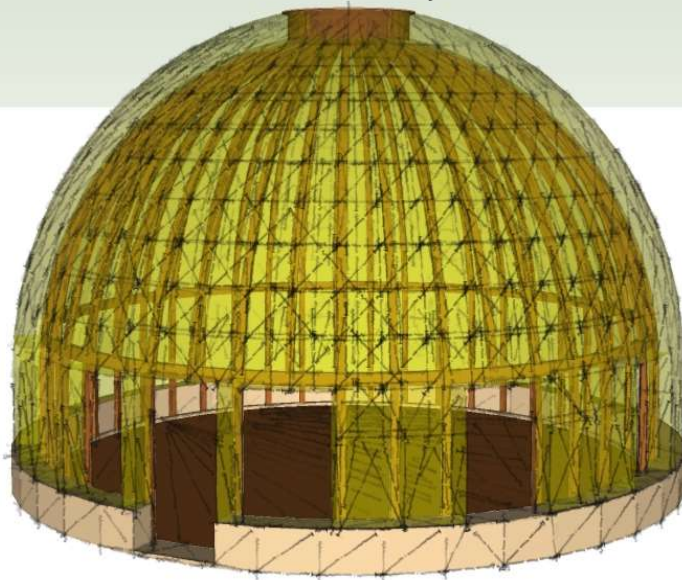


# Dôme de paille

Étude et plans de construction



## Présentation architecturale du projet et principe constructif



*Illustration 1: structure de la coupole vue par transparence*

L'idée initiale est de s'approcher d'une forme de dôme en utilisant la paille comme principal matériaux constructif et le bois comme support structurel. L'espace rond alors créé peut être aménagé comme salle de rencontre, de spectacle, voir même comme habitat.

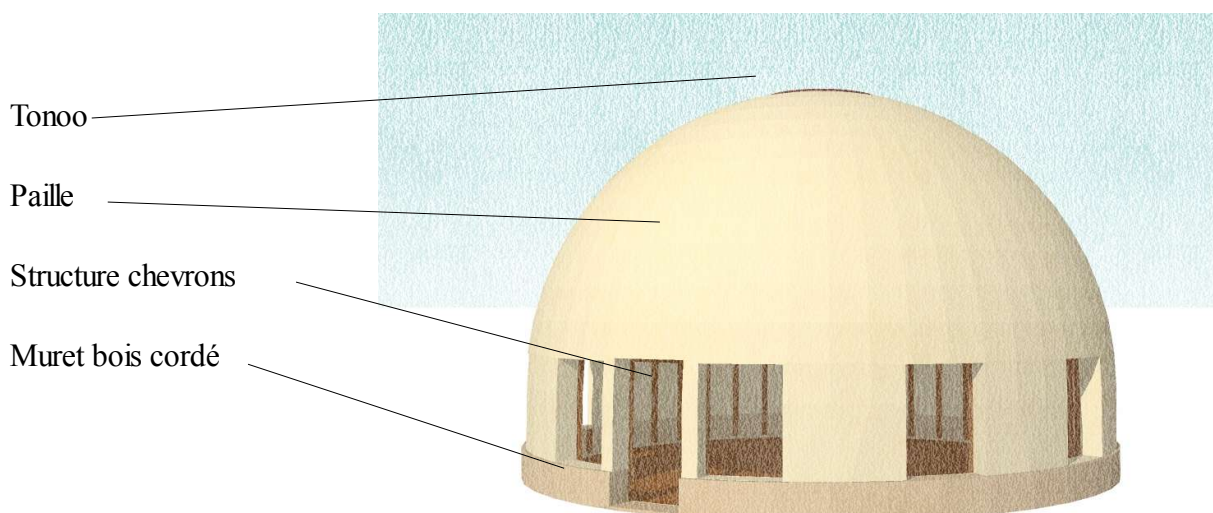
- Dans le cas de l'**habitat**, il peut être intéressant d'imaginer une mezzanine afin d'organiser l'intérieur sur 2 voir même 3 étages en fonction du diamètre initial, le rez de chaussée avec des ouvertures au sud tous les trois chevrons, des hublots ou des fenêtrons de toit aux étages supérieurs.

- La forme même d'un dôme est particulièrement adaptée comme salle de **spectacles**. Le matériau paille permet de s'isoler des bruits extérieurs tandis que la forme ronde canalise le son vers les spectateurs, comme dans le cas d'un amphithéâtre. On l'imagine alors plutôt sobre et sans autre ouverture que deux portes et l'aération sommitale.

- L'utilisation comme lieu de rencontre nécessite sûrement une architecture entre les deux : de grandes fenêtrons tout en gardant le maximum de sobriété.

Des dômes à peu près similaires ont été construits. Par exemple à Forstmehren, en Allemagne où une coupole en paille de diamètre interne 8,2m sert d'atelier et auditorium au compositeur Thomas Kagerman.

Le principe de construction retenu dans cette étude est un petit muret de bois cordé sur lequel s'appuie des chevrons en bois lamellé collé qui s'associent au centre contre un tonoo de bois laissant passer la lumière par un vitrage.. La paille repose sur le muret et remonte le long des chevrons.



*Illustration 2: présentation des éléments constitutifs de la coupole*



L'isolation d'un bâtiment tel que celui-ci peut être réalisée de multiples manières cohérentes. Mais une isolation en paille nous a semblé très intéressante et adaptée à la forme du dôme. Elle rappelle la construction d'un igloo en remplaçant les blocs de glace par les bottes de paille. Les murs sont donc relativement rapides à monter, ils viennent se reposer sur le muret de bois cordé puis remontent contre les chevrons jusqu'à atteindre le tonoo.

Sans oublier les nombreux atouts intrinsèques de la paille : ses propriétés thermiques et acoustiques, ainsi que ses qualités environnementales, économiques et sociales.

- Elle est disponible partout localement et repousse chaque année.
- Sa production et son transport consomment très peu d'énergie. Par exemple on considère que sa production consomme 77 fois moins d'énergie que de la laine minérale.
- On considère souvent qu'une construction en paille est un stockage de CO2, et qu'elle contribue donc à limiter le réchauffement climatique.
- Protégée par un enduit de chaux ou de terre, elle résiste admirablement au feu (classement B2)
- Correctement mise en œuvre (bonne compression et suppression des interstices), elle résiste aux rongeurs.
- Son prix avoisinant les 1 ou 2 euros la petite botte en font un matériaux de construction très abordable.
- Sa mise en œuvre est aisée, et permet donc une participation communautaire à la construction de l'habitat.
- Sa résistance thermique est plus qu'acceptable et permet donc la réalisation d'habitats économes en énergie.
- Sa grande densité placée entre deux couches dures désolidarisées lui confère une grande résistance au passage du bruit.

#### • Performance de la paroi principale en paille

- Simulation par ordinateur pour un mur de paille sans pont thermique, en considérant que les bottes sont posées sur chant, que l'intérieur et l'extérieur sont enduits respectivement de 5 et 2 cm d'enduit terre et que l'ensemble est protégé par un bardage bois.

matériau	épaisseur (cm)	densité (kg/m <sup>3</sup> )	chaleur spécifique (kJ/kg.K)	conductivité thermique λ (W/m.K)	Résistance thermique R(m <sup>2</sup> K/w)	Énergie grise au m <sup>2</sup> (kWh/m <sup>2</sup> )	Résistance diffusion vapeur d'eau Sd (m)
Bois léger brut, séché à l'air (sapin, épicéa)	3,0	540	2400	0.140	0.21	10	1.1
Lame d'air ventilée	2	1	1000	0.192	0.1	0	0
Pare-pluie (Sd=0,1)	0,1	130	2300	2.300	0	0	0.1
Enduit terre et Pisé	2	2000	1008	1.200	0.02	2.2	0.2
Paille (bottes sur chant)	35	83	1332	0.052	6.73	0.4	0.4
Enduit terre et Pisé	5	2000	1008	1.200	0.04	5.5	0.5
TOTAL	47,1				7.28	18	2.2

Coefficient Up de la paroi (sans les ponts thermique des portes et fenêtre) : 0,137 (très bon)

Déphasage : 16,3h (très bon)

Capacité thermique surfacique : 69 kJ/m<sup>2</sup>K (très bon)



# Le bois cordé



Le bois cordé est une méthode de construction assez simple à isolation médiane. Elle permet de désolidariser thermiquement deux parois porteuses tout en gardant la solidité structurelle de l'ensemble. Les bois traversants sont considérés comme des ponts thermiques traversant l'isolant.

Nous proposons une couche supplémentaire d'enduit intérieur en chaux aérienne pour « casser » les éventuels courants d'air ainsi que pour améliorer l'étanchéité globale du mur. Le bois cordé n'est donc pas apparent en intérieur. L'isolant proposé ici est du liège en vrac, matériaux qui résiste très bien bien à l'humidité.

Bien que thermiquement moins bon qu'une paroi de paille, le muret permet de stopper les remontées capillaires d'humidité, et de protéger la paille d'une humidité de sol permanente comme celle venant par exemple de l'herbe mouillée. Il est ensuite coiffé d'un film imperméable puis d'une sablière aidant la fixation du muret aux chevrons.

Le bois cordé est lui même posé sur les fondations.

- Performance du muret en bois cordé :

Rappel de la liste des matériaux

matériau	épais (cm)	densité (kg/m <sup>3</sup> )	chaleur spécifique (kJ/kg.K)	conductivité thermique (W/m.K)	Résistance thermique λ R(m <sup>2</sup> K/w)	Énergie grise m <sup>2</sup> (kWh/m <sup>2</sup> )	Résistance au diffusion vapeur d'eau Sd (m)
Enduit de chaux aérienne	2	1550	864	0,7	0,03	20.3	0.1
Chaux sciure	9	1550	864	0,3	0,3	91.3	0.6
Liège expansé conforme norme NF EN 13170	15	125	1560	0,05	3,06	12.8	0.2
Chaux sciure	9	1550	864	0,3	0,3	91.3	0.6
TOTAL sans ponts thermiques	35				3,69	215.6	1.6

Pourcentage des ponts thermiques (densité du bois cordé 40%) : 40%

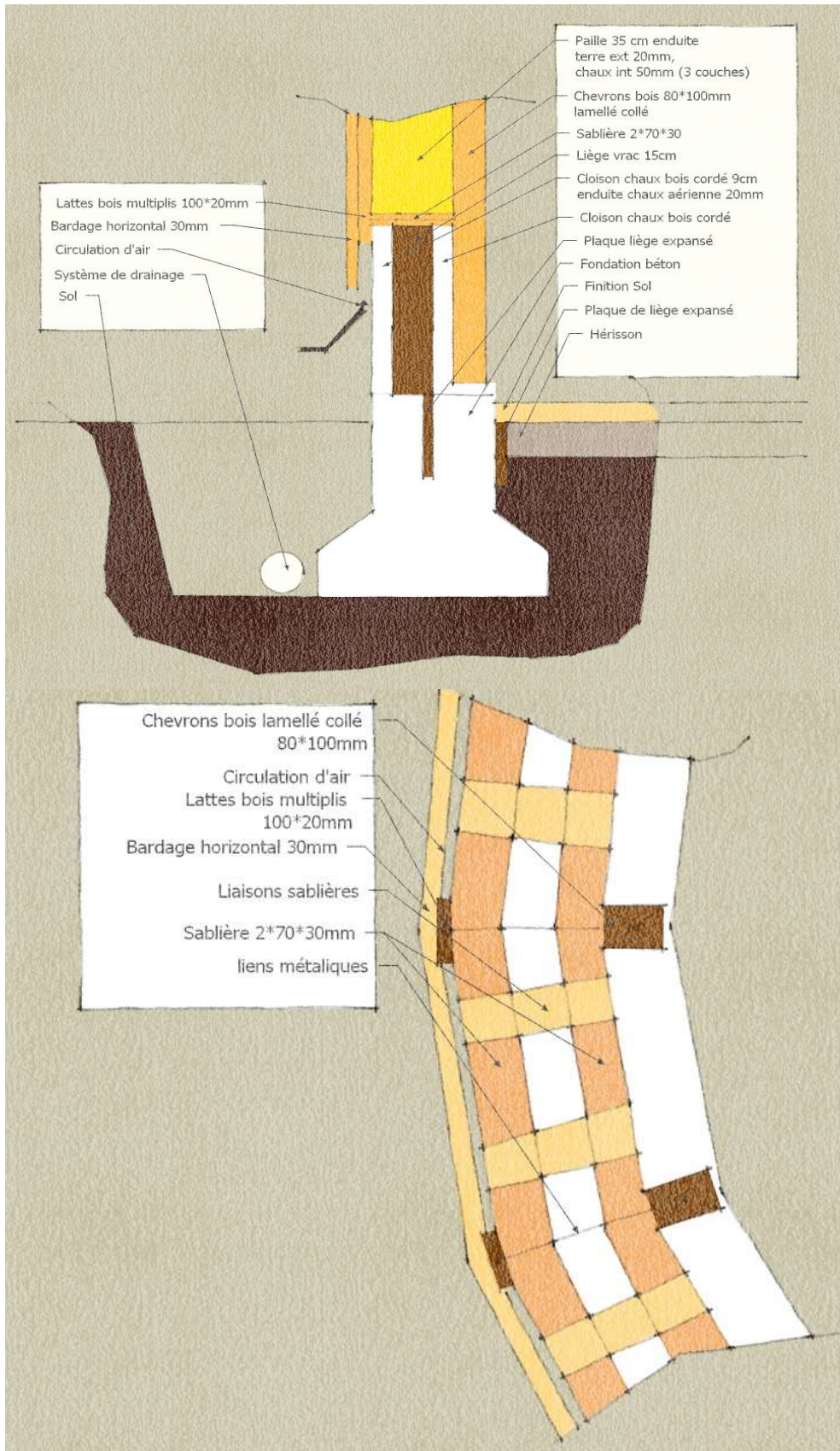
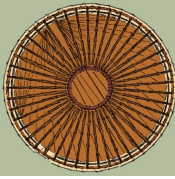
ΔU des points thermiques : 0,2

Coefficient Up de la paroi en prenant en compte les ponts thermiques des bois traversants : 0,73 (6 fois moins bon que le mur de paille, il est cependant situé au ras du sol, là où le flux de chaleur est réduit par rapport aux murs et au toit)

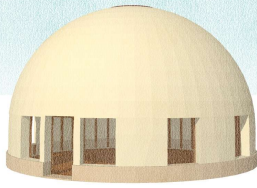
Résistance thermique R(m<sup>2</sup>K/w) finale de la paroi de 35cm: 1,37



# Quelques détails de construction



Et voici quelques plans afin  
d'aider à la réalisation...



Les plans qui suivent ont été calculé pour un dôme de diamètre extérieur de 10m, et intérieur de 9,15m soit une surface intérieure de plancher d'environ 65m<sup>2</sup>. Sur cette base il peut sembler cohérent de crée un habitat d'environ 120m<sup>2</sup> en intercalant deux étages sur la moitié nord du dôme.

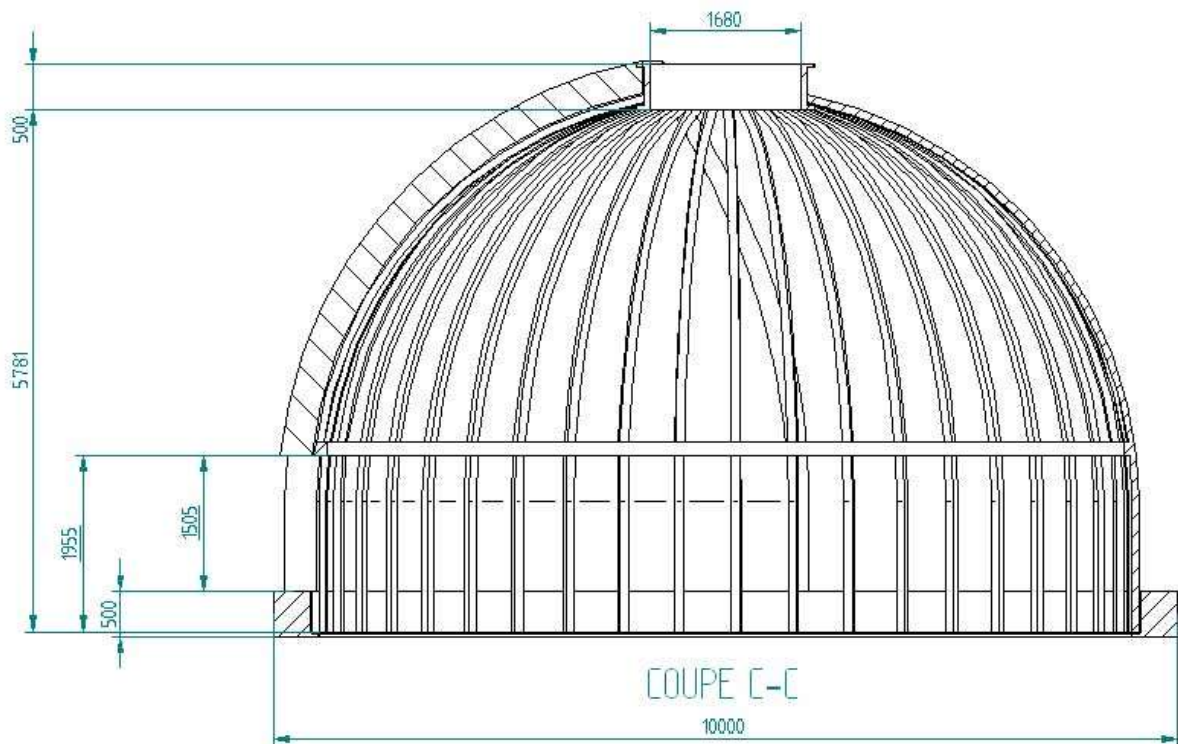


Illustration 3: Présentation globale des détails de la structure

- Détail des 40 chevrons en lamellés-collés-vissés.



Illustration 4: 40 chevrons forment la coupole

Les chevrons sont assemblés en 4 couche de 20mm. La longueur de débit extérieur est  $1450 + 6309$  (angle de  $1,3775$  rad) =  $7759$ mm, ce qui donne comme débit de bois :  $160$  pièces  $20 \times 80 \times 7760 = 2\text{m}^3$ .

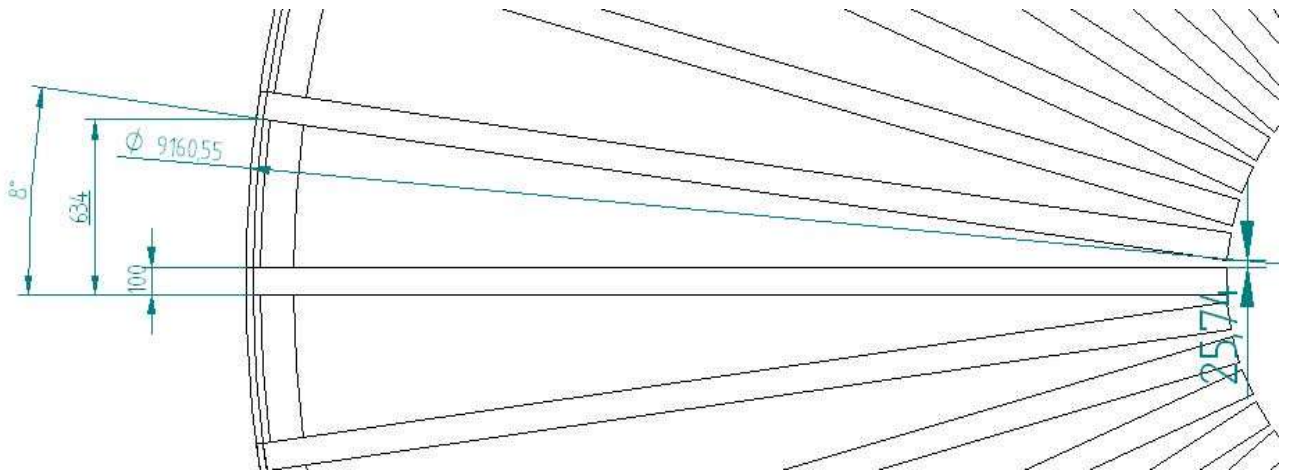


Illustration 5: Espacement des chevrons

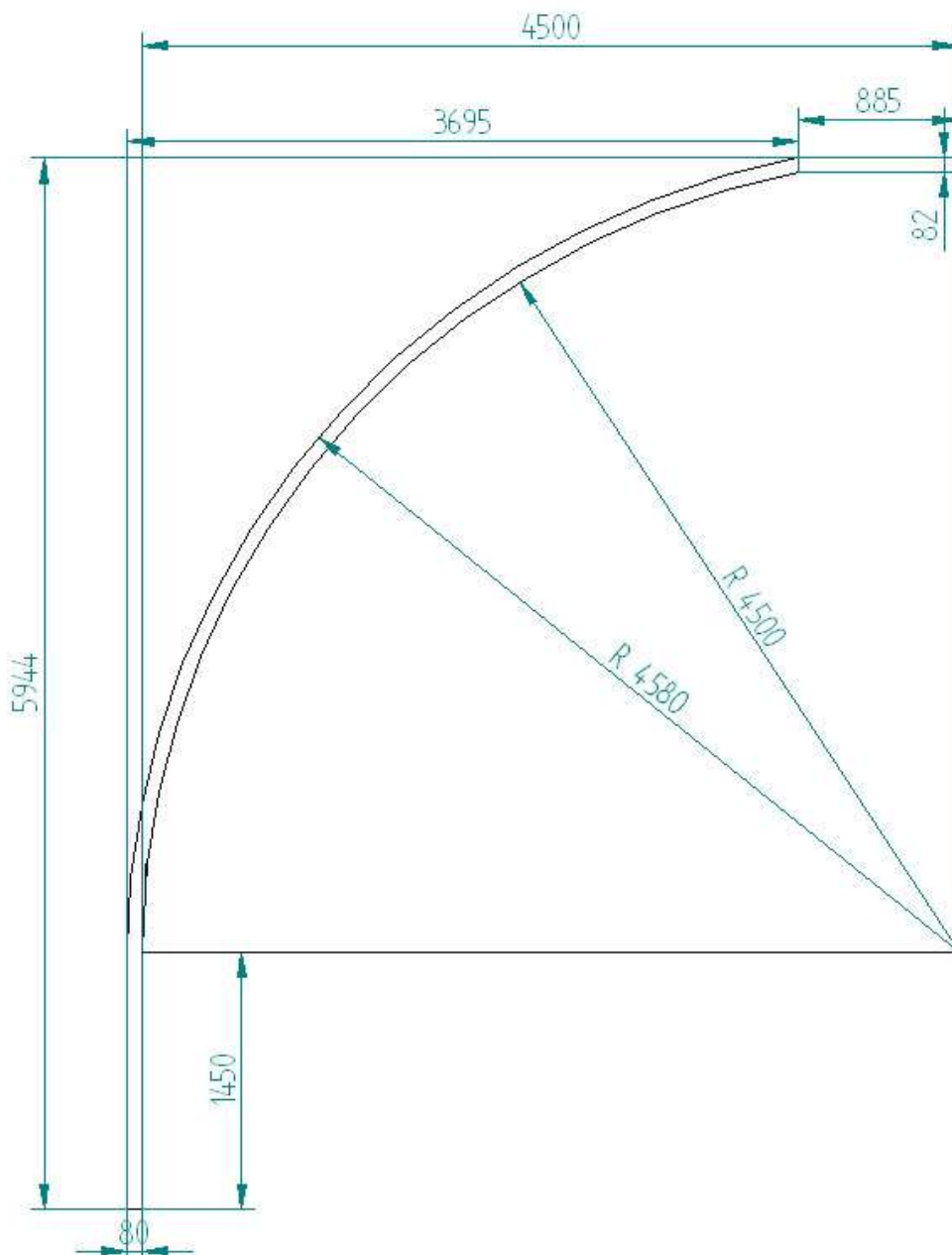


Illustration 6: Profil d'un chevron, gabarit de courbure.



- **Le tonoo**, pièce sommital du dôme. Il est constitué d'un assemblage de feuille de Contre-Plaqué de 15mm. Il peut ensuite être traité comme une fenêtre ouvrante ou non, ou complété par de la paille avec dans ce cas une gestion du flux d'air vers l'extérieur (naturel ou mécanique). A toutes ces possibilités nous conseillons plutôt une fenêtre ronde ouvrante et constamment légèrement inclinée vers le nord afin de casser le soleil zénithal. Elle doit alors impérativement être réalisée en double voir en triple vitrage.

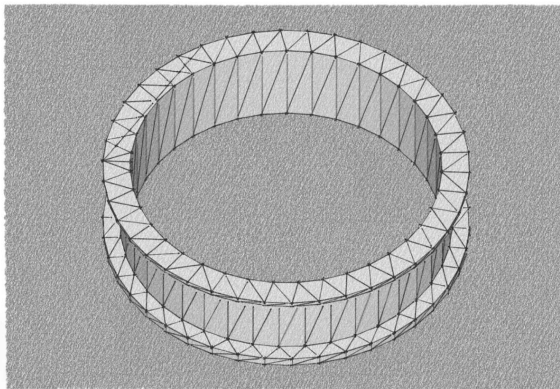


Illustration 7: Tonoo

Illustration 8: Vue en coupe du tonoo et proposition d'agencement des feuilles de CP

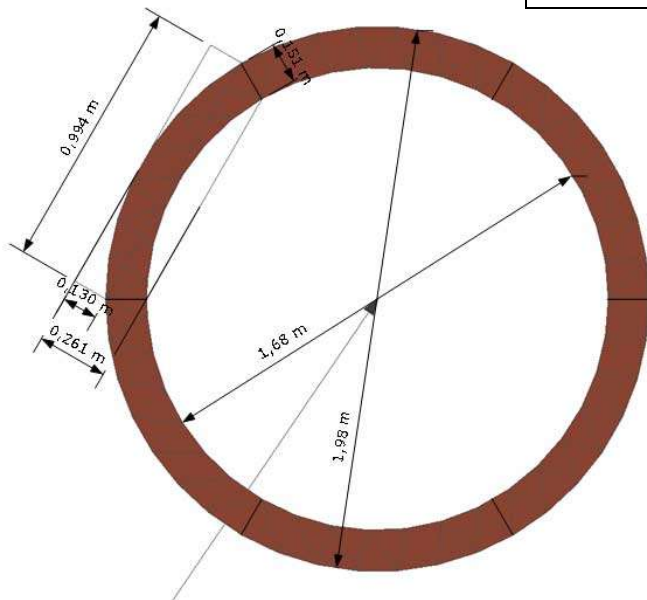
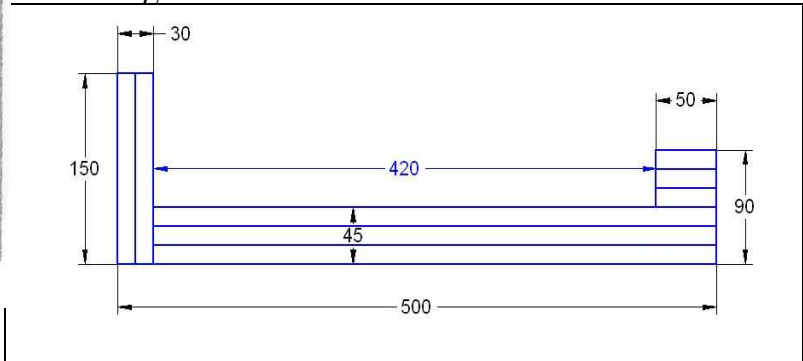


Illustration 9: Le chapeau du tonoo peut être assemblé en 2 fois 7 pièces de CP 15mm

Il est constitué par du CP 15mm.  
 Matériel : - 4 feuilles de 255\*122cm  
 - vis 4\*40, 5\*80, 4\*50, 4\*25  
 - colle bois résistance à l'eau (par exemple polyuréthane à expansion)

CP 15mm

		diamètre ext (mm)	Hauteur (mm)	Périmètre (mm)	Surface (m <sup>2</sup> )	Calepinage 255*122 (cm)			
						1	2	3	4
Support chevrons	Couche 1	1800	50	5654,88	0,28	*/2	*/2		
	Couche 2	1830	50	5749,13	0,29	*/2	*/2		
	Couche 3	1860	50	5843,38	0,29	*/2	*/2		
Tour	Couche 1	1710	470	5372,14	2,52	*			
	Couche 2	1740	470	5466,38	2,57		*		
	Couche 3	1770	470	5560,63	2,61			*	
Chapeau	Couche 1				0,86				*
	Couche 2				0,86				*

Bonne réalisation à tous et n'oubliez pas de nous envoyer vos idées, remarques et photos...