vers l'extérieur forme l'enveloppe. L'autre demi-arc, à l'intérieur, ajouré, forme la «paroi» entre la distribution verticale (l'escalier) et les espaces d'exposition. Les madriers empilés sont assemblés par un système de rainures/languettes. L'édifice se termine par une clé de voûte construite de 16 poutres rayonnantes et recouvertes d'une menuiserie qui apporte un éclairage zénithal à la structure.

## L'enveloppe du bâtiment

La façade se revêt de bardeaux de mélèze inclinés à 45° et à double recouvrement. L'ensemble des bardeaux dessine un réseau de lignes parallèles qui génère une dynamique au bâtiment. Poser selon la technique traditionnelle du voligeage, le double recouvrement assure une étanchéité à l'eau.

L'isolation est assurée quant à elle, par deux couches croisées de fibres de bois. Une première couche discontinue contre les madriers recouverte d'une seconde couche continue qui accueille une lame d'air ventilé.

\*Révolution : n.f. Se dit d'un mouvement de rotation qu'une ligne ou un plan déterminé décrit autour d'un axe immobile.

## Structure of the building

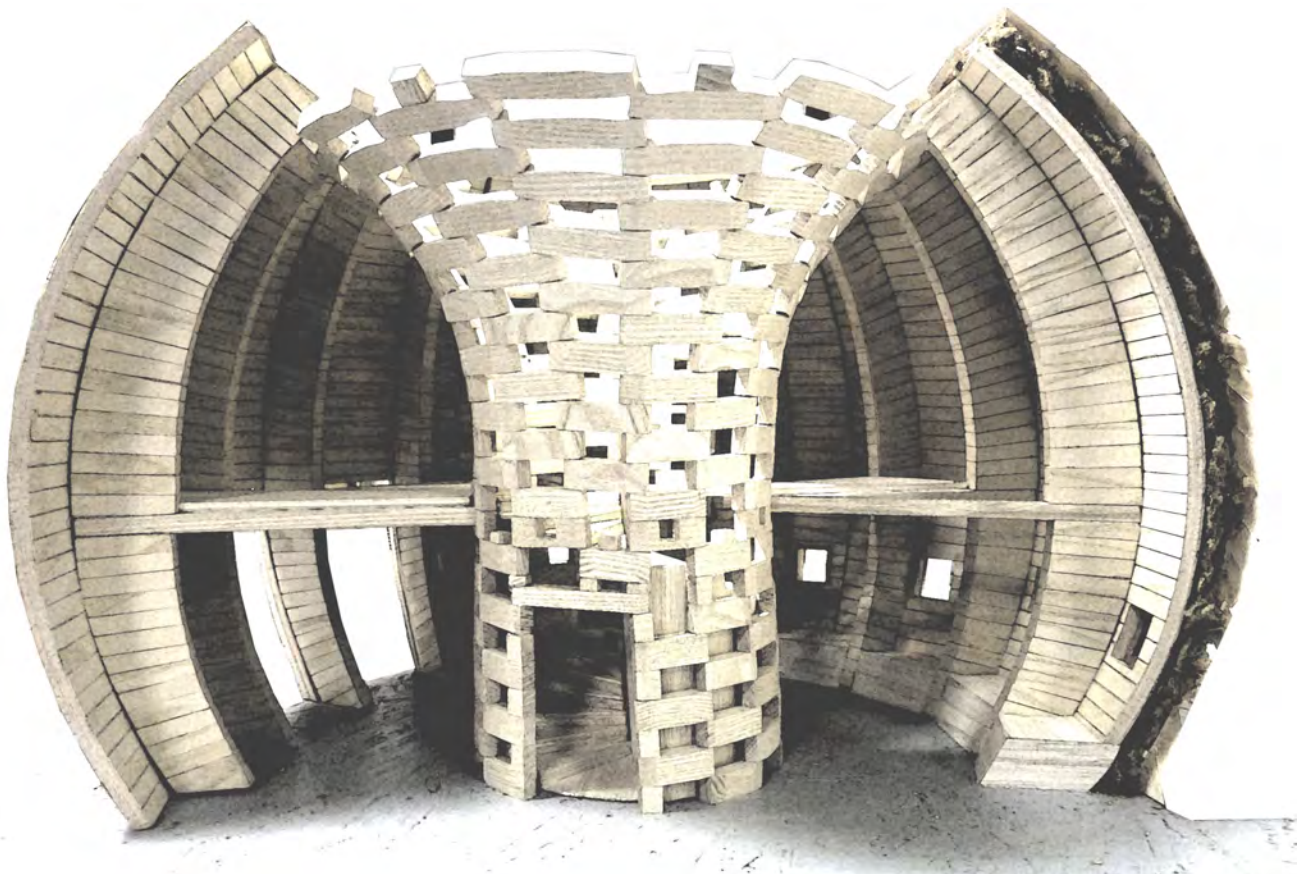
The structure is formed of a set of «vaults» which draw a revolution around the central vertical axis. The half-arc of outside forms the envelope. Other half-arc inside, openwork, forms the «wall» enter the vertical distribution (the stair) and the spaces of exhibition. The piled beams are assembled by a system of grooves/tongues. The building finished by a keystone composed of 16 radiant beams and covered by a window which brings a zenithal lighting to the structure.

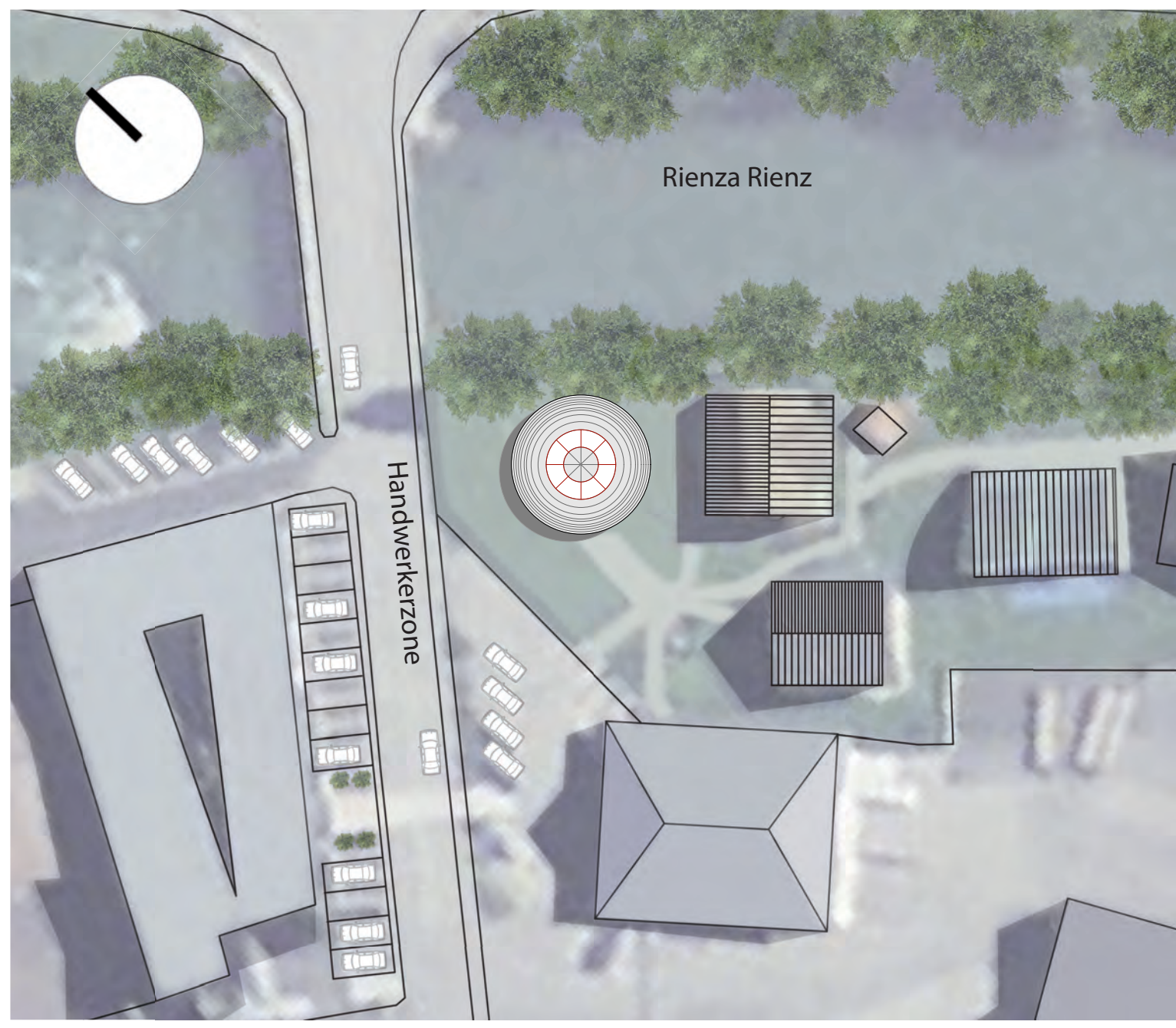
## The envelope of the building

The facade puts on shingles tilted to 45 ° and with a double covering. All the shingles draws a network of parallel lines which generates a dynamics to the building. To put according to the traditional technique of the boarding, the double covering assures a watertightness.

The insulation is assured as for it, by two crossed coats of wood fibers. A first coat ceases against beams covered with a second continuous coat which welcomes a blade of ventilated air.

\*Revolution : Movement of rotation which a line or a definite plan describes around an immovable axis.



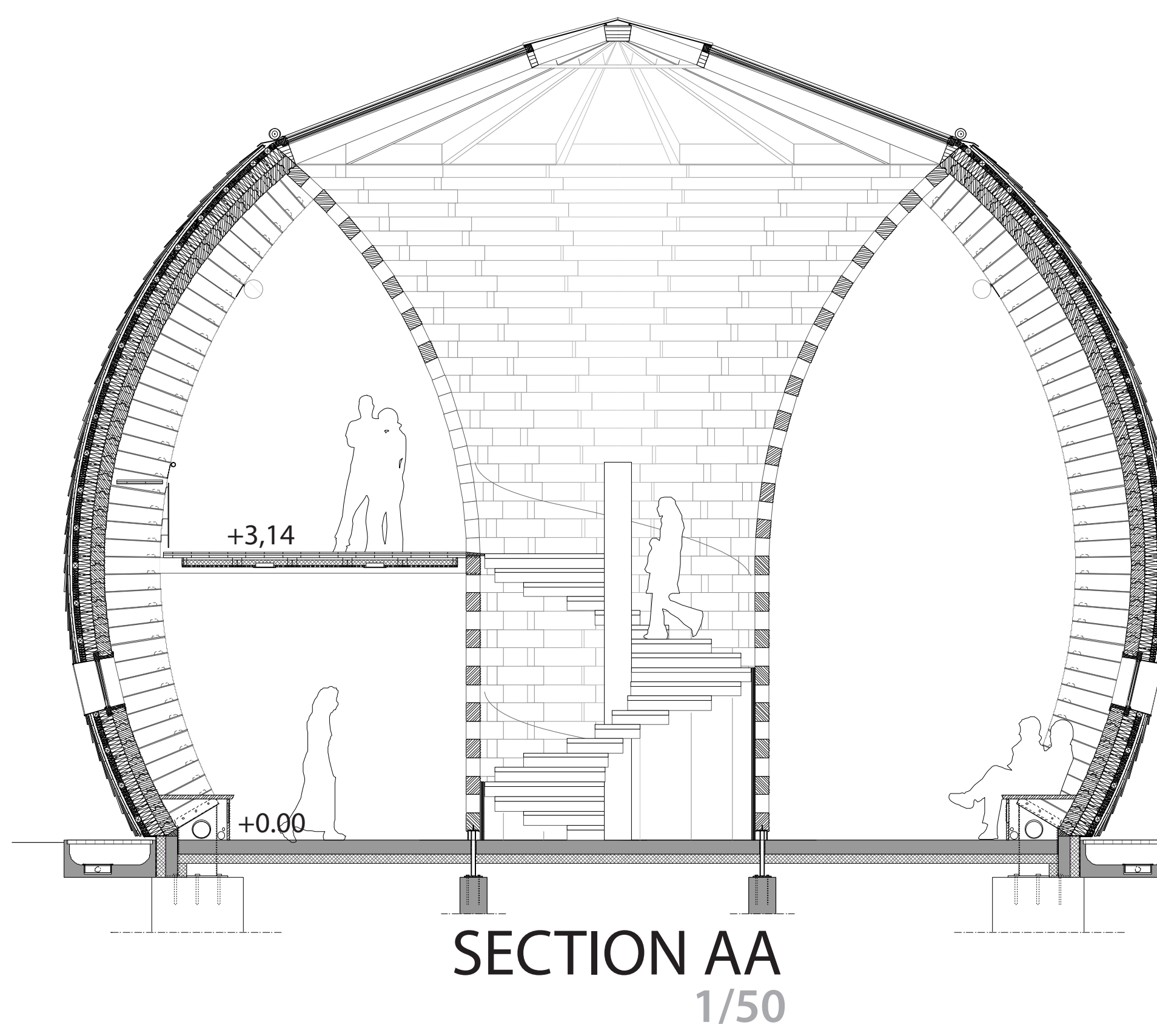
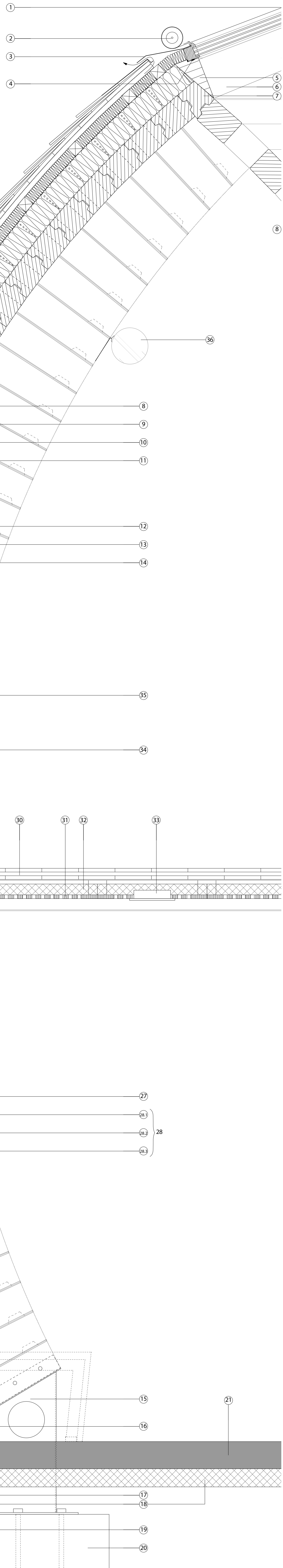


MASTER PLAN  
1/500

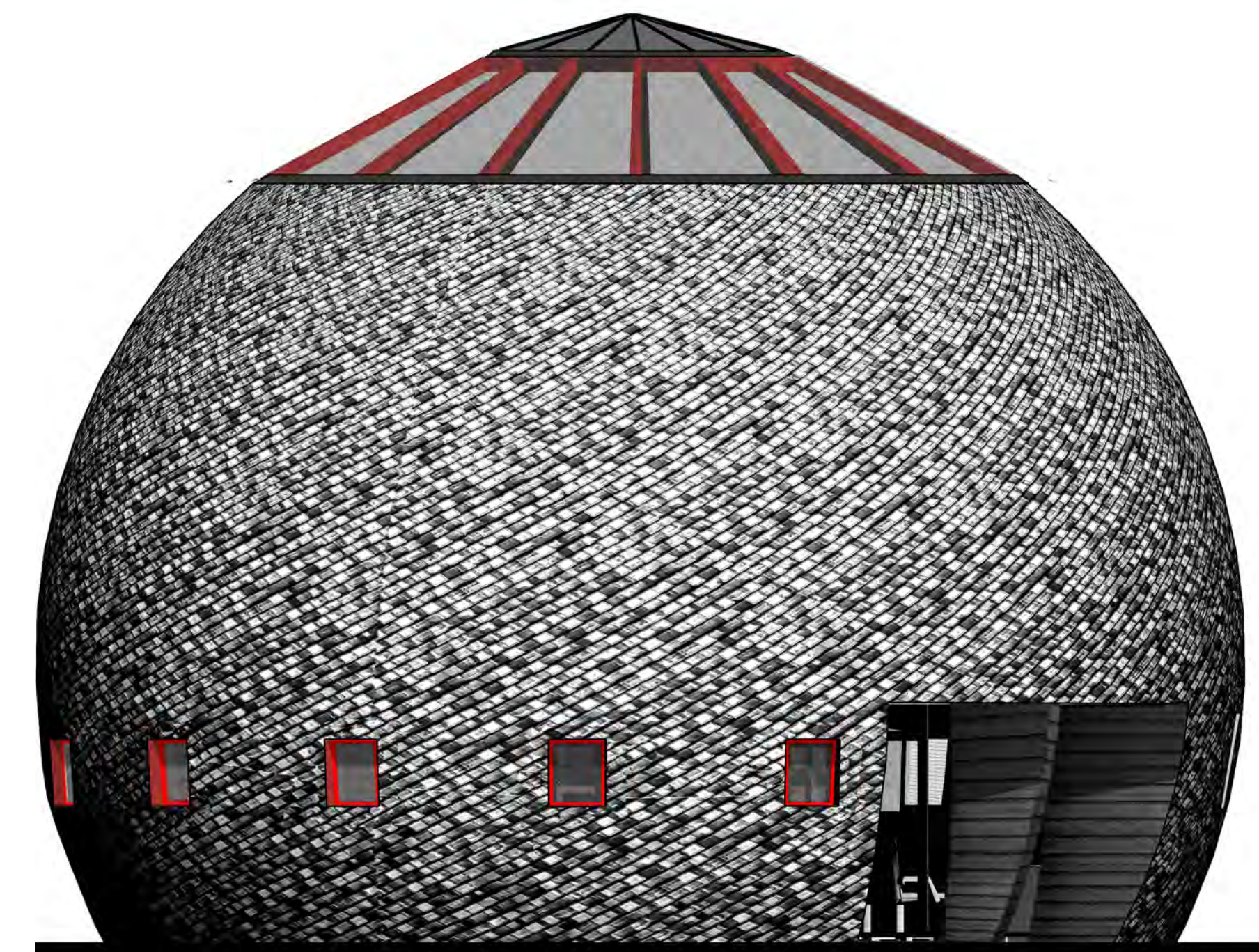


OUTSIDE PERSPECTIVE

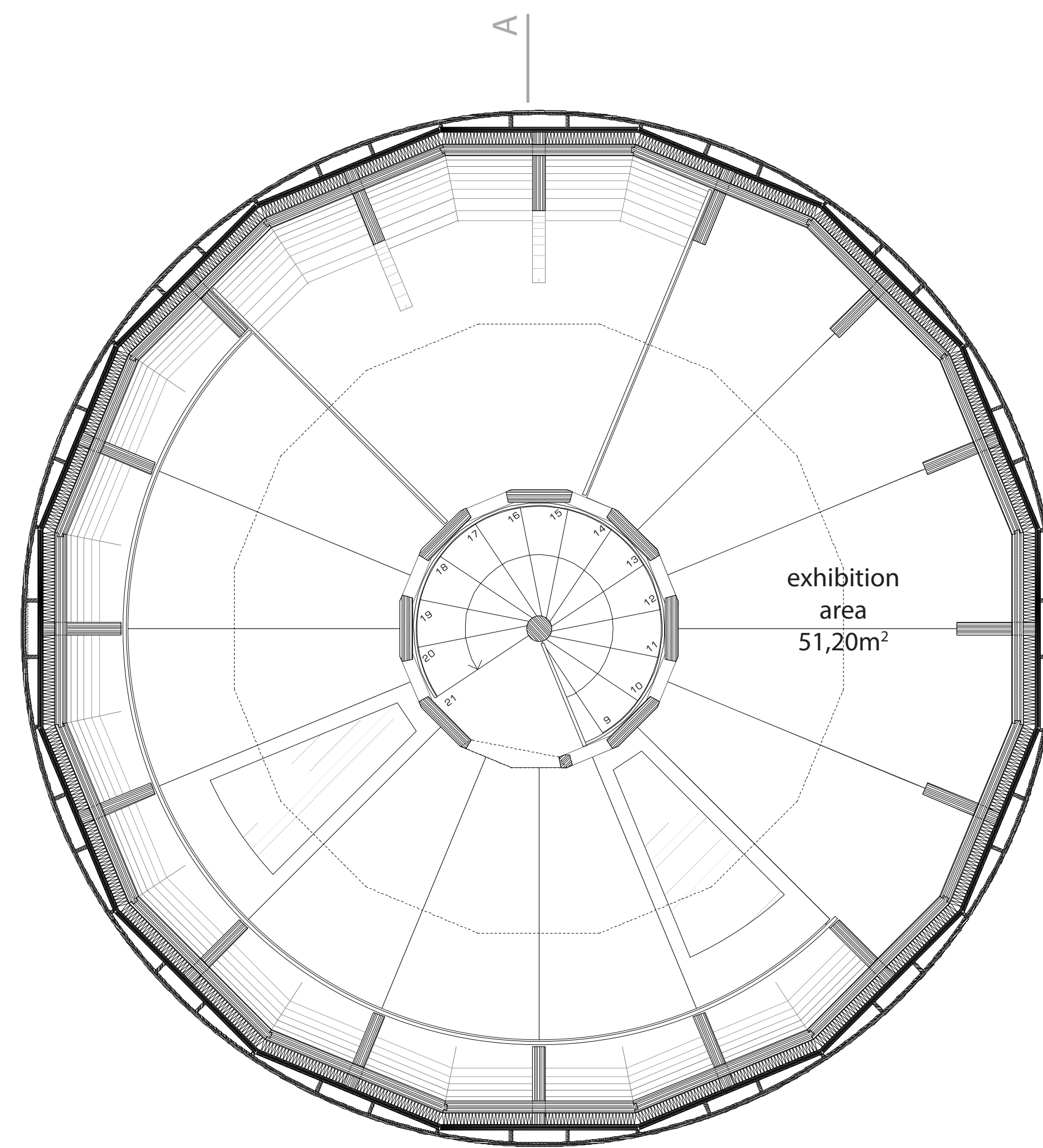
1. Windows (triple glazing)
2. Blind
3. Bib lacquered sheet steel
4. Closes compribande (for airtightness)
5. Beam small strip-stuck ...\*...mm
6. Beam small strip-stuck peripheral ...\*...mm
7. Beam «keystone» 150\*150mm spruce
8. Beam 150\*200 spruce
9. Isolating wooden wool 140mm
10. Isolating wooden wool 60mm
11. Bracket 60\*60mm spruce
12. Bracket 25\*40mm spruce (tilted to 45°/enter axis 600mm)
13. Lath 20\*200\*2000mm spruce
14. Shingle 7\*200\*600mm spruce (tilted to 45°/double covering/grey)
15. Metallic horseshoe (steel) lacquered
16. Horizontal low ribband (wedging on masonry) spruce
17. Reinforced concrete longrine
18. Polyurethane isolating 100mm
19. Membrane of waterproofness
20. Massif of foundation reinforced concrete
21. Tiled floor reinforced concrete 160mm (finish polish concrete)
22. Profiled in aluminum for isolation
23. Railing against rodent
24. Peripheral gutter in reinforced concrete (recycling rainwater)
25. Metallic railing (type duck-boards)
26. Projector
27. Pre-frame
28. System of joinery
  - (1) wooden amount (2) double glazing (3) sheet steel
29. Beam support to the first floor 150\*200mm tinged spruce
30. Floor plywood 3plis 60mm
31. Drilled ceiling 100\*100\*20
32. Acoustic isolating
33. Spotlight
34. Glazed lifelines fixed to metallic supports
35. Banister: tube lacquered steel 45mm
36. Lamp



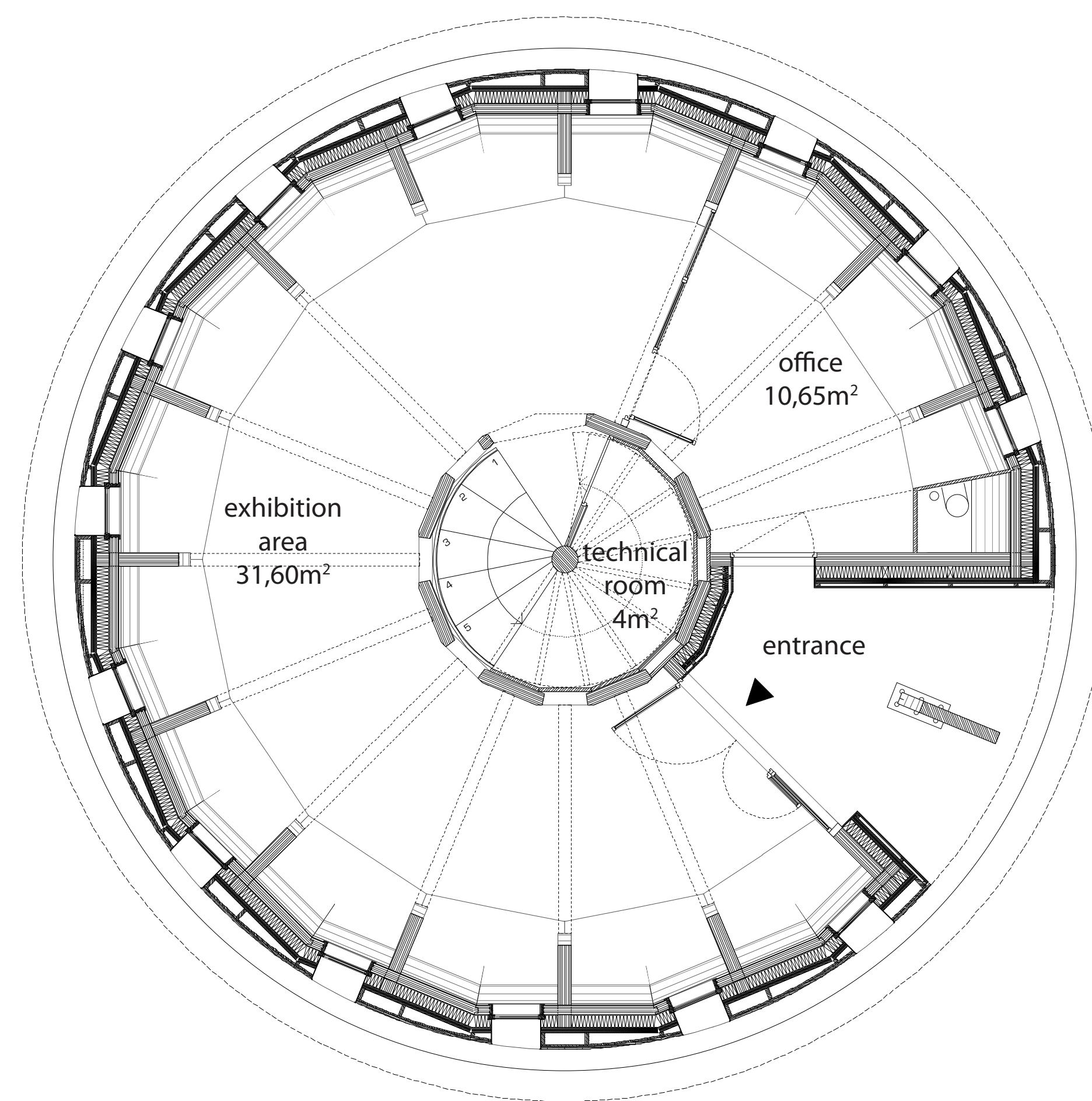
SECTION AA  
1/50



SOUTH WEST  
1/50



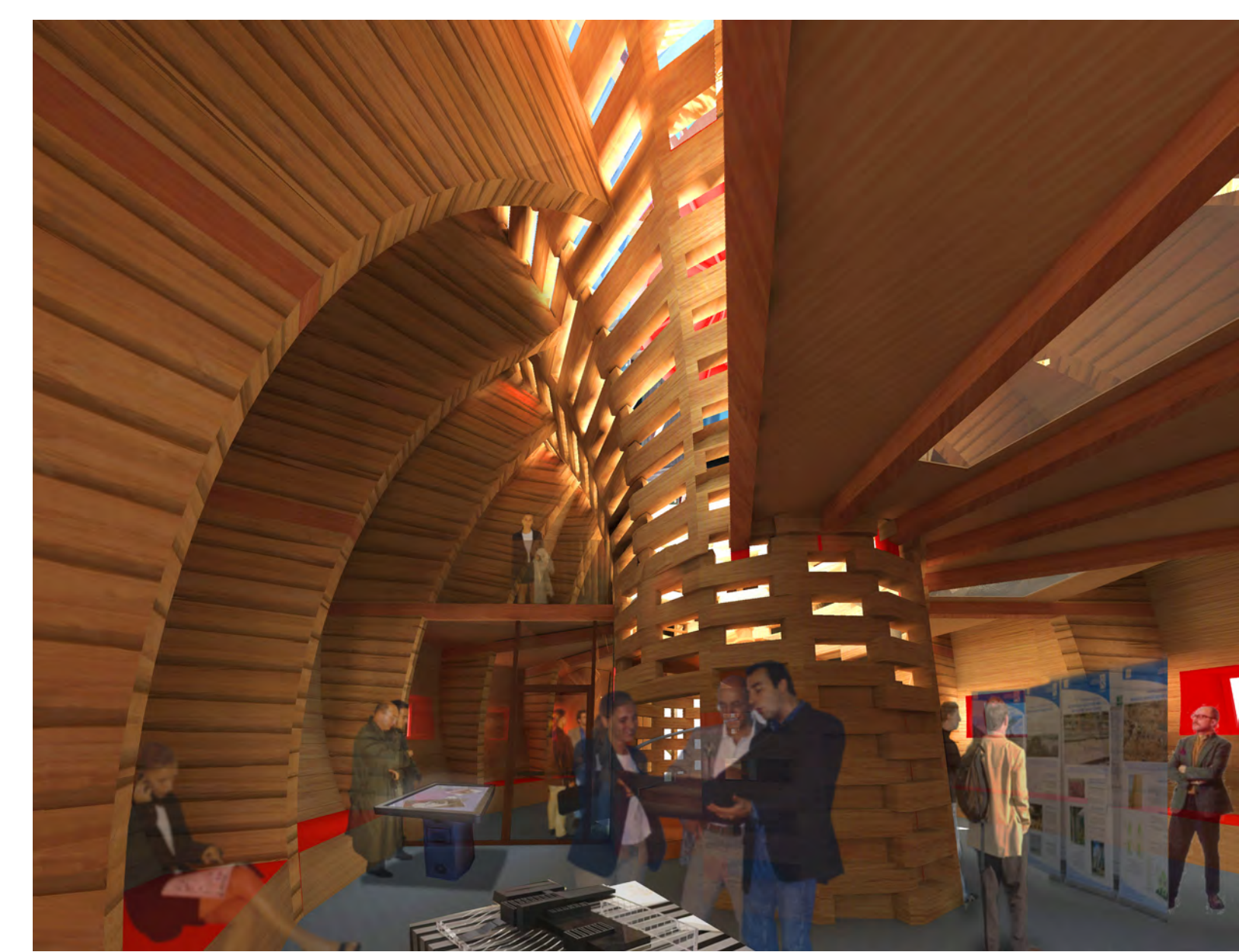
GROUND FLOOR  
1/50



FIRST FLOOR  
1/50



NIGHT PERSPECTIVE

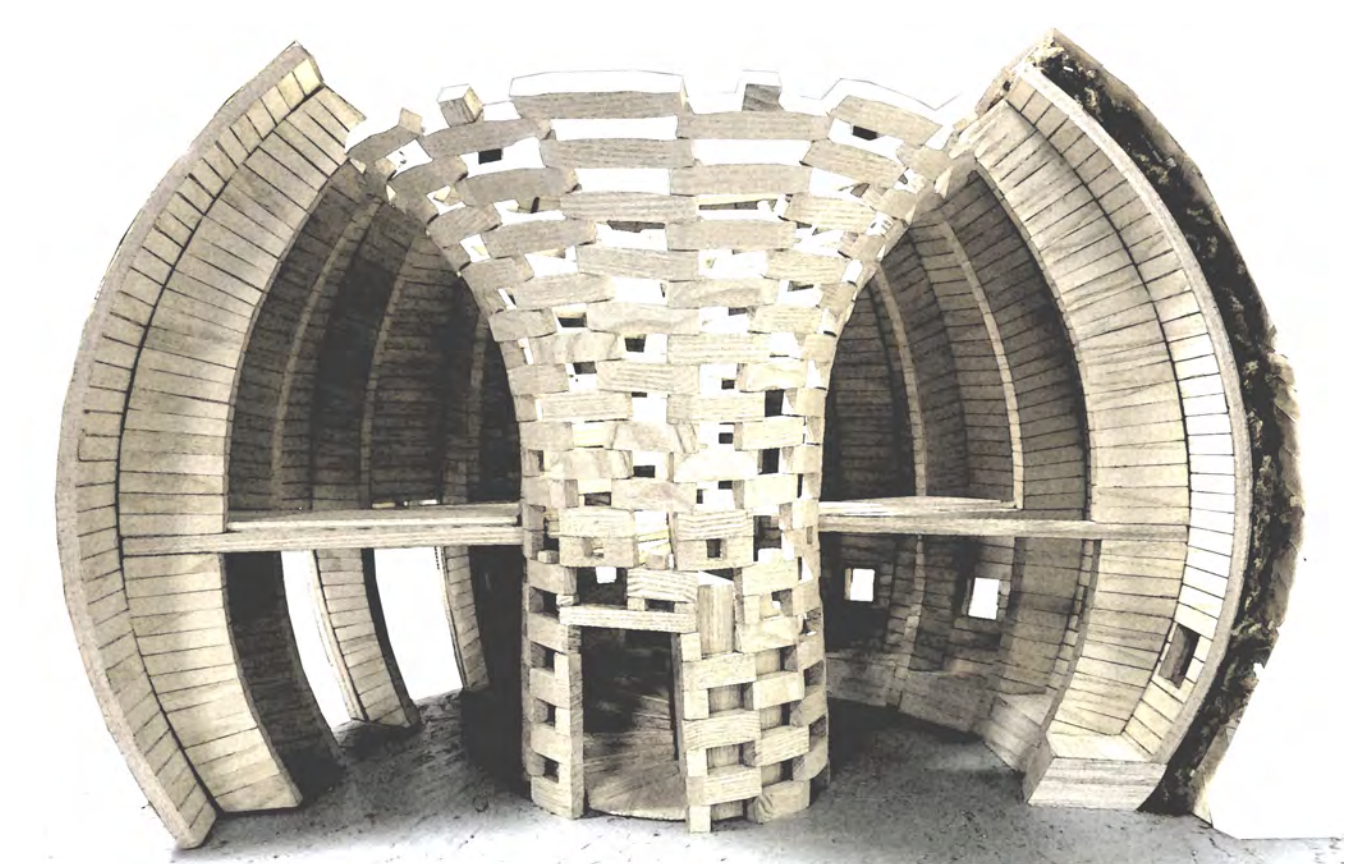


INSIDE PERSPECTIVE

DETAIL  
1/10

Projet décembre 2011  
Master pédagogique : Master ABC 2011-2012

REVOLUTION



Fabre Aubrespy Marine, architecte, ingénieure  
Baticle Quentin, ingénieur  
Didot Christophe, architecte  
Dusconi Jérémy, architecte  
Montaudouin Emile, ingénieur

RUBNER

e/n/s/t/i/b



Strasbourg, école d'architecture