

CHAPITRE TROISIÈME

introduction	5
méthodologie	7
structure de tente géodésique	9
structure autoportante rétractable	13
cadre de parapluie économique	17
maison à chien portative	21
liaisons quatre barres	25
structure zig-zag	29
cardborigami	33
dôme articulé	37
cabane Pliante	41
treillis déployable	45
abri préfabriqué portatif	49
abri temporaire en tube de papier	53
yourte jero	57
joxtorp	61
aris	65
vue d'ensemble	69
sythèse	71
<i>sélection</i>	73
<i>sélection en détail</i>	75
conclusion	77
bibliographie	78

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

DRONEPORT, PROGRAMME
D'UN RÉSEAU INÉDIT

SAR / ENAC / EPFL 2015-2016

énoncé théorique de master

Laurent bielser & Cyril Pitteloud

directeur pédagogique: Yves Weinand

deuxième professeur: Dieter Dietz

maître EPFL: Fred Hatt

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

INTRODUCTION

Nous avons vu lors des deux parties précédentes que le régime de l'urgence humanitaire avait une grande importance. Selon les préceptes énoncés dans les textes du premier chapitre, la réponse architecturale doit être capable d'être montée rapidement, légère et impermanente.

Ce troisième et dernier chapitre se présente sous la forme d'une collection dont les objets représentés se réunissent autour du thème du déploiement, c'est à dire capables par leur structure de se plier ou se déplier. Nous observerons que ces objets sont issus de brevets déposés par des inventeurs du 20ème siècle à aujourd'hui, ainsi que de recherches sur l'architecture humanitaire ou encore de produits du design industriel. Tous répondent à une série de critères particuliers qui sont : le volume plié, le volume déplié, le poids, la surface couverte, le temps de montage, le nombre d'éléments qui font l'unicité du projet et enfin des ratios entre les critères précédents.

Nous analyserons ces critères pour chaque projet à l'aide d'un graphique étoilé et les comparerons afin de saisir les mécanismes et détails structurels les plus avantageux.

MÉTHODOLOGIE

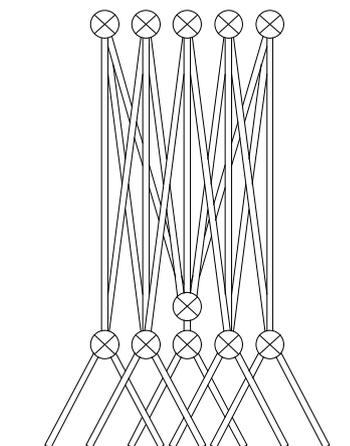
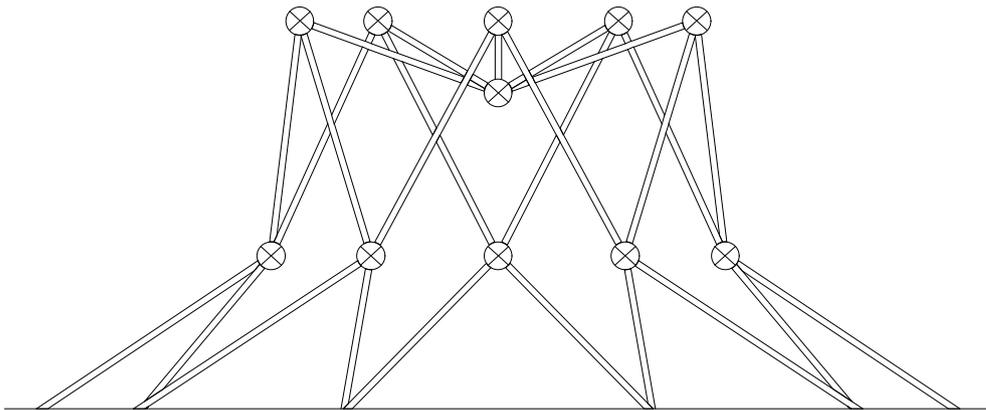
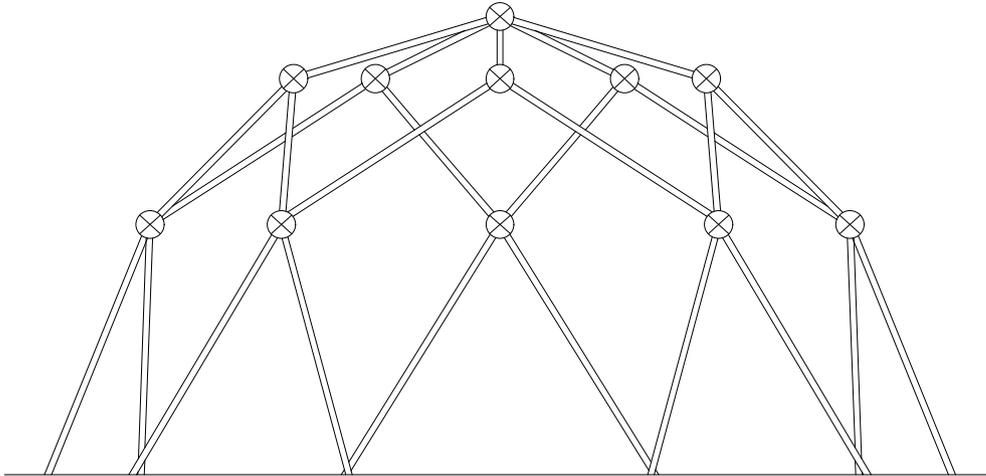
CRITÈRES

A Volume plié [m ³]	1: 0 - 0.1 2: 0.2 - 0.5 3: 0.6 - 1 4: 2 - 5 5: 5 et +	D Surface couverte [m ²]	1: 0 - 5 2: 6 - 15 3: 16 - 30 4: 31 - 50 5: 51 et +
B Volume déplié [m ³]	1: 0 - 1 2: 2 - 5 3: 6 - 10 4: 11 - 20 5: 21 et +	E Temps de montage [min]	1: 0 - 5 2: 6 - 15 3: 16 - 30 4: 31 - 50 5: 51 et +
C Poids [kg]	1: 0 - 10 2: 11 - 50 3: 51 - 100 4: 101 - 500 5: 501 et +	F Nombre d'éléments	1: 1 - 2 2: 3 - 5 3: 6 - 20 4: 21 - 50 5: 51 et +

RATIOS

AB $\frac{\text{Volume plié}}{\text{Volume déplié}}$	1: 0 - 10 2: 11 - 20 3: 21 - 30 4: 31 - 40 5: 41 et +	EF $\frac{\text{Temps de montage}}{\text{Nombre d'éléments}}$	1: 6 et + 2: 4 - 5 3: 3 - 2 4: 0.6 - 1 5: 0 - 0.5
CD $\frac{\text{Poids}}{\text{Surface couverte}}$	1: 6 et + 2: 4 - 5 3: 2 - 3 4: 0.6 - 1 5: 0 - 0.5	En ce qui concerne les ratios, plus leur valeur s'approche de 5, plus le rapport entre les deux éléments comparés est intéressant et gage de qualité.	

MOMENTS

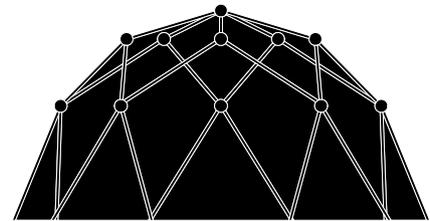


0 0.5 1 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

STRUCTURE DE TENTE GÉODÉSIQUE

Concepteur(ice)(s): Mark Niksic, Mark Erickson
Année(s) de conception: 1991



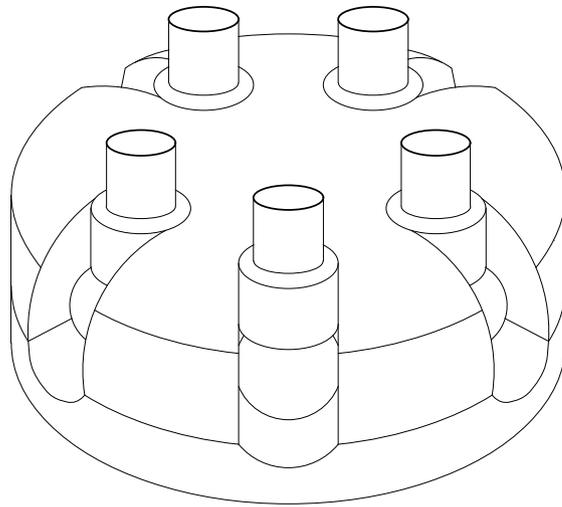
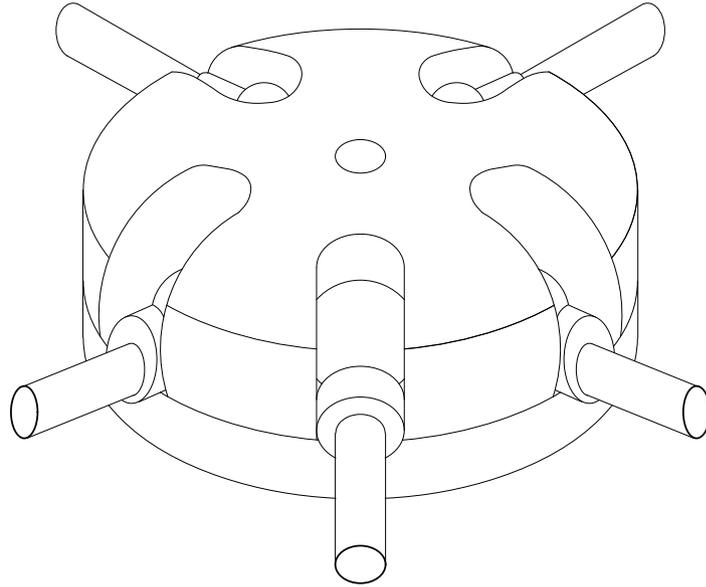
Le fonctionnement de cette invention est simple et efficace. Cette structure passe d'un ensemble réticulaire compact à un espace dôme sans recourir à un processus d'assemblage lors du déploiement. Une peau fixée depuis l'intérieur forme finalement le cloisonnement de l'élément. La structure se décline en 4 plans:

Le premier est le rapport au sol. Une toile polygonale servant à reprendre les efforts de tensions réceptionnera les éléments du dôme en contact avec le sol. Le second plan accueille une série d'articulations accueillant chacun des 4 membres. Une fois en position montée, les articulations sont auto-bloquées grâce à une poussée extérieure permanente due au poids propre de la structure.

Le troisième plan est également composé d'une série d'articulations dotées de 3 membres. Ces éléments, contrairement aux articulations précédentes, subissent une poussée vers l'intérieur. Ils sont bloqués par une rotation de l'articulation. Le quatrième et dernier plan est une articulation de cinq membres qui chapeaute l'ensemble de la structure.

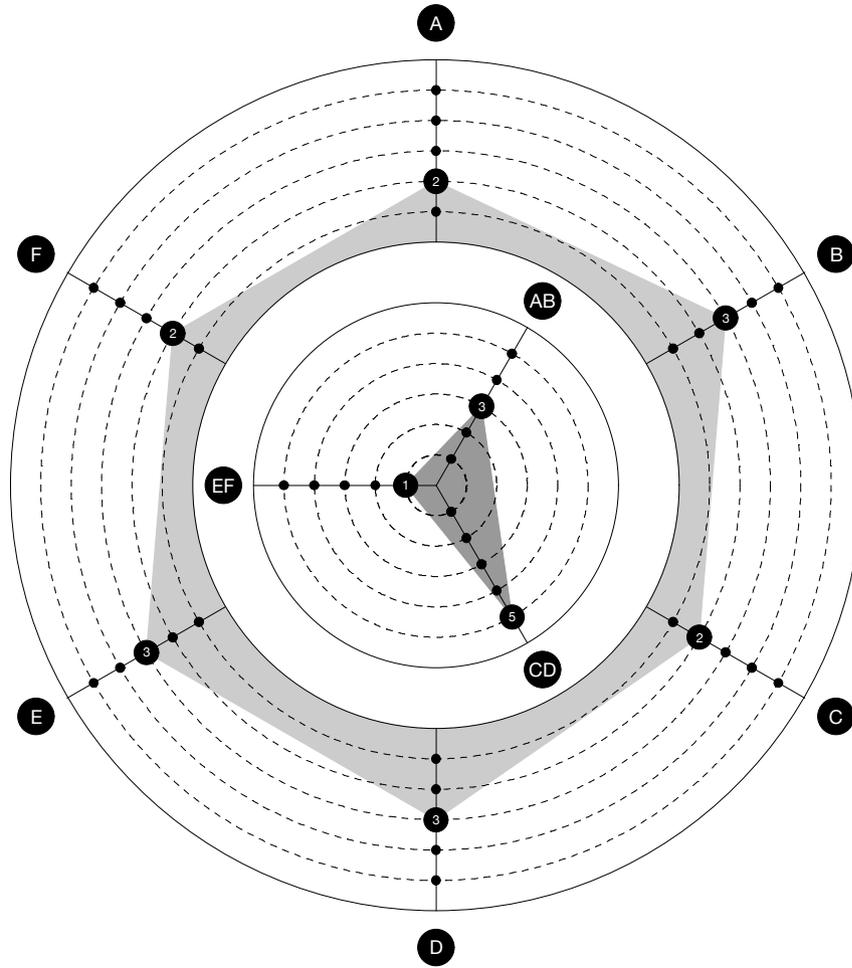
En outre des qualités susmentionnées, un point intéressant de cette structure est qu'elle pourrait se décliner sous d'autres géométries que celle du polyèdre régulier visible ici.

DÉTAIL



0 2.5 5 cm

GRAPHIQUE



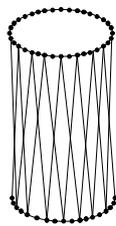
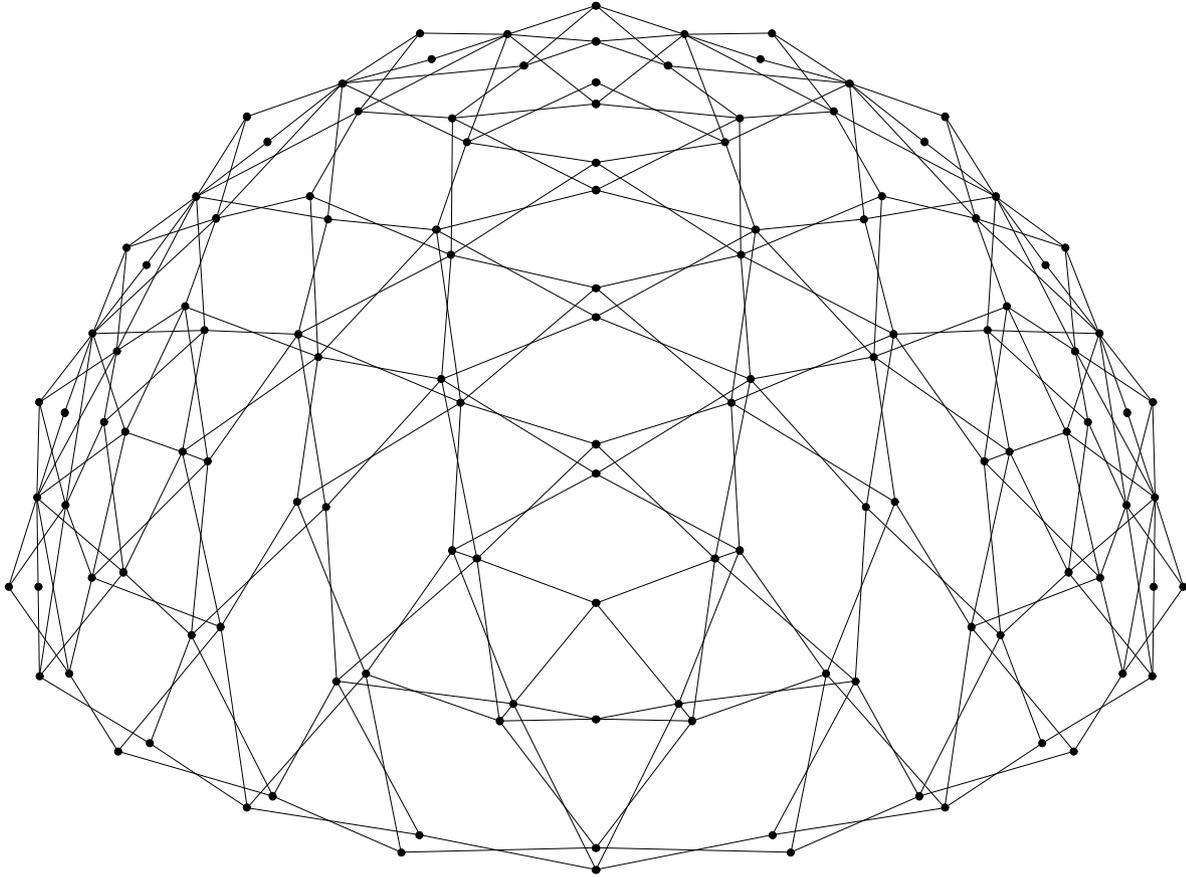
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

fibre de verre/acier inoxydable/polyester

Ⓐ	volume plié:	0.3	m ³
Ⓑ	volume déplié:	7.6	m ³
Ⓒ	poids:	10.9	kg
Ⓓ	surface couverte:	22.5	m ²
Ⓔ	temps de montage:	20	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	3	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	30.6	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	0.5	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	6.7	

MOMENTS



0 0.5 1 m

+

+

+

+

+

+

+

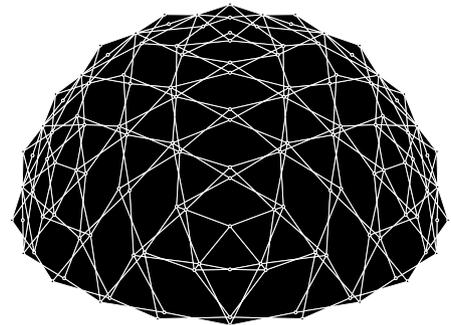
+

+

+

STRUCTURE AUTOPORTANTE RÉTRACTABLE

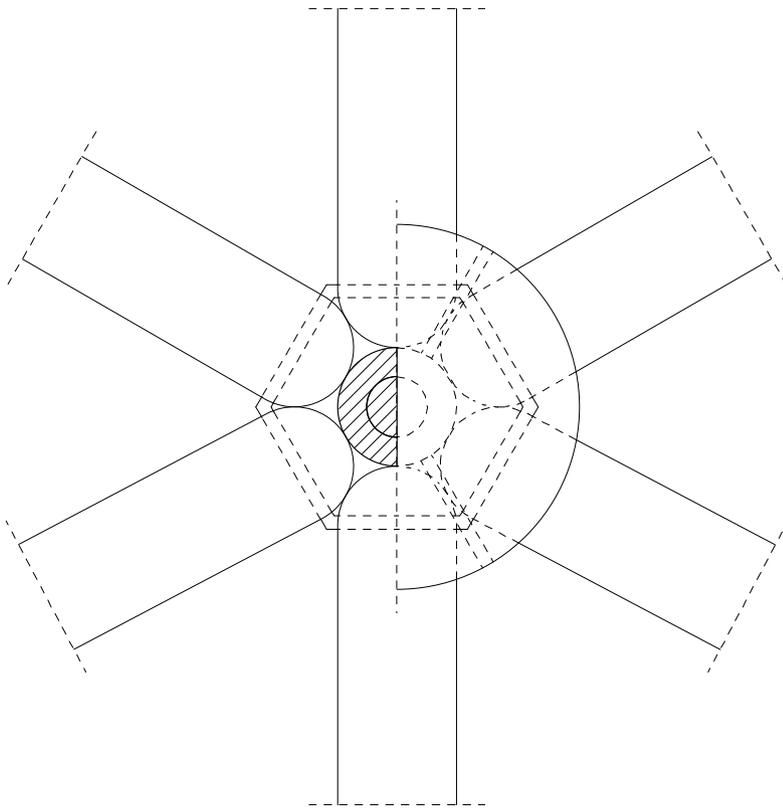
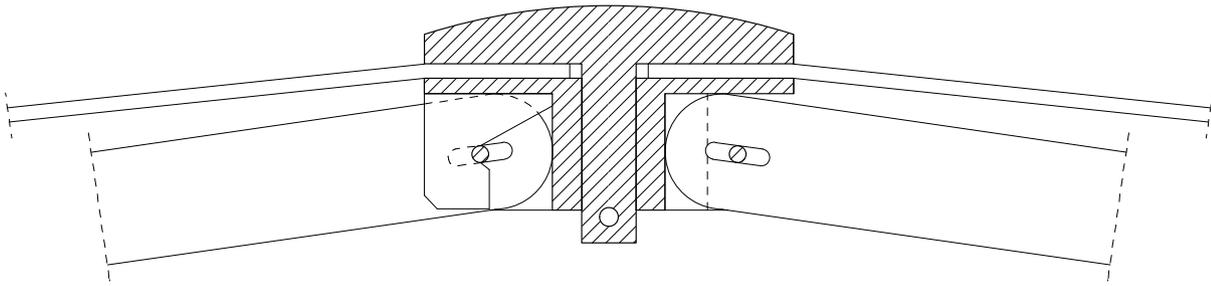
Concepteur(ice)(s): Theodore Zeigler
Année(s) de conception: 1976



Cette structure fonctionne de la même façon que la sphere Hoberman développée par l'inventeur du même nom en 1995. Le concept prend la forme d'un dôme composé d'une multitude d'articulations reliées par des membres. Elle possède néanmoins quelques différences structurelles en comparaison avec la structure précédente. Les modifications principales sont la multiplication du nombre d'articulations, ainsi qu'un doublement de l'ensemble de la structure: chaque articulation possède son double, qui se déforme en sens inverse. Le rapprochement des articulations déploie l'ensemble et l'inverse le replie. Ceci a comme avantage le renforcement de l'ensemble de la structure et permet d'éliminer la con-

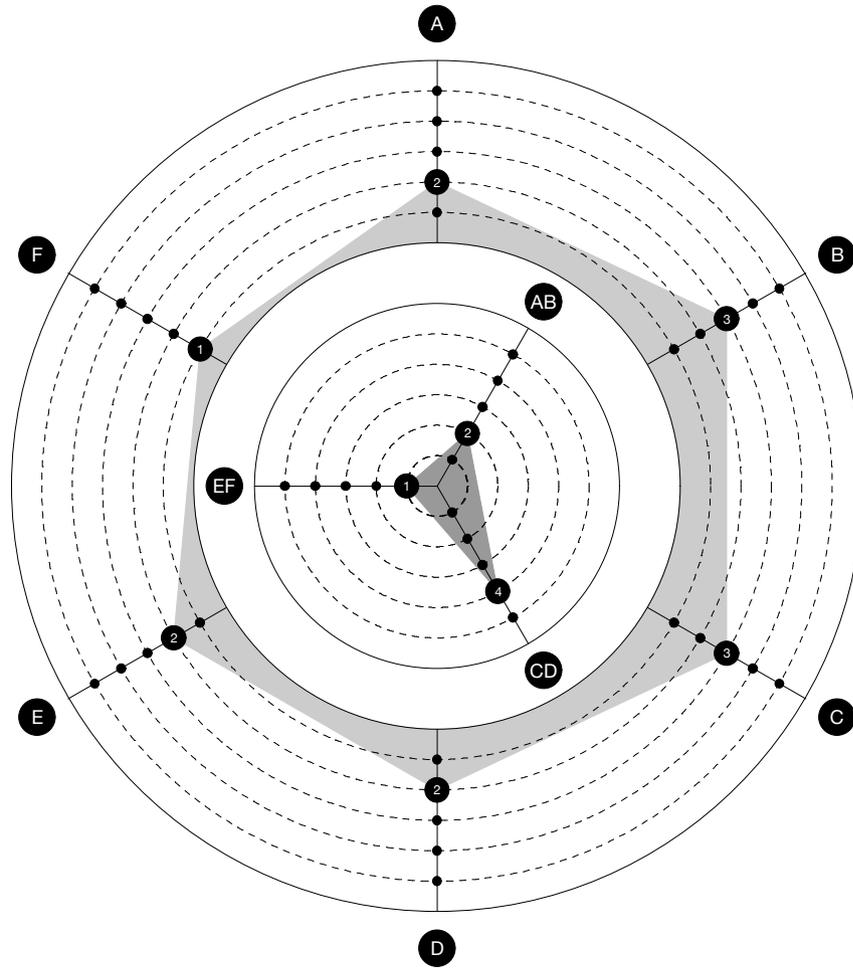
trainte d'une toile au sol reprenant les efforts en traction. Il est possible de renforcer d'avantage la structure en apportant une légère modification à l'articulation intérieure du point culminant. En utilisant des membres légèrement flexibles qu'on replie vers le haut, l'ensemble voit sa solidité augmentée. Une toile peut également être fixée aux articulations intérieures comme extérieures pour créer une peau. Celle-ci, en revanche, n'apporte pas de plus-value structurelle.

DÉTAIL



0 1 2 cm

GRAPHIQUE



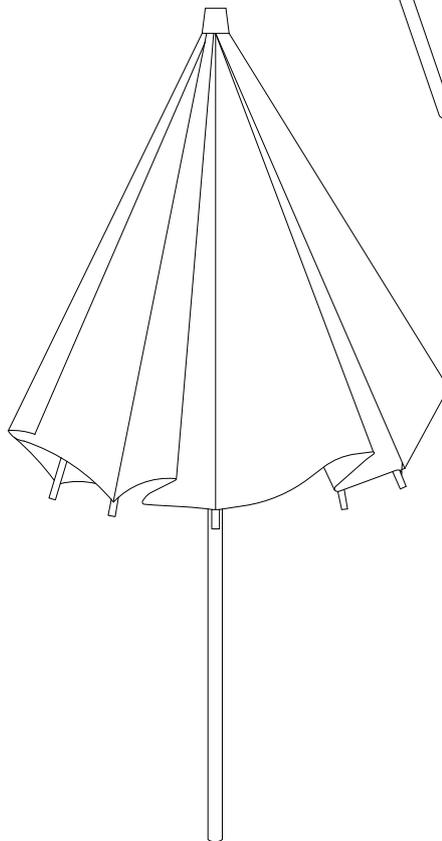
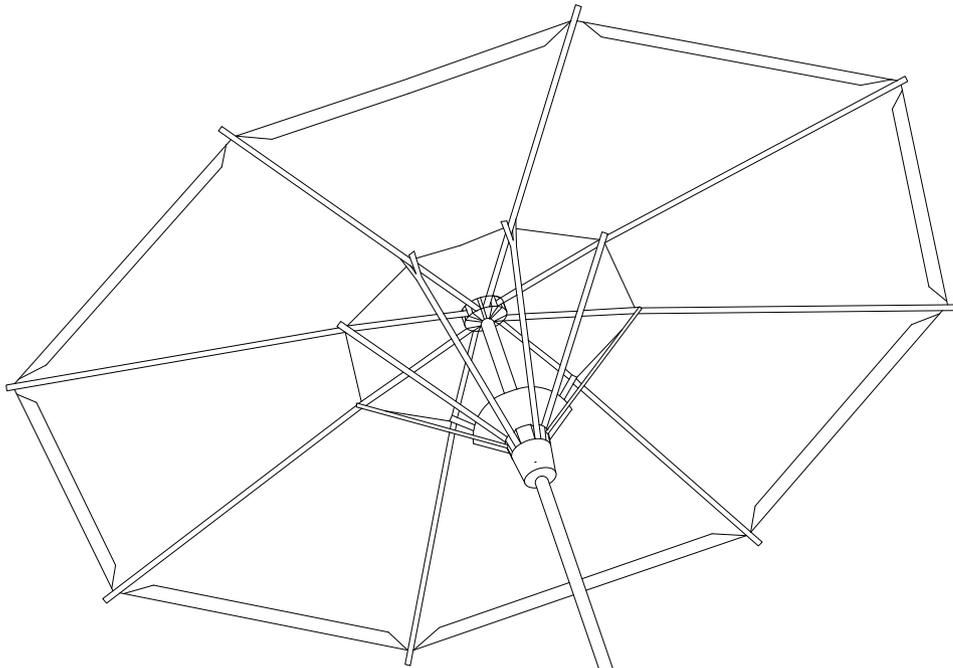
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

fibre de verre/tissu polyester/acier ou aluminium

Ⓐ	volume plié:	0.4	m ³
Ⓑ	volume déplié:	7.6	m ³
Ⓒ	poids:	21	kg
Ⓓ	surface couverte:	15.7	m ²
Ⓔ	temps de montage:	15	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	2	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	19.5	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	1.4	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	7.5	

MOMENTS



0 0.5 1 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

CADRE DE PARAPLUIE ÉCONOMIQUE

Concepteur(ice)(s): Woodward Van Lear
Année(s) de conception: 1951

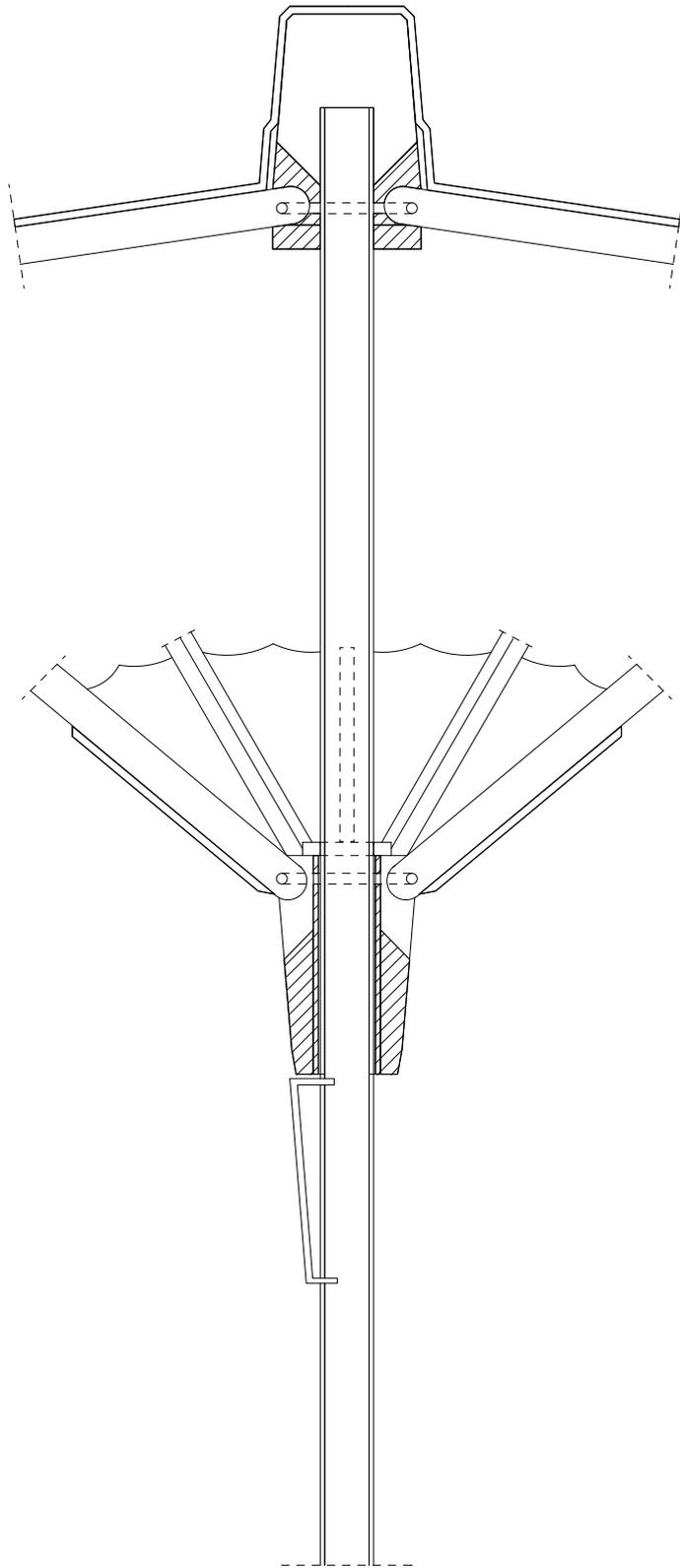


La fabrication de ce parapluie se fait à base de matériaux peu onéreux, disponibles en grande quantité. Il suffit ici de bois, de tissu et d'une corde, assemblables, selon le concepteur, sans compétence particulière en la matière. Ce modèle de parapluie est pensé pour un usage unique, mais peut être utilisé plusieurs fois grâce à un choix de matériaux durables.

Autour d'une tête principale, se développe une série de bras principaux qui servent de squelette au tissu imperméable. Cette tête est fixée au sommet d'une pièce verticale sur laquelle coulisse un élément doté de bras secondaires. Ces bras sont fendus en leur extrémité pour supporter les bras

principaux et enfin le tout est solidarisé par une corde. Faire coulisser l'élément le long de l'axe vertical entraîne l'ouverture ou la fermeture du parasol.

DÉTAIL



0 5 10 cm

+

+

+

+

+

+

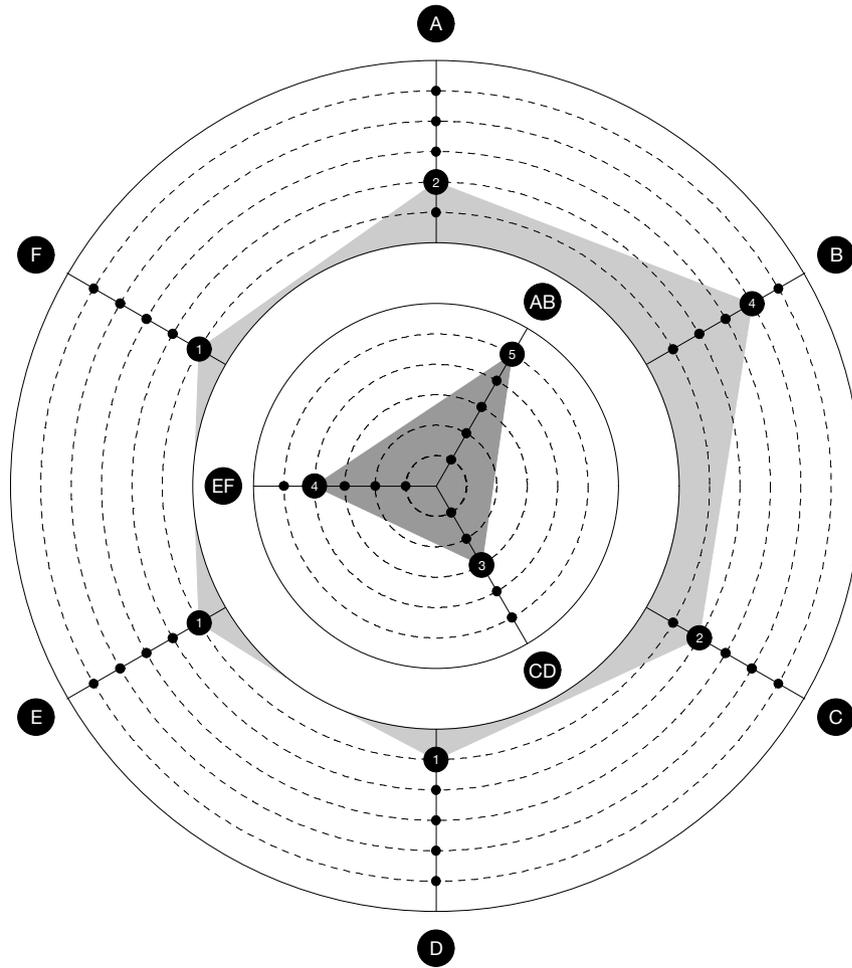
+

+

+

+

GRAPHIQUE



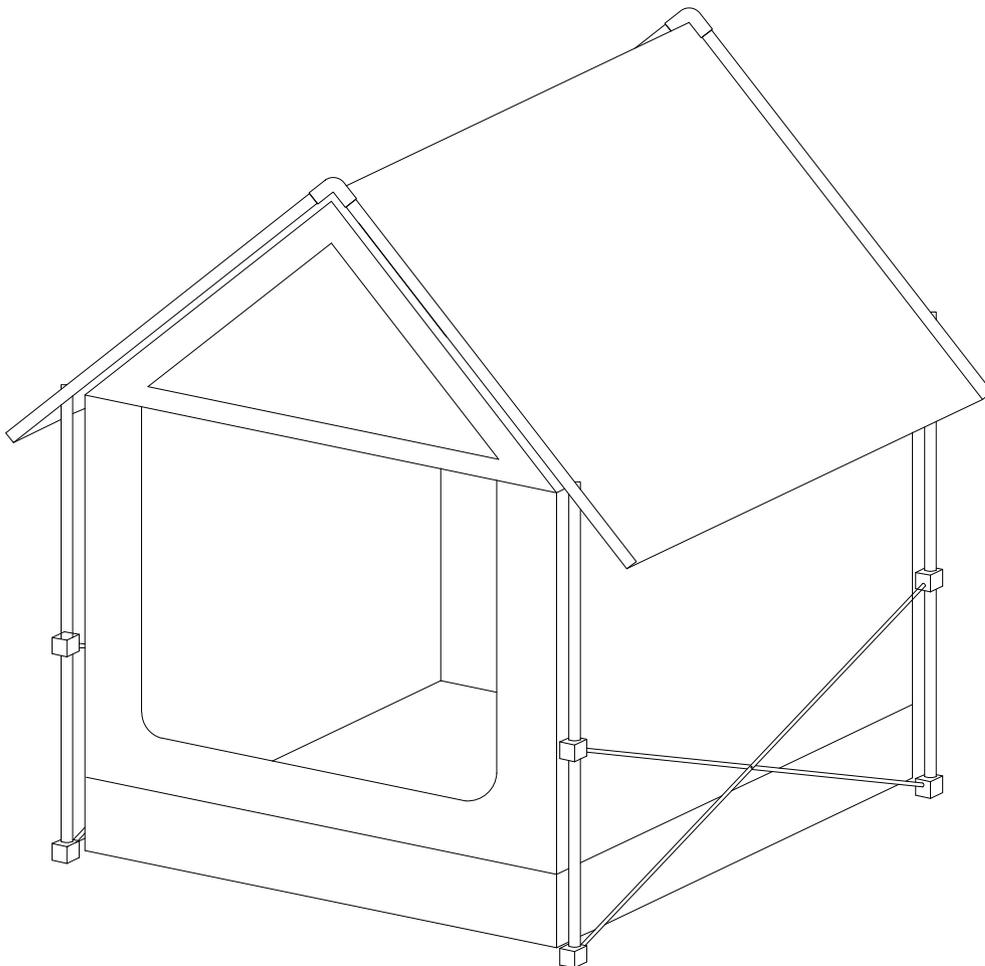
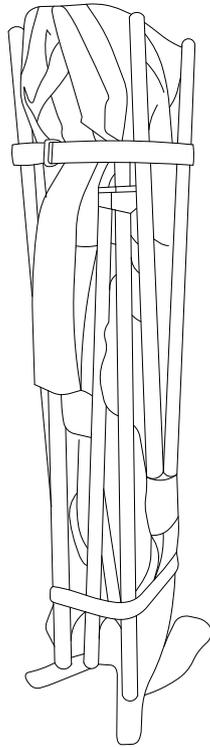
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

bois/tissu nylon ou polyester/fibre synthétique

Ⓐ	volume plié:	0.15	m ³
Ⓑ	volume déplié:	12	m ³
Ⓒ	poids:	12.2	kg
Ⓓ	surface couverte:	5.7	m ²
Ⓔ	temps de montage:	1	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	1	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	81	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	2.1	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	1	

MOMENTS

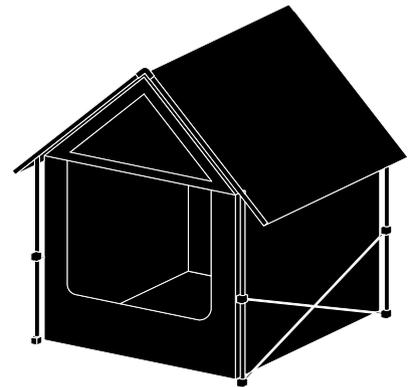


0 25 50 cm

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

MAISON À CHIEN PORTATIVE

Concepteur(ice)(s): Samuel Lamke
Michael Shine
Année(s) de conception: 2013

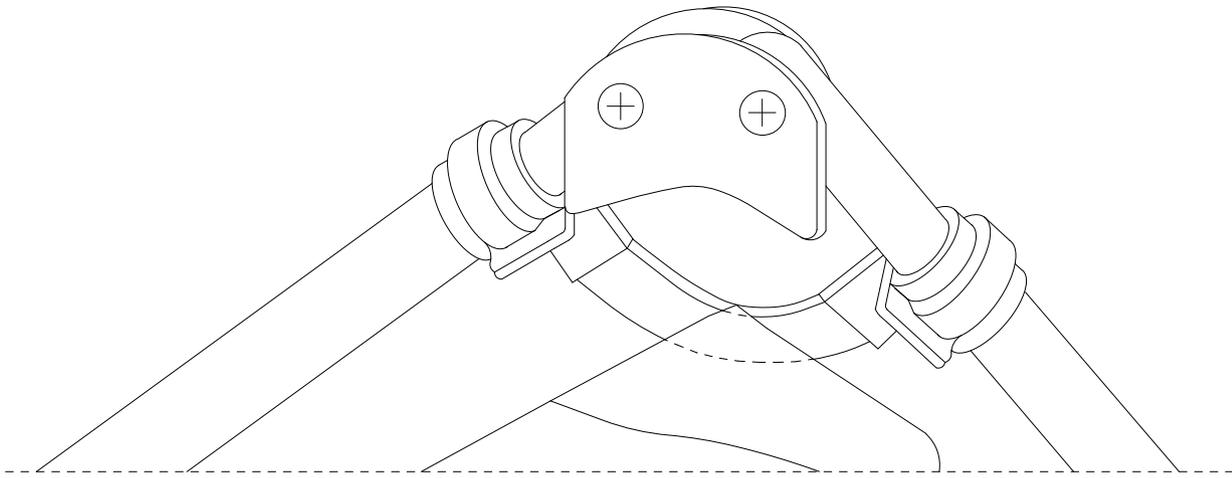


Cet élément, livré dans une sacoche faite sur mesure, lie technique et sensibilité afin d'obtenir un produit performant et agréable d'utilisation. Une fois monté, l'objet prend l'allure d'une maison conventionnelle à toiture à deux pans et faitage central choisie pour son caractère domestique.

Désassemblé, le tout comporte quatre éléments distincts. La structure à laquelle est pré-attaché le tissu de cloisonnement, deux barres de contreventement et un coussin pour l'animal de compagnie. L'assemblage de la structure se passe rapidement et simplement. La structure principale est dépliée, puis les deux barres de con-

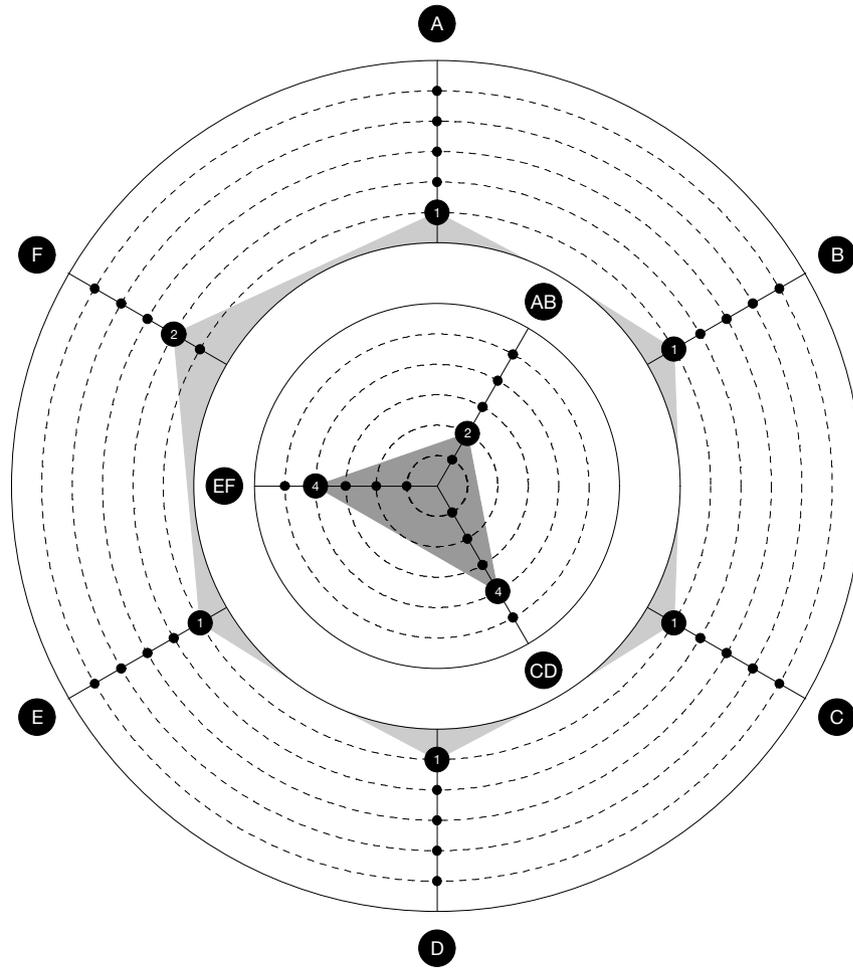
treventement sont insérées et finalement le tissu de cloisonnement est accroché aux éléments de toiture afin de solidifier l'angle et participer à la stabilisation du tout.

DÉTAIL



0 2,5 5 cm

GRAPHIQUE



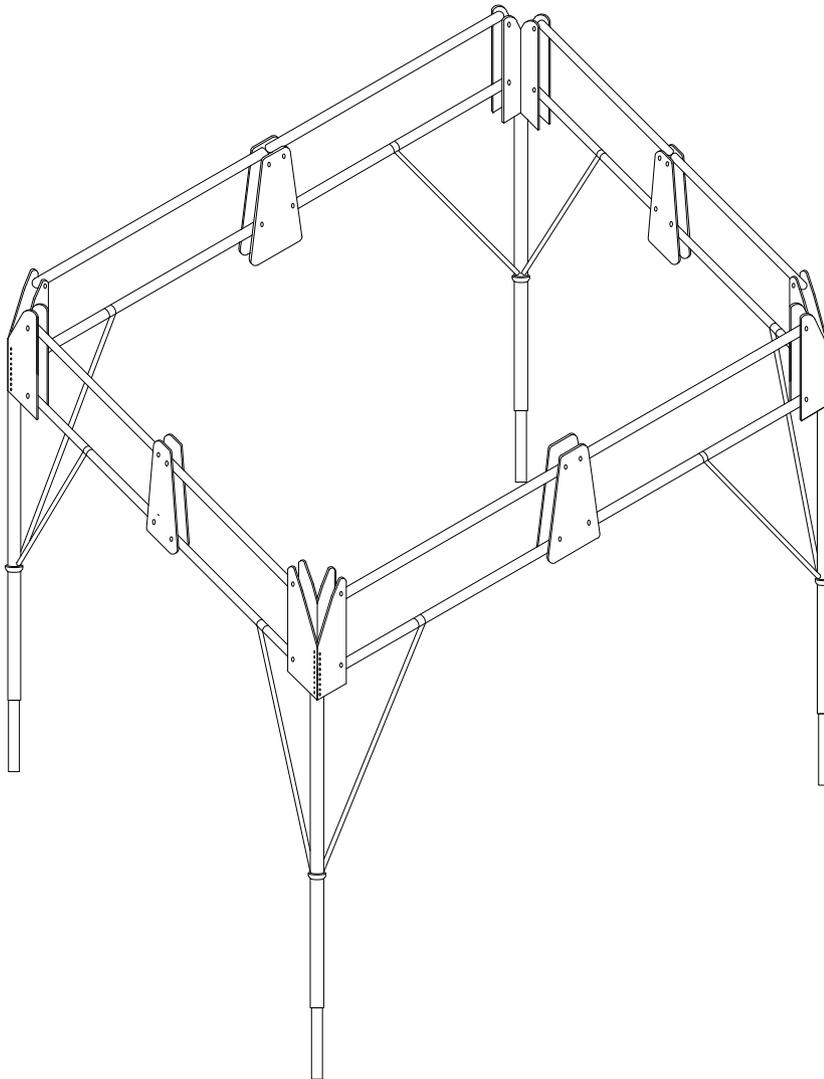
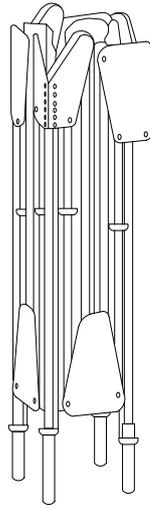
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

nylon ou polyester/fibre de verre ou aluminium/
plastique.

Ⓐ	volume plié:	0.02	m ³
Ⓑ	volume déplié:	0.4	m ³
Ⓒ	poids:	4.9	kg
Ⓓ	surface couverte:	3.6	m ²
Ⓔ	temps de montage:	5	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	5	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	20.2	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	1.4	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	1	

MOMENTS



0 0.5 1 m

+

+

+

+

+

+

+

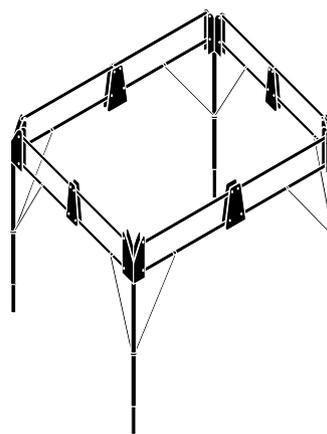
+

+

+

LIAISONS TYPE QUATRE BARRES

Concepteur(ice)(s): Charles Hoberman
Matthew Davis
Année(s) de conception: 2010



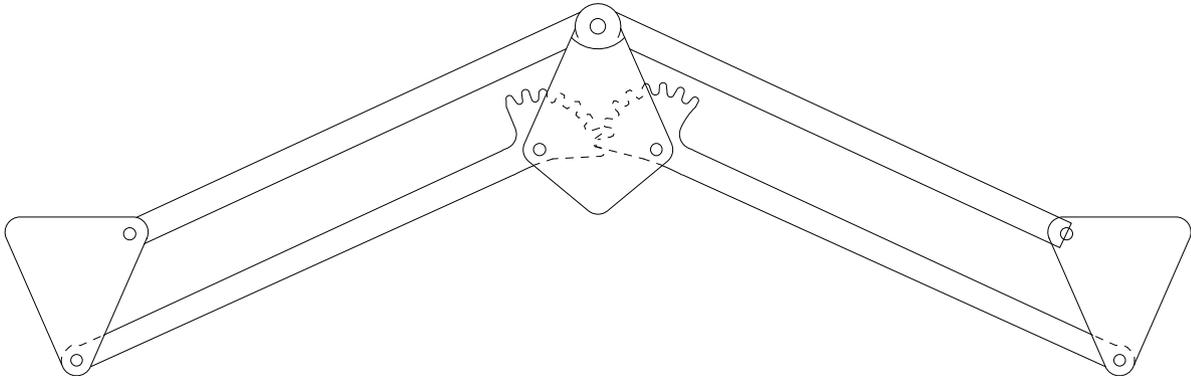
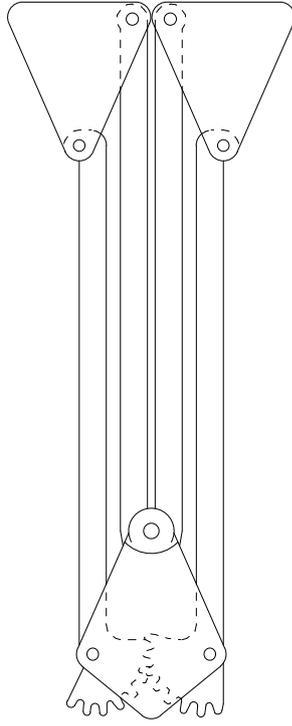
Le but de cette structure est de permettre le déploiement rapide de tentes et d'abris d'urgence. L'idée est de prendre comme base le détail dit de « liaison à ciseaux ». Dans le monde de l'abri d'urgence ce détail existe déjà, cependant il s'avère limité par sa portée et son poids, tout deux issus du dimensionnement de la structure. Dans le cas présent, les éléments de poutraison sont dédoublés afin de prendre la forme et la force structurale d'un treillis, ce qui augmente de façon considérable la portée que peut prendre la structure, sans pour autant trop en péjorer le poids.

Les éléments longitudinaux servant de poutres se rencontrent en un détail d'articulation com-

prenant des engrenages. Le déploiement de la structure se fait par le biais d'une corde qui traverse l'ensemble de l'élément et est ensuite fixée aux pieds de celui-ci afin de stabiliser le tout.

L'avantage supplémentaire de ce projet, est que la structure peut prendre des allures diverses selon la conception l'élément de pivot avec, par exemple, l'introduction de poutres diagonales.

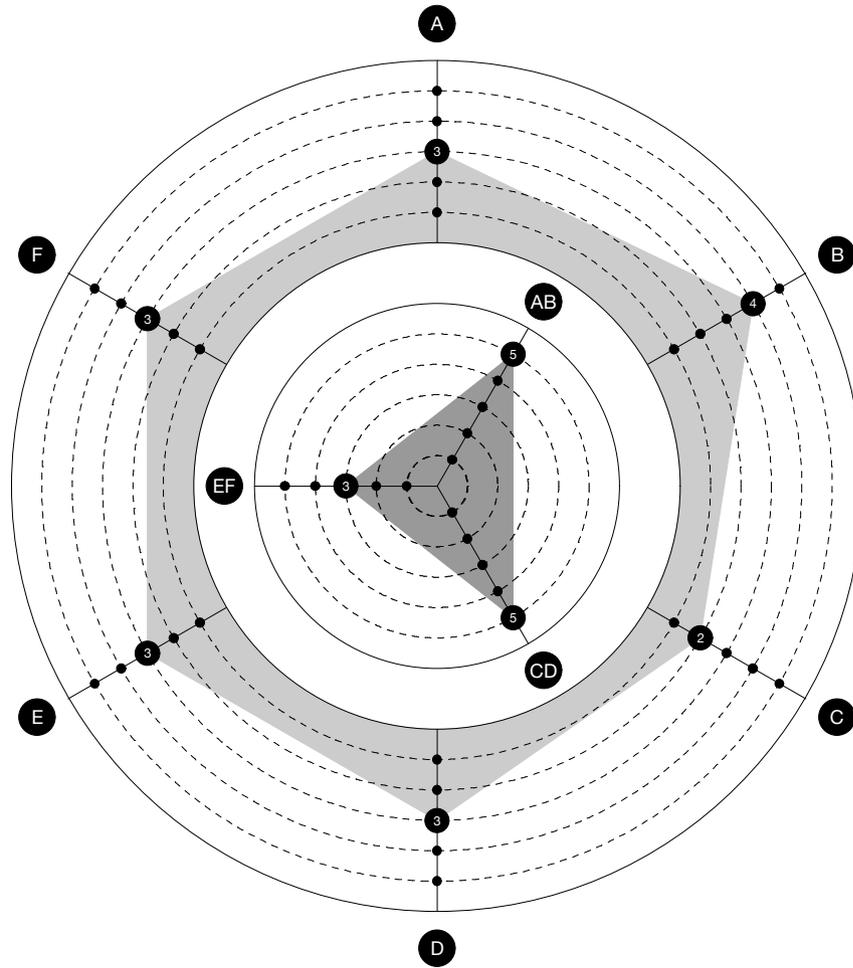
DÉTAIL



0 25 50 cm

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

GRAPHIQUE



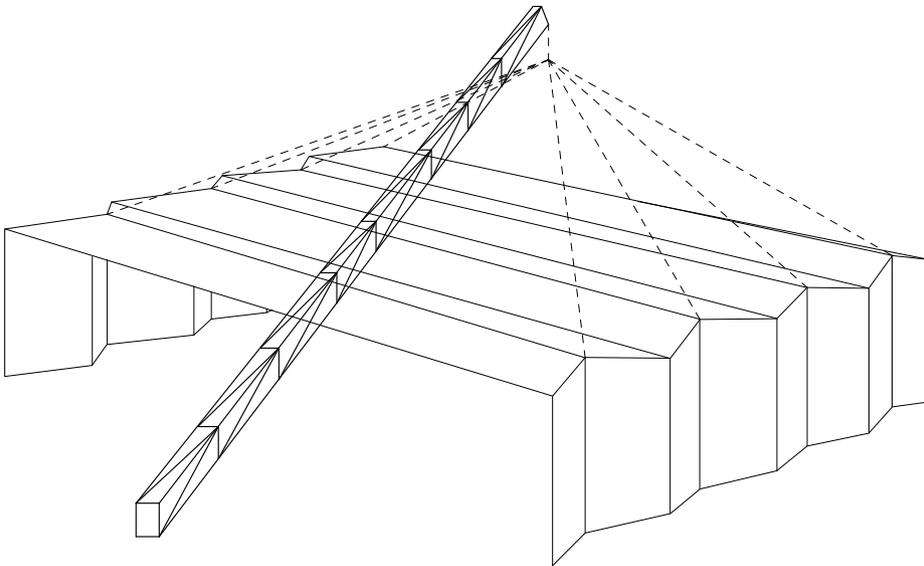
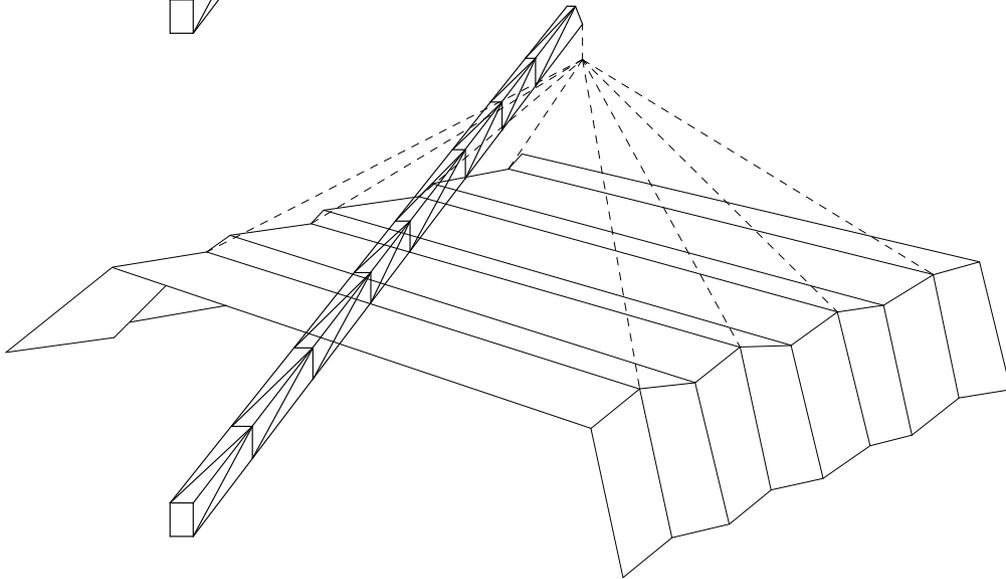
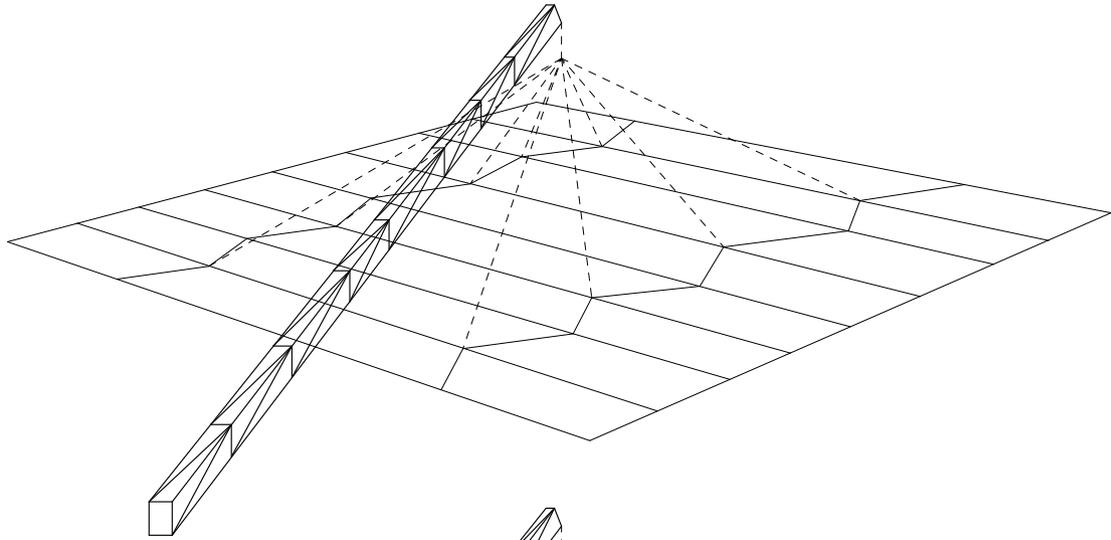
CARACTÉRISTIQUES

aluminium/acier/fibre synthétique

matériaux:

Ⓐ	volume plié:	0.135	m ³
Ⓑ	volume déplié:	13.8	m ³
Ⓒ	poids:	15.9	kg
Ⓓ	surface couverte:	29	m ²
Ⓔ	temps de montage:	20	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	6	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	102.3	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	0.6	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	3.3	

MOMENTS



0 1 2 m

+

+

+

+

+

+

+

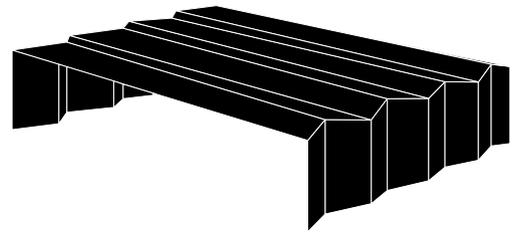
+

+

+

STRUCTURE ZIG-ZAG

Concepteur(ice)(s): Frank Salas
Année(s) de conception: 1974



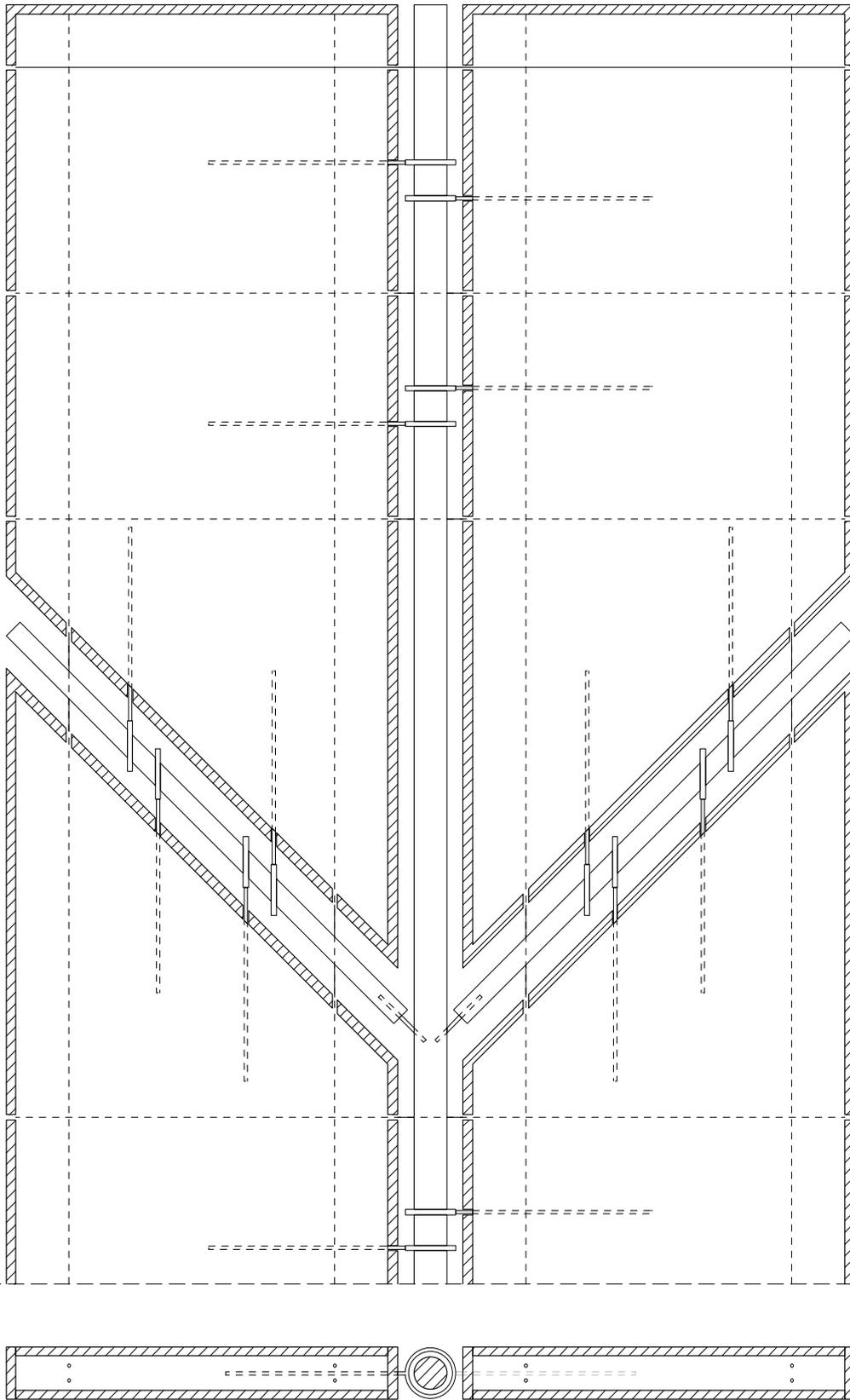
Ce mode de construction permet de dresser un abri temporaire en un temps record grâce à un détail d'assemblage astucieux: l'utilisation d'un jeu de zig-zag entre plafond et parois. Les exemples de ce mode sont nombreux, car ce dernier permet de générer des structures auto-contreventées et d'améliorer la portée par la simple rotation d'un panneau autour d'un axe pour offrir une plus grande hauteur statique.

Ici, ce qui est réellement innovant est le fait que le montage puisse être exécuté de façon très rapide en un seul mouvement. En plus de son efficacité de montage, l'objet ne présente comme relief que l'épaisseur des panneaux, ce qui rend possible

un empilement aisé des parties lors de son transport jusqu'à sa destination.

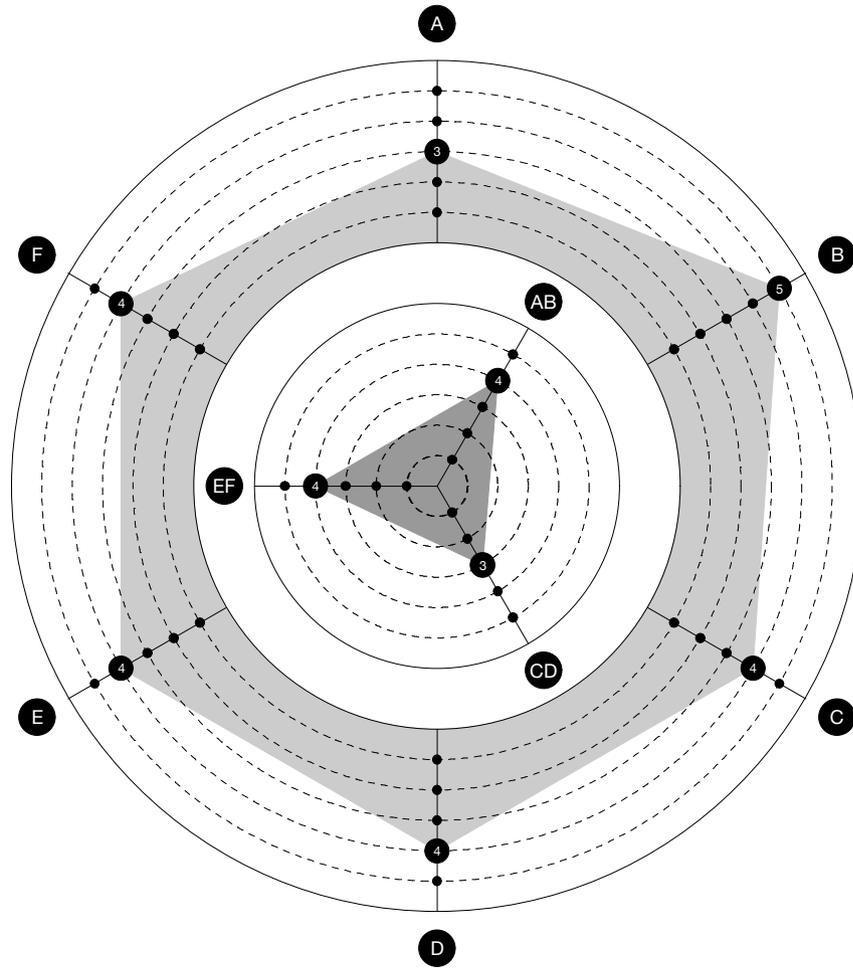
Concernant le détail, en chaque bord de panneau sont fixés des anneaux à l'intérieur desquels passe une tige métallique. Ainsi les panneaux se trouvent assemblés entre eux tout en restant mobiles autour de l'axe de la tige. Au lieu de montage, le tout est tiré vers le haut en des points précis à l'aide d'une grue. En montant, les panneaux extérieurs pivotent passant ainsi du plan horizontal au vertical et deviennent les parois.

DÉTAIL



0 15 30 cm

GRAPHIQUE



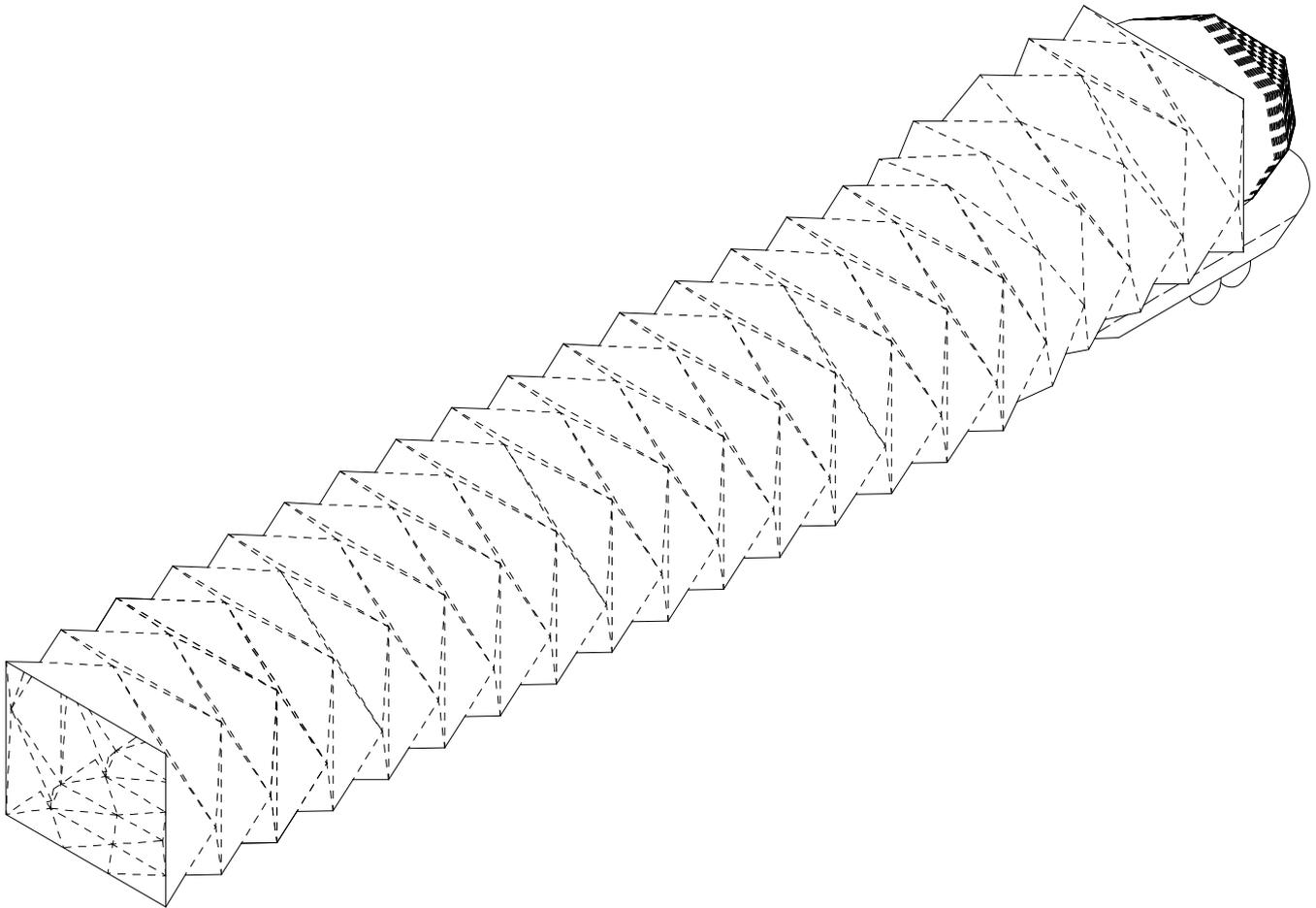
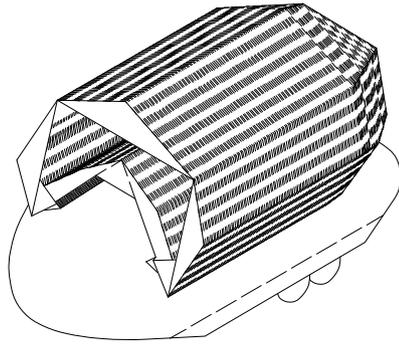
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

panneaux en bois massif ou caissons
métalliques/métal

A	volume plié:	0.9	m ³
B	volume déplié:	32	m ³
C	poids:	105	kg
D	surface couverte:	32	m ²
E	temps de montage:	45	min
F	nombre d'éléments:	24	
AB	ratio volume déplié/volume plié:	36.4	
CD	ratio poids/surface couverte:	3.3	
EF	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	1.9	

MOMENTS

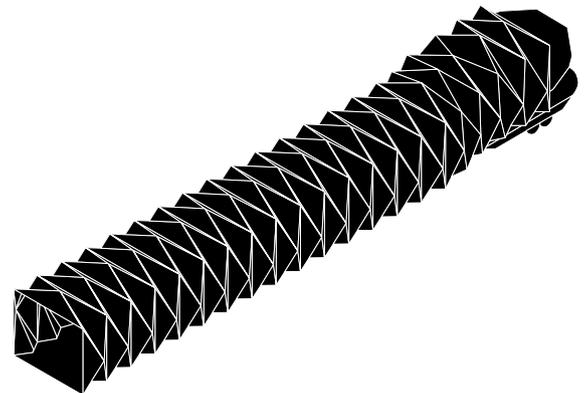


0 1 2 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

CARDBORIGAMI

Concepteur(ice)(s): Tina Hoysepian
Année(s) de conception: 2011-2012

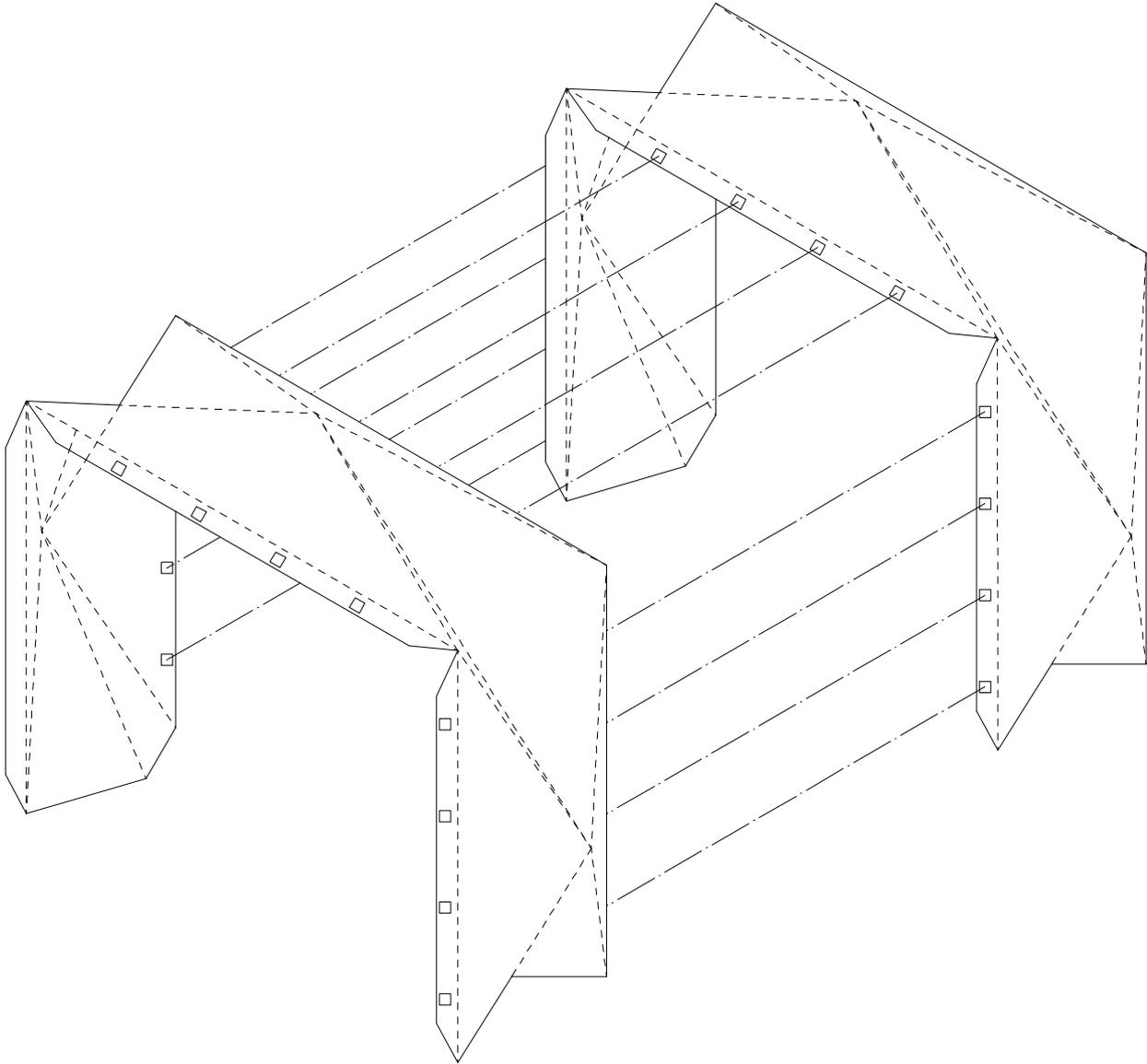


Ce projet utilise de façon complexe le principe de l'origami. Des plis prédéterminés permettent à ce module de se rabattre sur lui-même, passant d'un volume à une surface. Ce module est ensuite mis en série autant de fois nécessaire jusqu'à l'obtention de la longueur souhaitée. La finalité du concept est d'offrir un espace léger malgré une préfabrication complexe qui rend le déploiement de celui-ci aussi facile que de tirer sur un accordéon.

L'assemblage des différents éléments peut se faire de diverses manières dont des attaches, de la colle ou autres matériaux de couplage.

Selon la conceptrice, l'augmentation du volume présent ici est de 2000%, permettant à l'exemple représenté ci-après de passer de 60 centimètres d'épaisseur à 12 mètres de longueur.

DÉTAIL



0 0.5 1 m

+

+

+

+

+

+

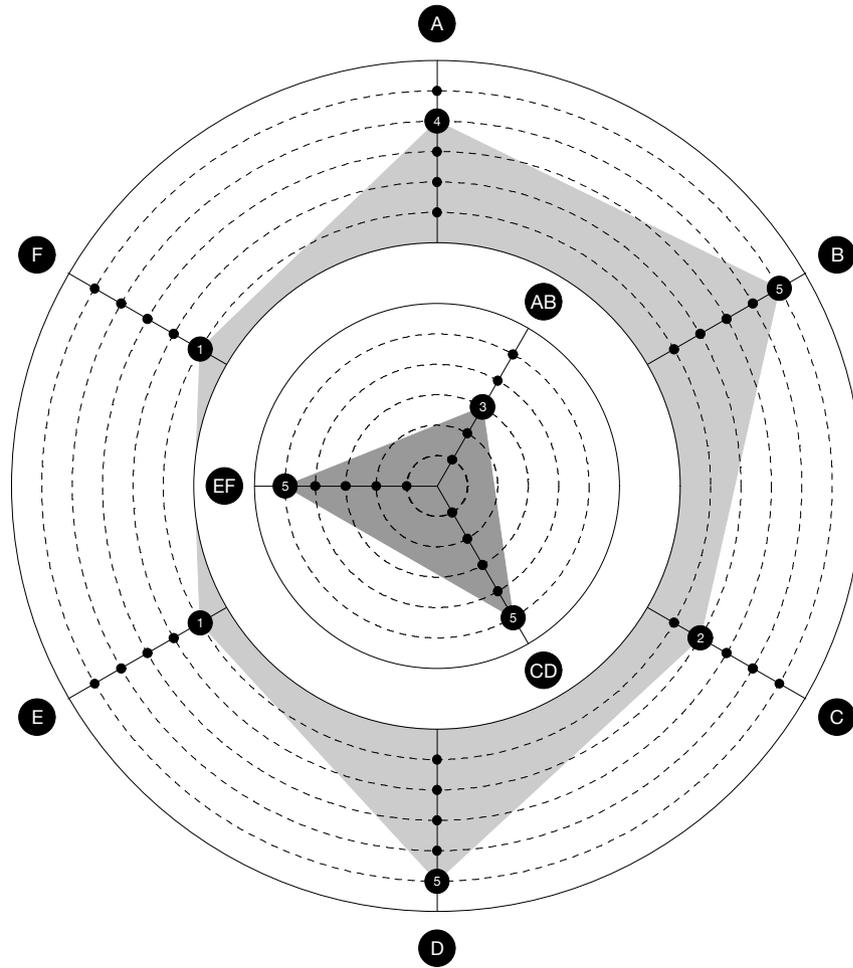
+

+

+

+

GRAPHIQUE



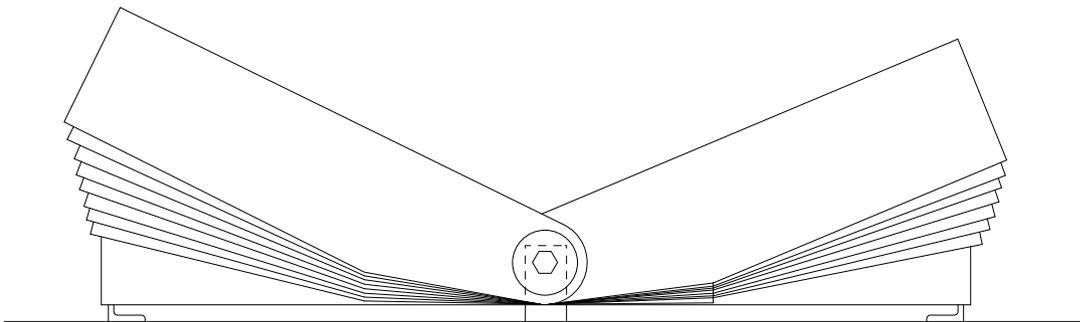
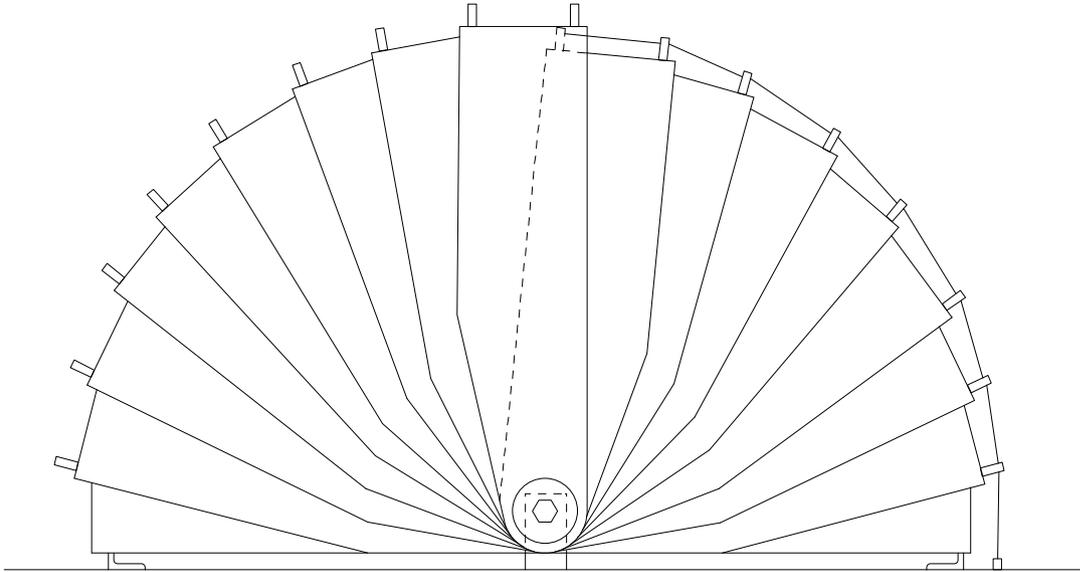
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

carton résistant à l'eau ou coroplast ondulé pliable/plastique ou colle

Ⓐ	volume plié:	1.3	m ³
Ⓑ	volume déplié:	28.4	m ³
Ⓒ	poids:	12	kg
Ⓓ	surface couverte:	79	m ²
Ⓔ	temps de montage:	0.5	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	1	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	21.5	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	0.15	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	0.5	

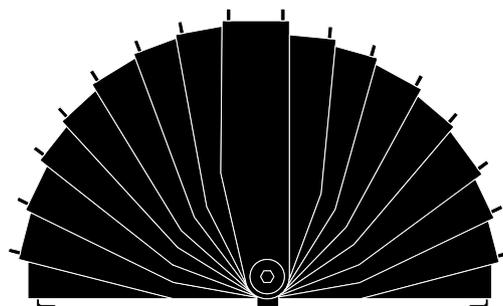
MOMENTS



0 0.5 1 m

DÔME ARTICULÉ

Concepteur(ice)(s): Byron Foote
Année(s) de conception: 1994-1997



Cette invention n'a pas été conçue pour être un abri, mais une bulle d'observation astronomique, ce qui la distingue des projets précédents.

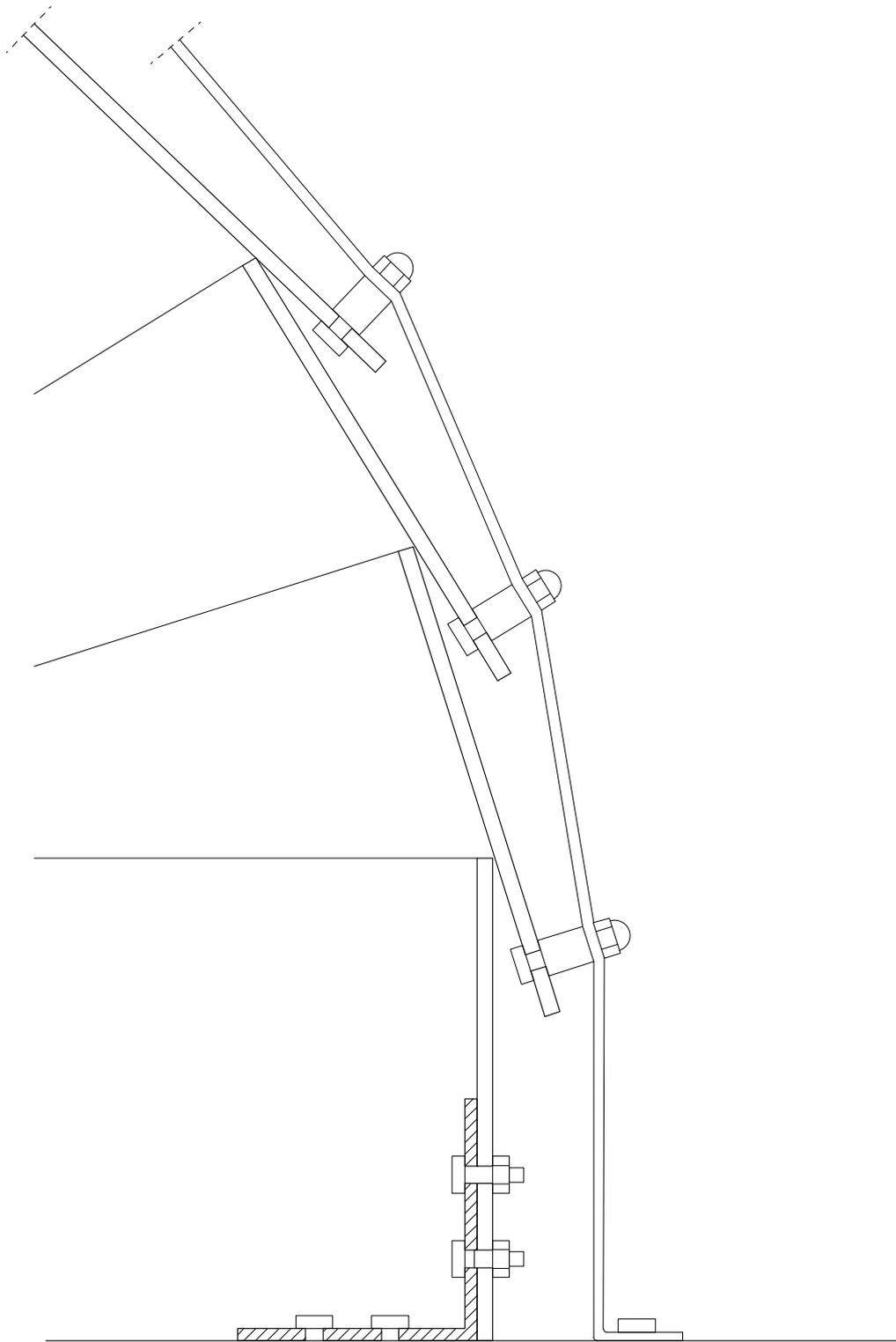
Le concepteur remarque que ce n'est pas le premier dôme articulé. En effet, son ancêtre intitulé « Garage » avait été pensé dans les années 1920 par Mr H.S. Grisby. De nombreuses autres variantes ont vu le jour par la suite, tout au long du 20e siècle, dont ce projet.

Ce qui distingue cette bulle est sa simplicité de fabrication, d'assemblage et de déploiement. Dans d'autres variantes, les matériaux ont tendance à être trop lourds et/ou ont l'inconvénient

d'avoir une structure ou un assemblage complexe.

Ce projet est simplement composé d'une série d'ailettes recourbées et de différentes tailles progressives. À leur extrémité inférieure, ces éléments sont fixés sur autour d'un axe de rotation. Les parties sont assemblées en deux demi-cercles qui, lorsque déployés, se rencontrent en se superposant au méridien de la structure. Une corde résistante ou un câble est utilisé pour déployer les deux hémisphères de façon indépendante. En fin, la structure est rendue hermétique grâce à un joint entre chaque ailette.

DÉTAIL



0 15 30 cm

+

+

+

+

+

+

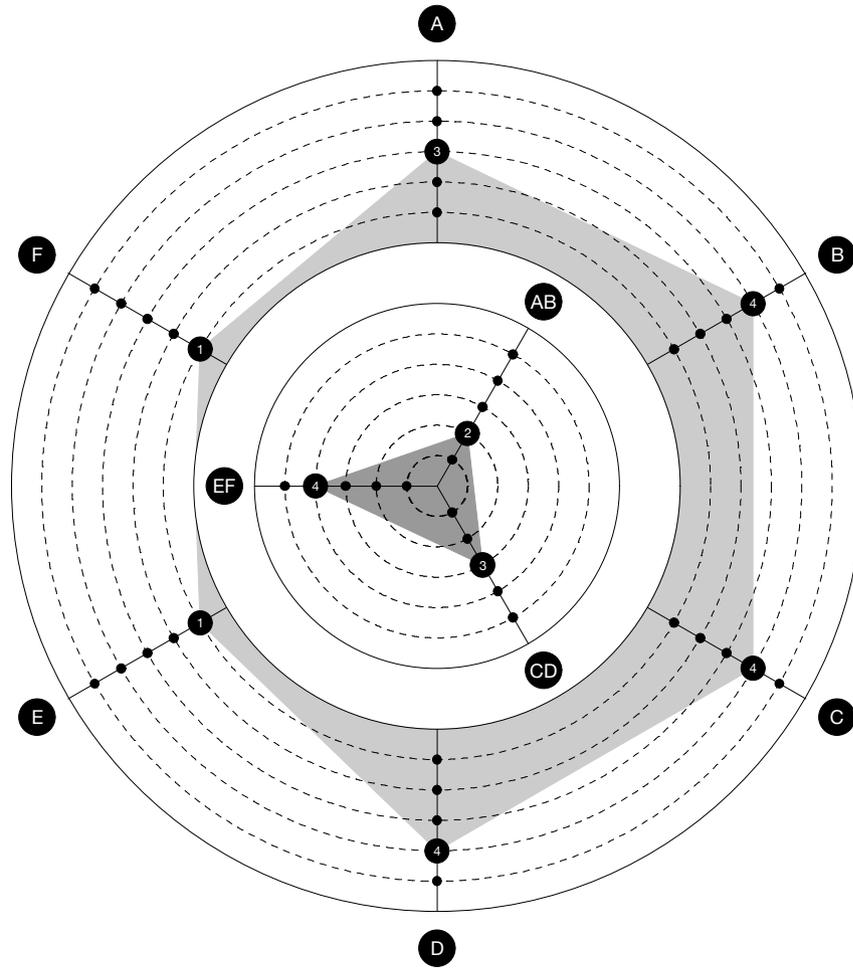
+

+

+

+

GRAPHIQUE



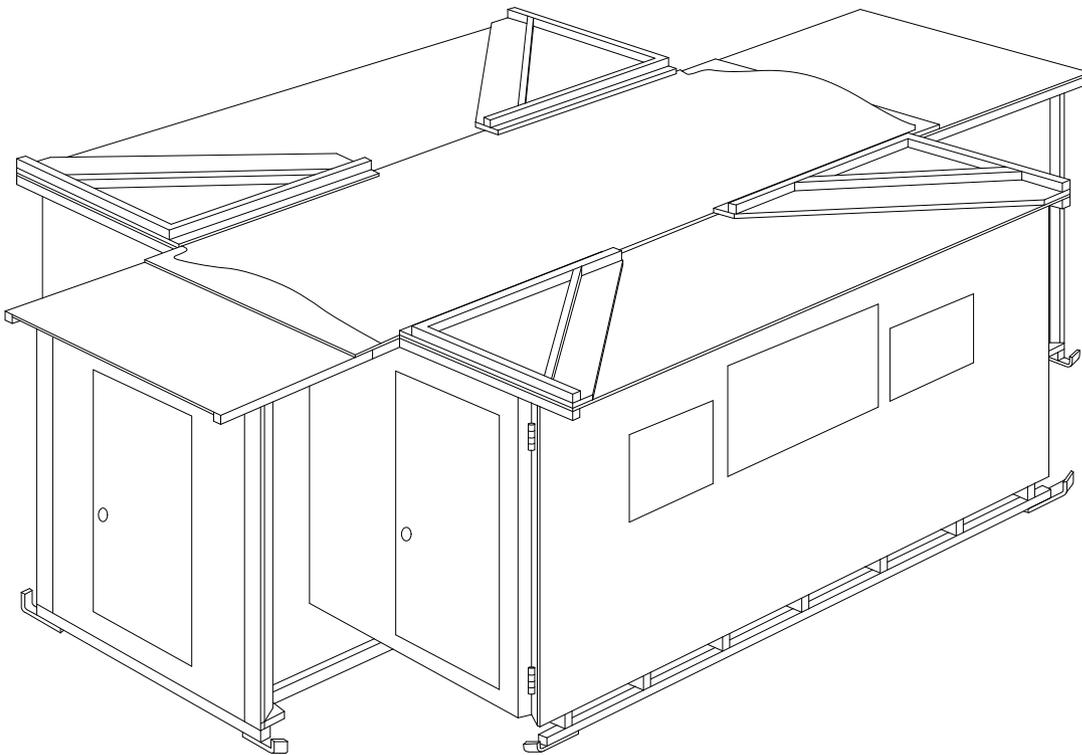
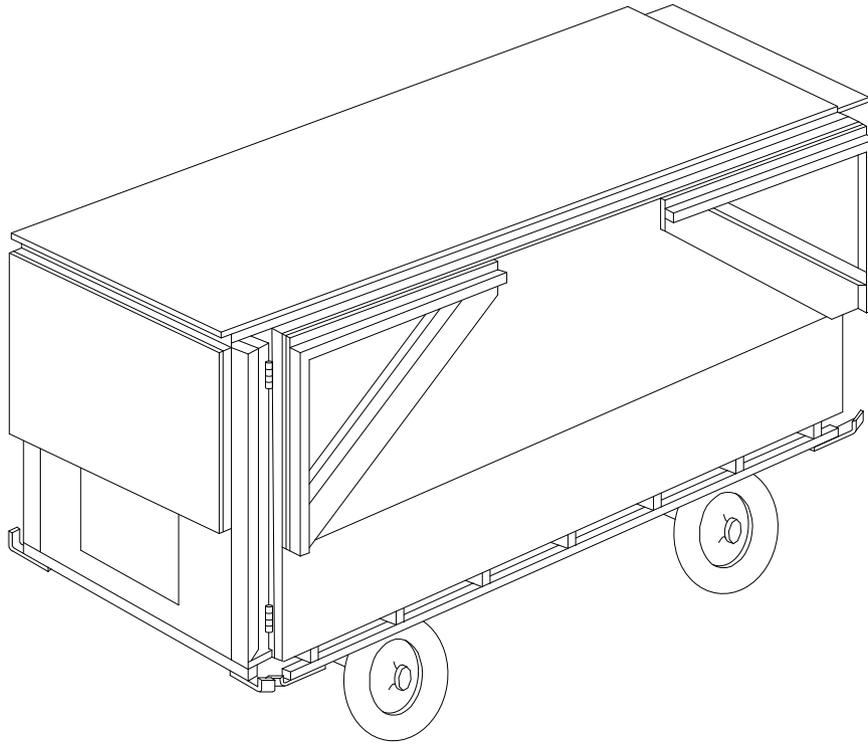
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

panneaux MDF/plastique ou métal léger/fibre synthétique ou câble en métal

Ⓐ	volume plié:	1	m ³
Ⓑ	volume déplié:	16.8	m ³
Ⓒ	poids:	135	kg
Ⓓ	surface couverte:	37.5	m ²
Ⓔ	temps de montage:	1	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	1	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	17	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	3.6	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	1	

MOMENTS



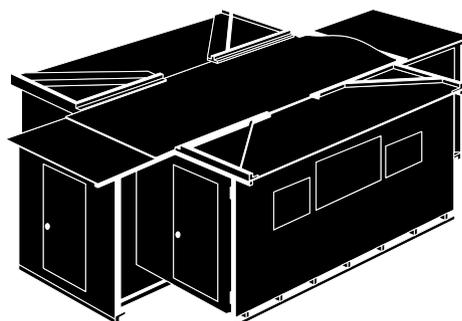
0 1 2 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

CABANE PLIANTE

Concepteur(ice)(s): William Pendry

Année(s) de conception: 1933-1935

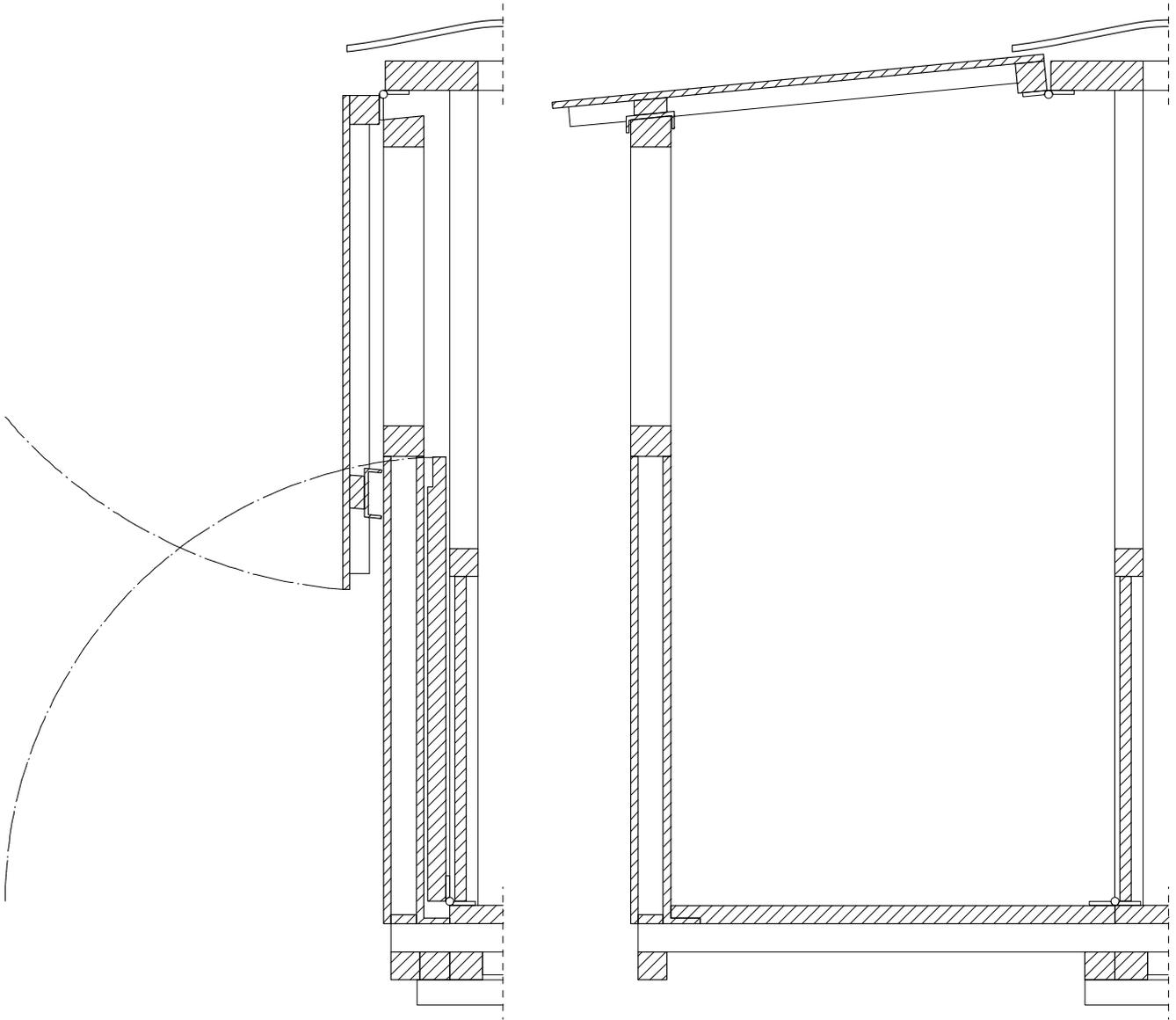


Voici l'ancêtre de la caravane actuelle. L'exemple qui suit prend encore littéralement la forme du « mobile-home ». Bien que cette idée ne soit pas la première en son genre - les premières caravanes datent du début du 20ème siècle - c'est une des premières à proposer un déploiement de structure une fois arrivé à destination, tout en cherchant à préserver un confort domestique proche de celui d'un logement fixe.

Le déploiement se passe de la façon suivante: les parois latérales, montées sur des charnières, pivotent dans l'axe de leur arrête jusqu'à une position horizontale. Elles deviennent les sols et plafonds de l'extension et stabilisent l'entier de

la structure dépliée. Ensuite, les quatre parois du plan rectangulaire, montées sur rail, glissent vers l'extérieur permettant de doubler par la largeur et la longueur le volume initial. Le tout est monté sur un châssis roulant pouvant facilement être fixé à l'arrière d'un véhicule motorisé.

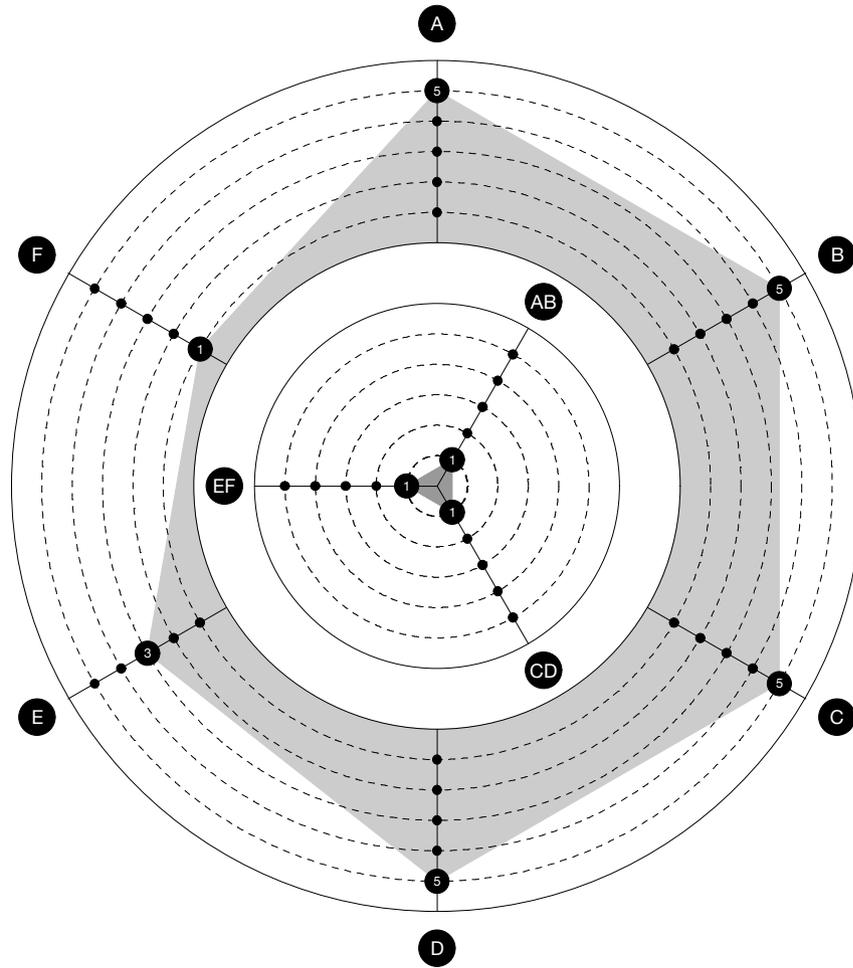
DÉTAIL



0 0.5 1 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

GRAPHIQUE



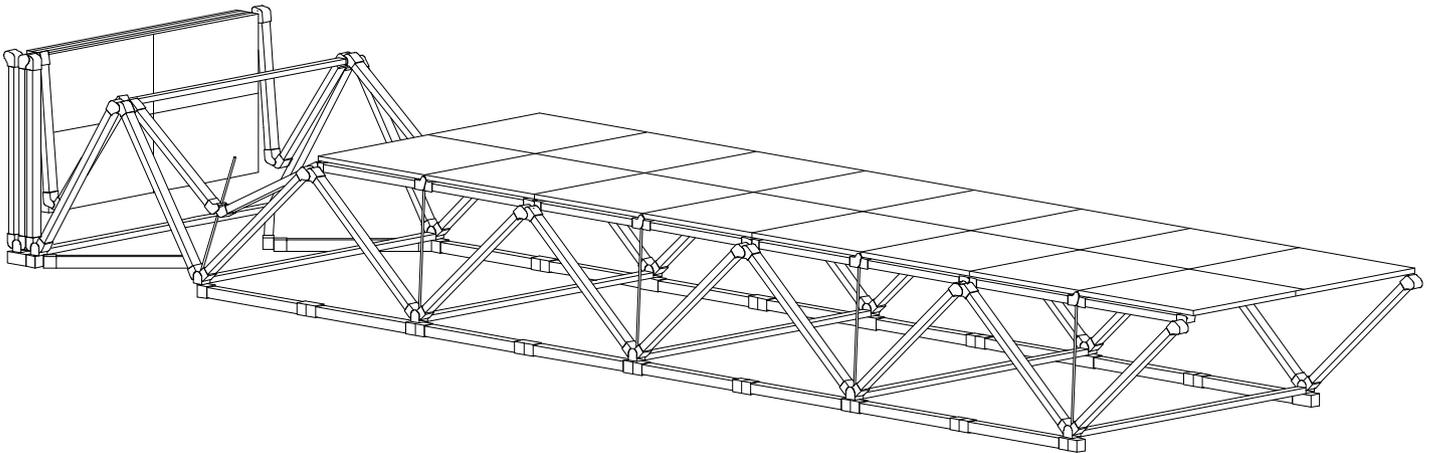
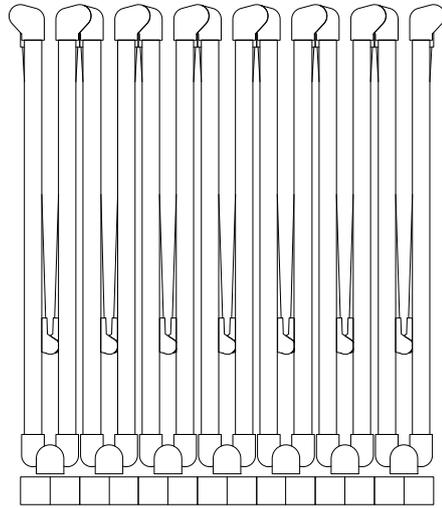
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

bois/métal ou plastique/fer/caoutchouc/verre

Ⓐ	volume plié:	18.5	m ³
Ⓑ	volume déplié:	54.5	m ³
Ⓒ	poids:	2000	kg
Ⓓ	surface couverte:	96	m ²
Ⓔ	temps de montage:	30	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	1	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	2.9	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	20.8	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	30	

MOMENTS



0 1 2 m

+

+

+

+

+

+

+

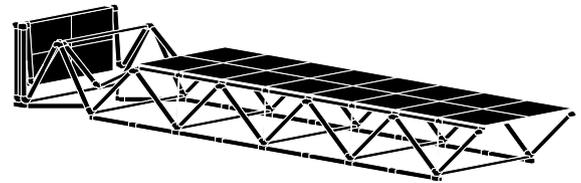
+

+

+

TREILLIS DÉPLOYABLE

Concepteur(ice)(s): Donald Merrifield
Année(s) de conception: 2014



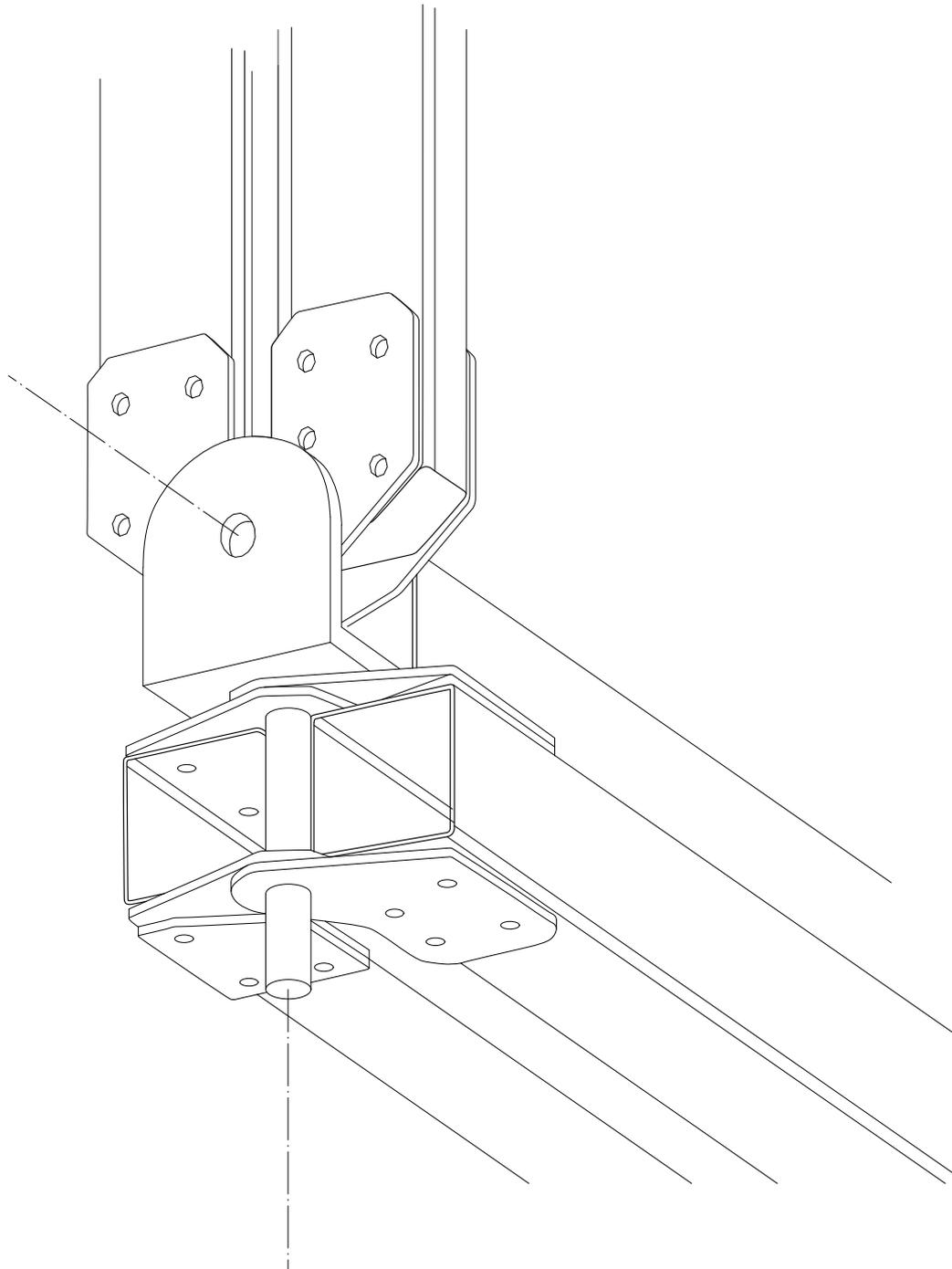
Le concept ci-présent est une amélioration d'inventions précédentes en matière de structures à treillis 3D déployables. La volonté du développeur est d'améliorer la stabilité et simplicité des détails pour accroître la rapidité de montage et réduire les coûts de construction. Ceci est rendu possible grâce à un détail particulier qui accueille une corde inférieure, un montant, des diagonales et finalement un membre transversal.

Dans un cas de grand dimensionnement, l'utilisation d'un cadre doté de rails peut aisément être intégré dans la structure première pour faciliter le développement du treillis.

Le même détail peut assurer différentes géométries permettant un profil d'assemblage si bien triangulaire que trapézoïdal. Il suffit de modifier l'inclinaison des diagonales et des montants et d'ajouter une partie horizontale.

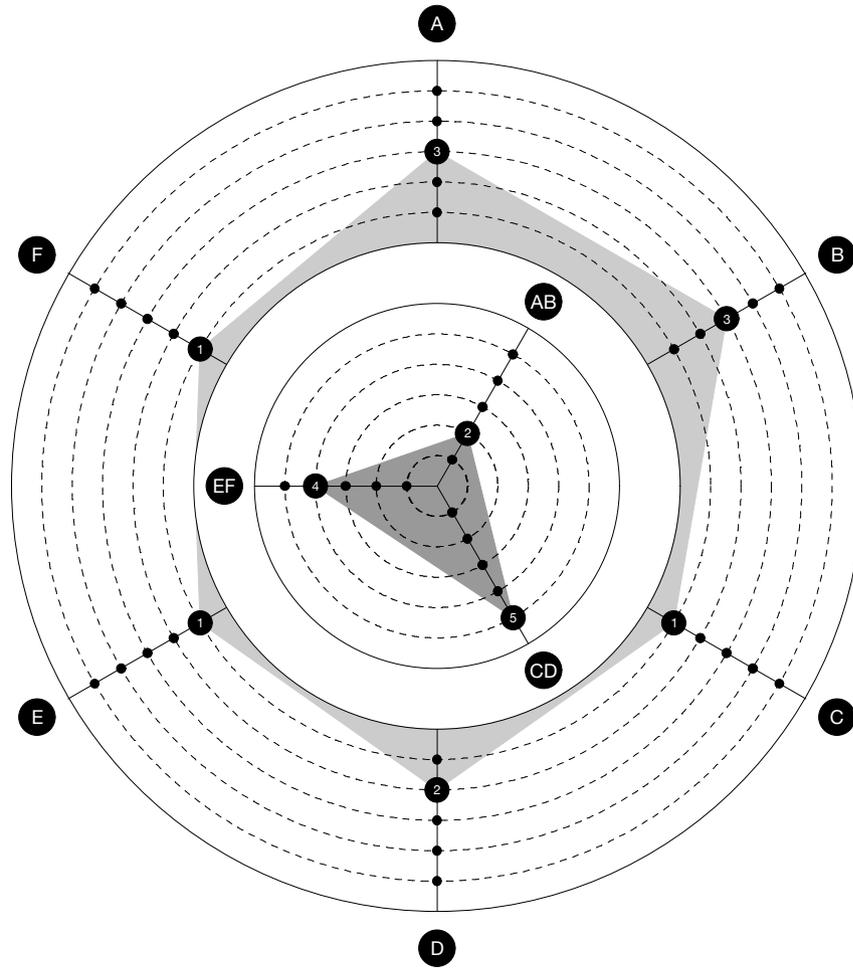
Des panneaux préfabriqués viennent couvrir l'ensemble de la structure et sont fixés entre les cordes supérieures. On peut tout à fait concevoir la possibilité d'assembler des panneaux entre deux structures en triangle lorsqu'une plus grande surface couverte est souhaitée.

DÉTAIL



0 5 10 cm

GRAPHIQUE



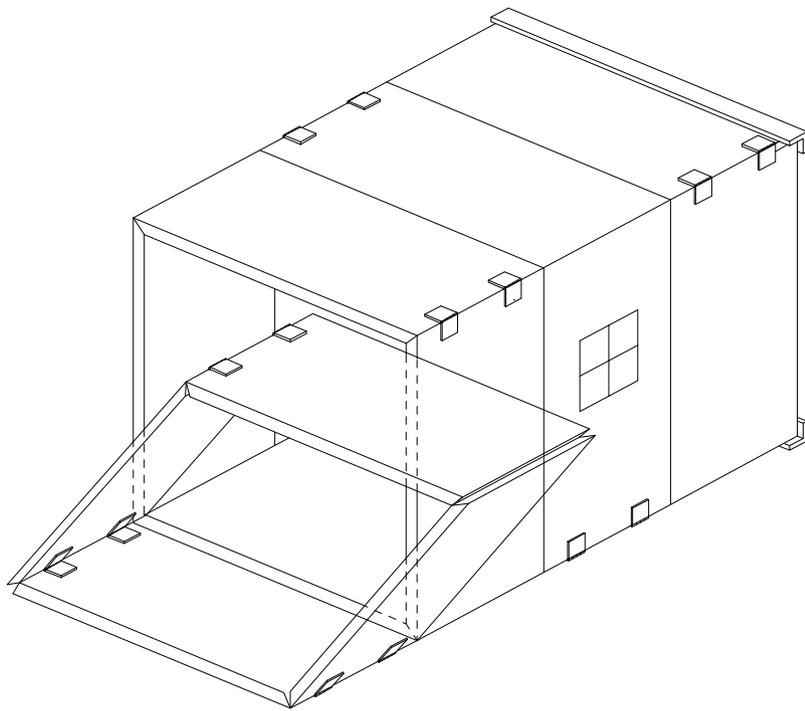
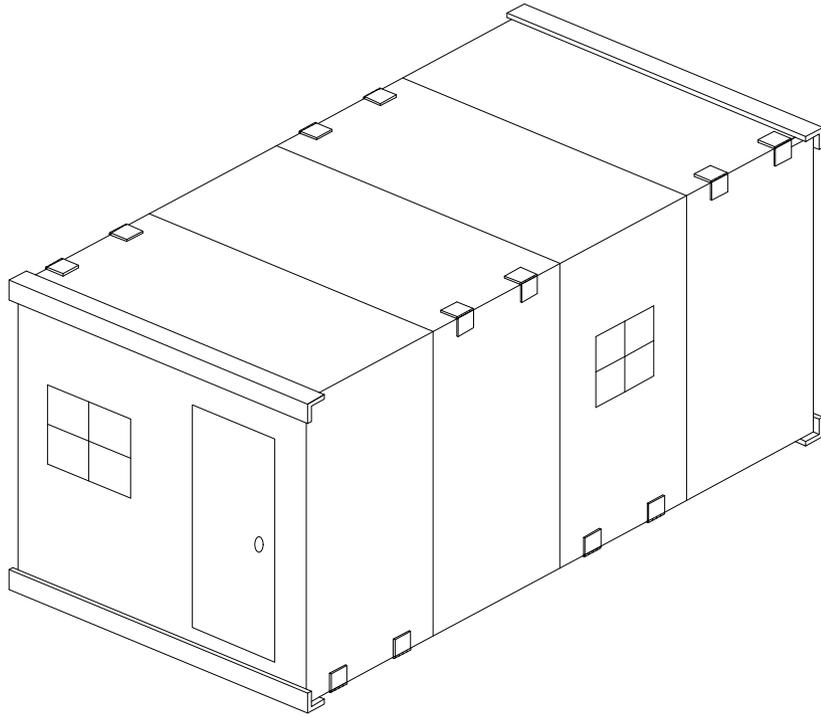
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

fibre de verre/carbone/métal résistant

Ⓐ	volume plié:	0.7	m ³
Ⓑ	volume déplié:	8.4	m ³
Ⓒ	poids:	5	kg
Ⓓ	surface couverte:	7	m ²
Ⓔ	temps de montage:	5	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	1	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	11.7	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	0.7	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	5	

MOMENTS

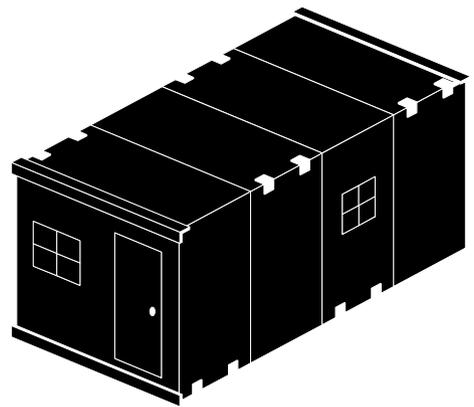


0 1 2 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

ABRI PRÉFABRIQUÉ PORTATIF

Concepteur(ice)(s): Thomas Donahue
Année(s) de conception: 1956



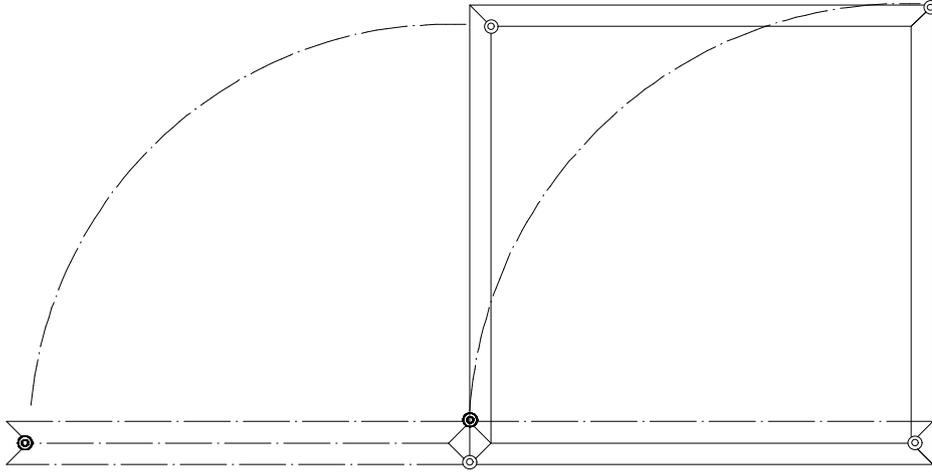
L'invention suivante était destinée à un usage principalement militaire et/ou d'exploration nécessitant un abri pouvant être monté rapidement sans outils particuliers et dans des conditions météorologiques particulièrement difficiles.

L'abri est composé d'une mise en série de modules. Chacun est constitué de quatre panneaux connectés par des charnières. Le pivot permet à l'élément de pouvoir rabattre ses quatre parties sur un même plan.

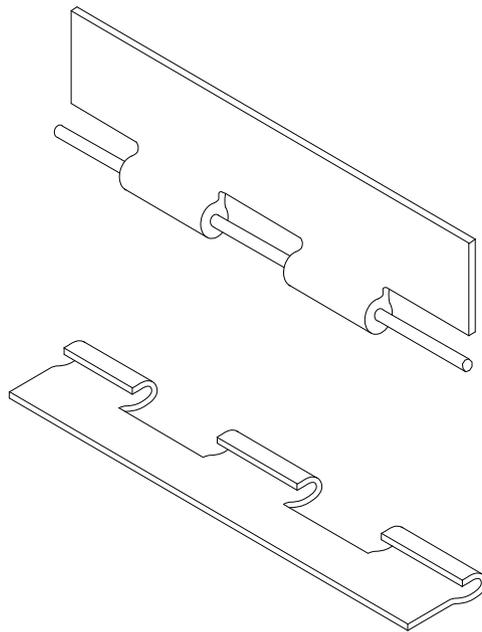
Tel qu'illustré dans le détail, le rabattement ne peut se faire que d'un seul côté et de 90°. Ce détail assure un contreventement automatique de

la structure dès que deux modules sont assemblés conjointement. Ces derniers s'emboîtent entre eux par un système de languette et rainure, avec une équerre d'angle qui sécurise l'ensemble. Dans des variantes avec une portée supérieure à celle initialement prévue, une poutre supplémentaire empêche le fléchissement du plafond, et remplace également l'équerre d'angle.

DÉTAIL

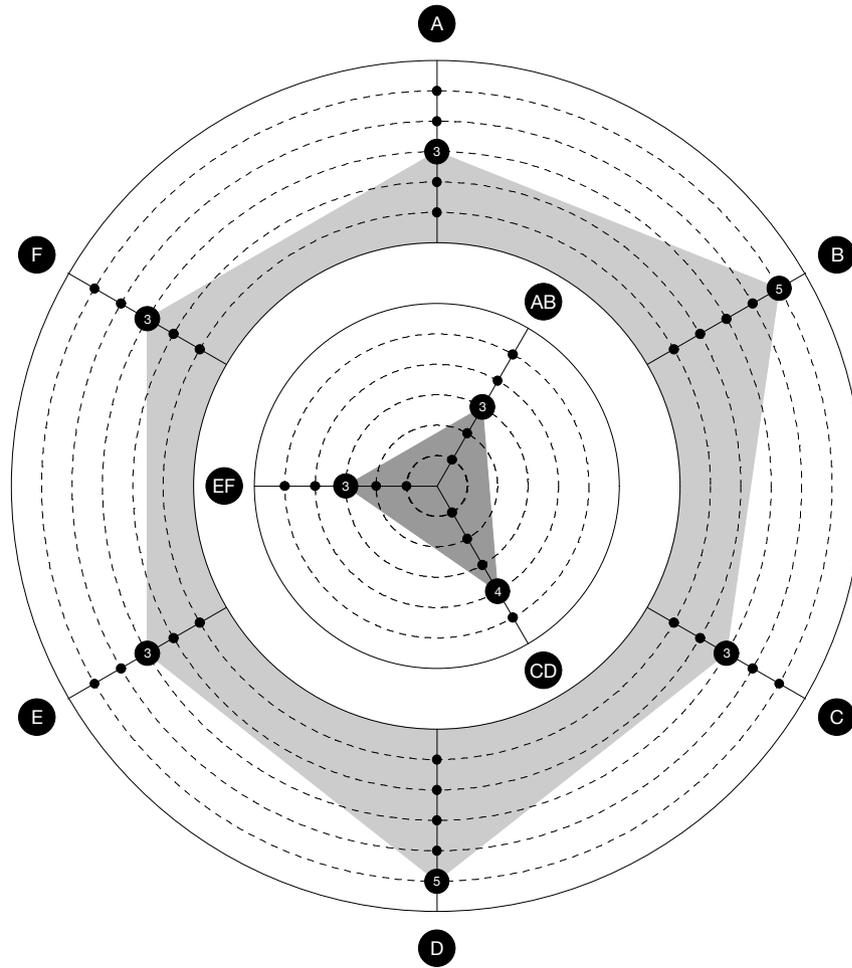


0 1 2 m



0 5 10 cm

GRAPHIQUE



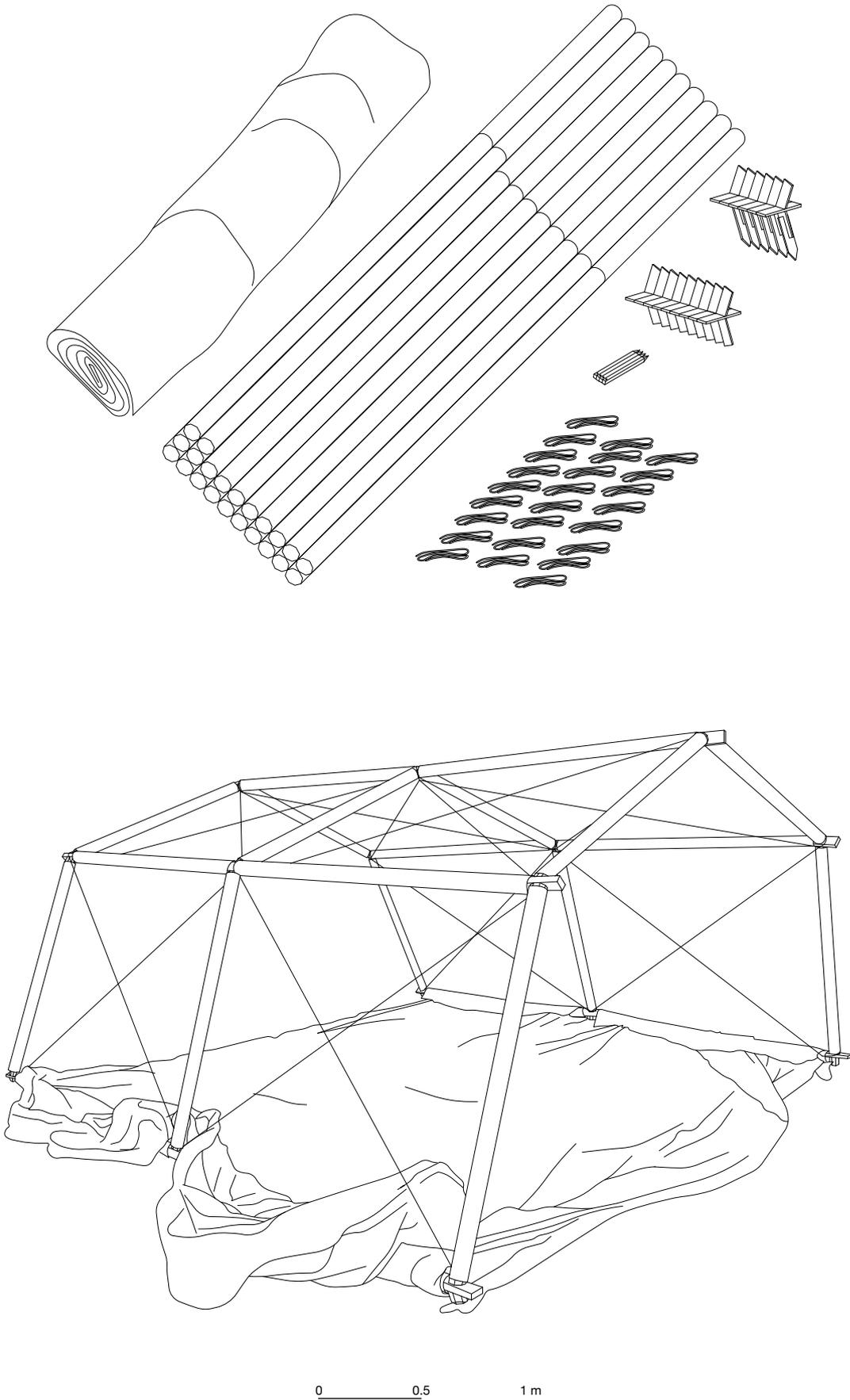
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

bois léger/aluminium

Ⓐ	volume plié:	0.9	m ³
Ⓑ	volume déplié:	27.5	m ³
Ⓒ	poids:	92	kg
Ⓓ	surface couverte:	57.6	m ²
Ⓔ	temps de montage:	30	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	8	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	30	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	1.6	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	3.8	

MOMENTS

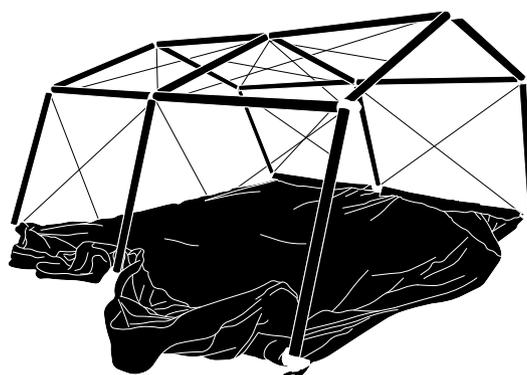


+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

ABRI TEMPORAIRE EN TUBE DE PAPIER

Concepteur(ice)(s): Shigeru Ban

Année(s) de conception: 2010

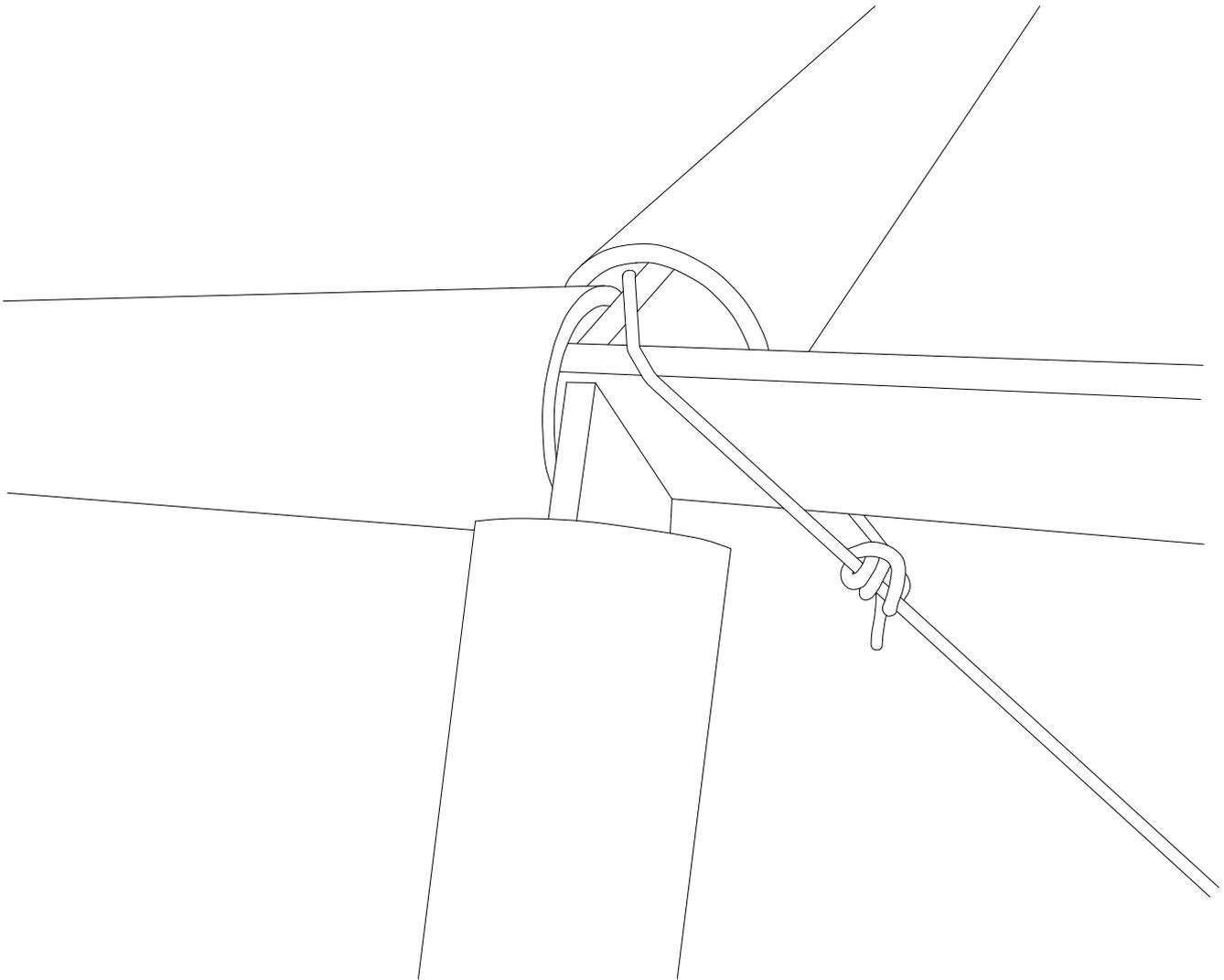


Ce projet de tente présente certainement le détail le plus simple de tous les projets présentés dans cette collection. Cet abri possède de simples membres, connectés par des crois en bois et contreventés par de des cordage diagonaux. La singularité de ce refuge réside dans le choix du matériau dont les membres sont faits: des tubes de papier recyclé. Sa résistance aux différents types d'efforts est surprenante, son coût de fabrication est extrêmement bas, est son impact écologique est très intéressant.

Cette structure peut être montée en quelques heures par des personnes totalement inexpérimentées: les crois en bois indiquent les axes des

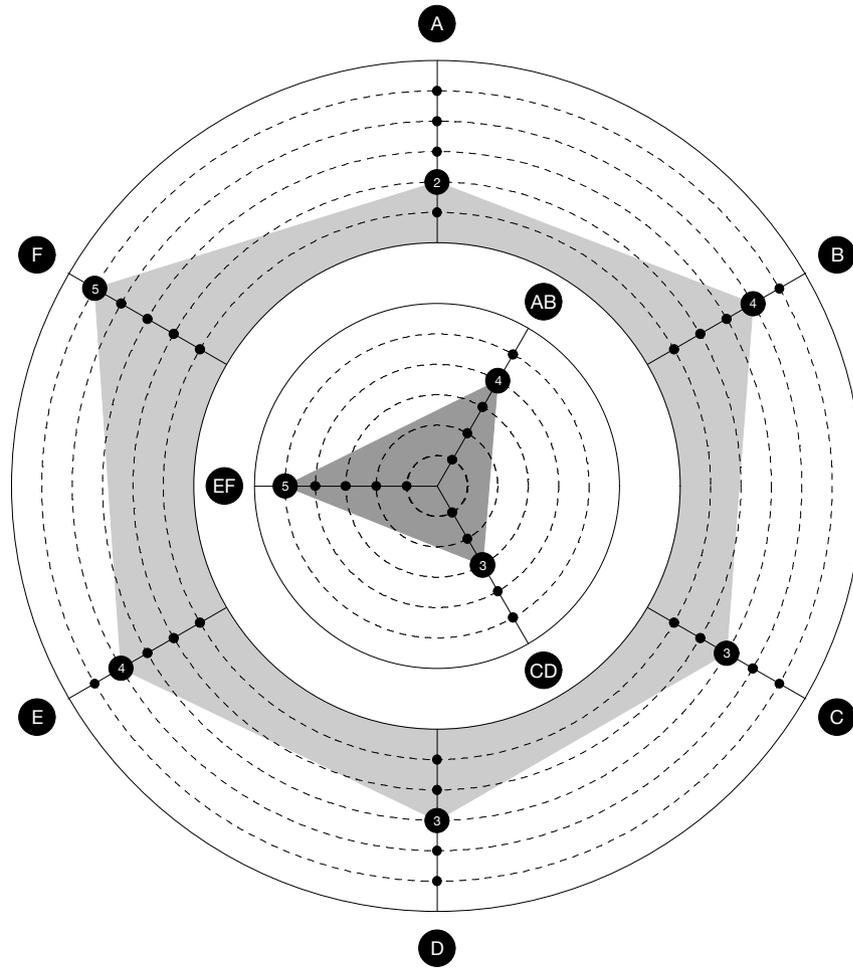
tubes et reçoivent en même temps les cordages. Le tout est recouvert d'une bâche, attachée à la structure par une solide ficelle. Shigeru Ban utilisera ce procédé dans bon nombre de ses projets, notamment l'école temporaire de hualin. En 2014, il recevra le prix Pritzker pour l'ensemble de sa carrière.

DÉTAIL



0 10 20 cm

GRAPHIQUE



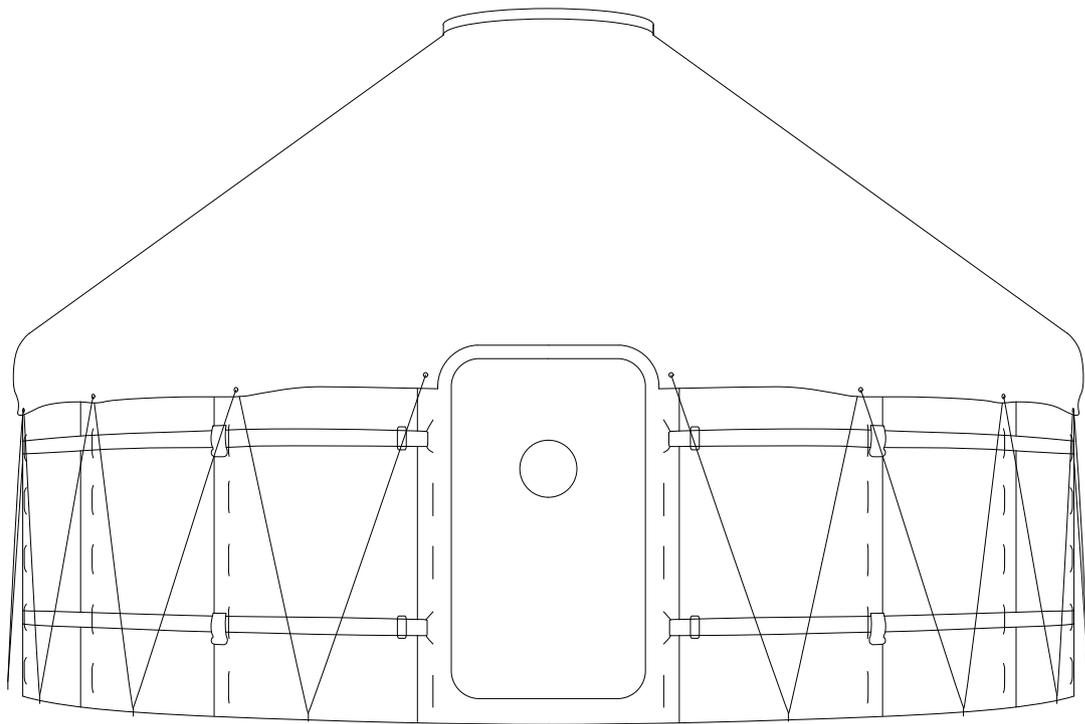
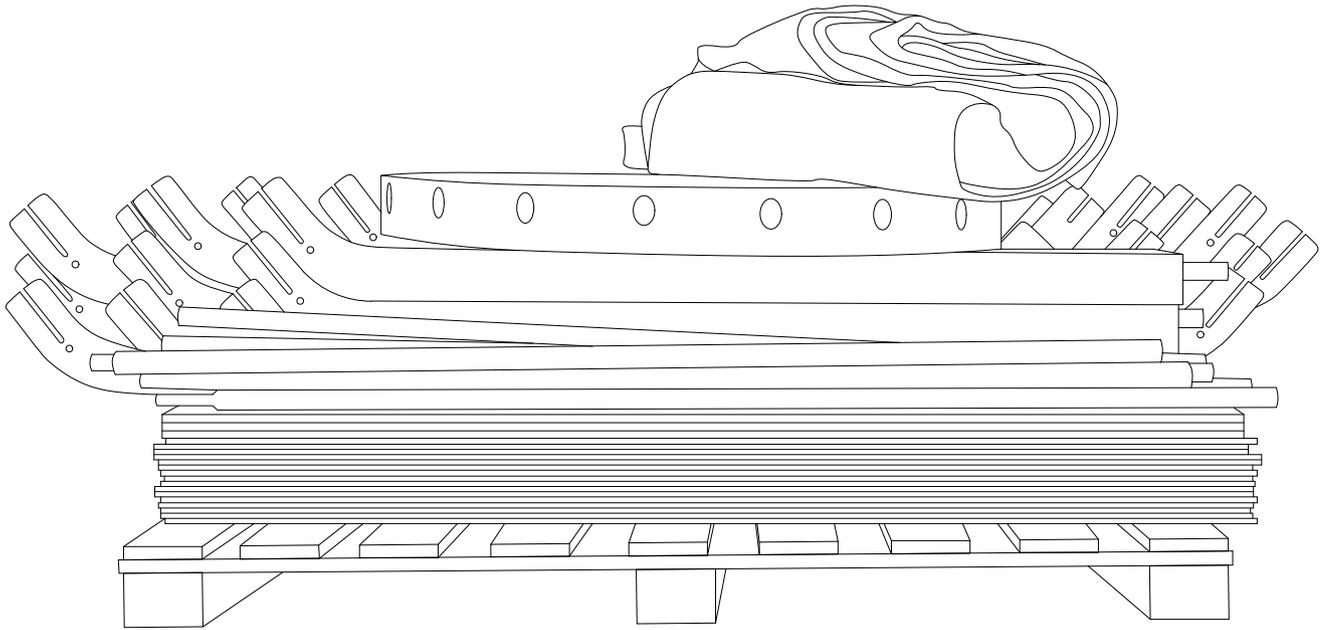
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

tubes en papier/bois/polyester/fibre synthétique

Ⓐ	volume plié:	0.35	m ³
Ⓑ	volume déplié:	12.5	m ³
Ⓒ	poids:	60	kg
Ⓓ	surface couverte:	24.2	m ²
Ⓔ	temps de montage:	45	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	60	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	35.7	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	2.5	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	0.75	

MOMENTS

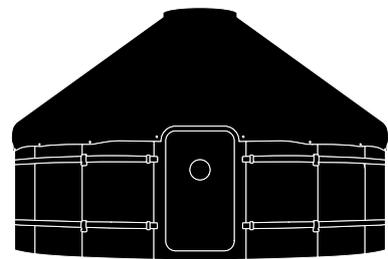


0 0.5 1 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

LA YOURTE JERO

Concepteur(ice)(s): Uula Jero
Année(s) de conception: 2009



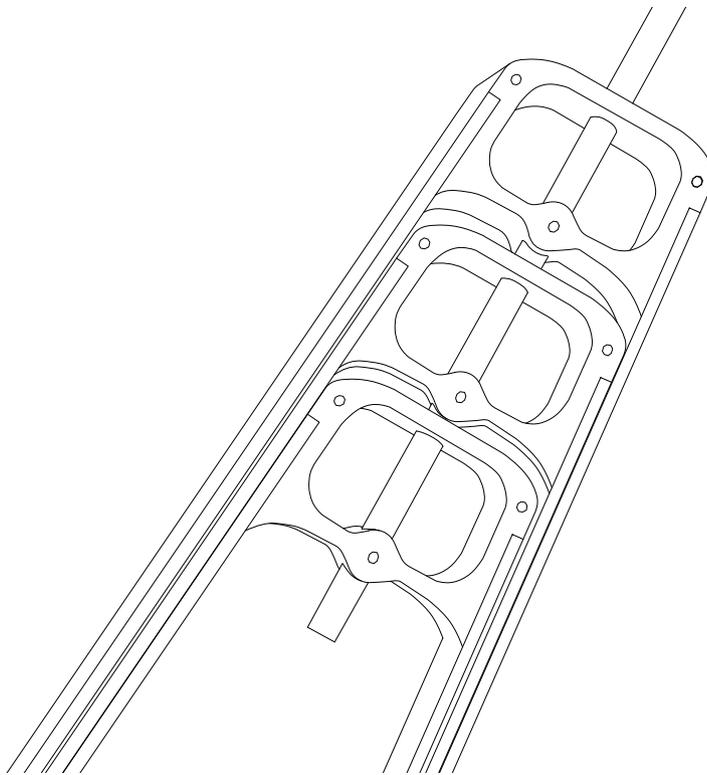
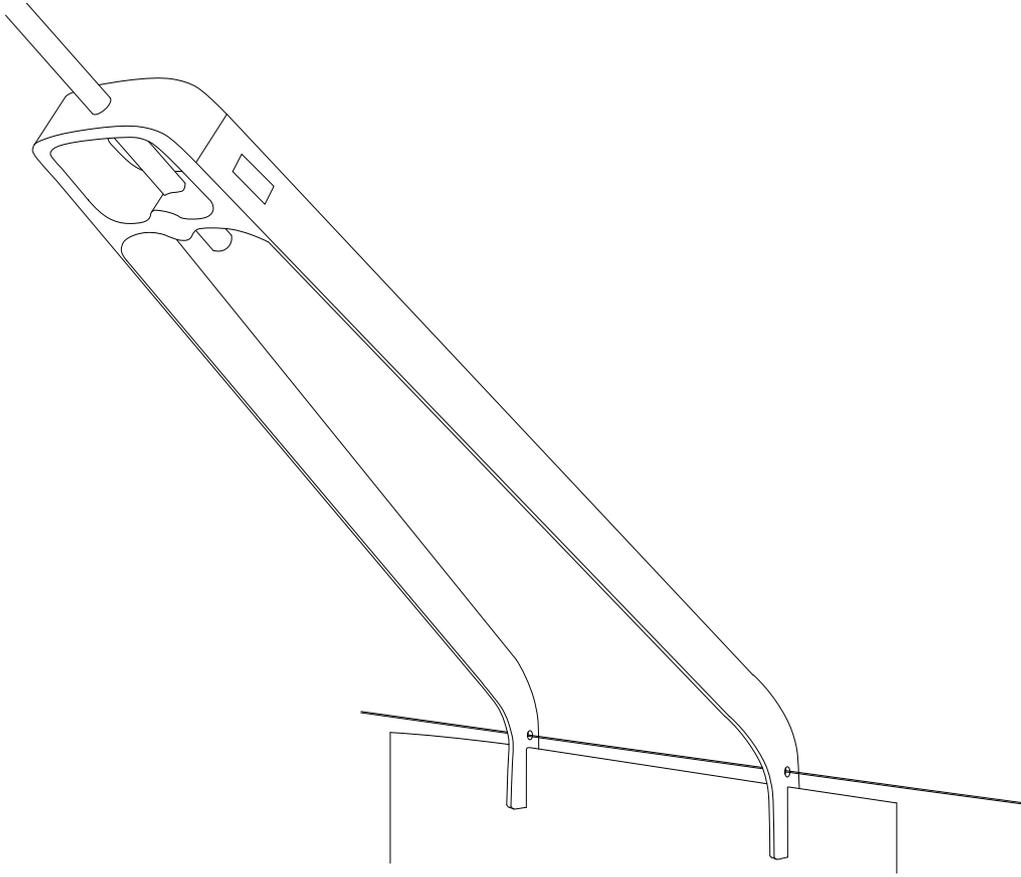
Née d'une volonté de revisiter la fabrication, l'assemblage et le transport de la yourte traditionnelle, la yourte Jero marie astucieusement tradition et technologie pour aboutir à un résultat époustouflant. Autrefois, la yourte était construite de bois taillé, cloisonnée par des murs tressés et chapeauté d'une série de poutres partant des murs et allant se rencontrer à leur extrémité en une couronne imposante.

De cette base, le concepteur a repensé chaque élément: les murs tressés se muent en une série de panneaux en contre-plaqué - plus léger et flexible, l'ensemble est relié par de la corde rendant le tout totalement rigide - les poutres rudimen-

taires et rigides deviennent, grâce à la technologie d'une machine de découpe CNC, un détail subtile et élégant de poutre télescopique et la couverture une bâche légère et imperméable.

Le temps de montage est estimé à deux heures environ avec une équipe de trois personnes. La surface au sol une fois le tout monté est de douze mètres carrés.

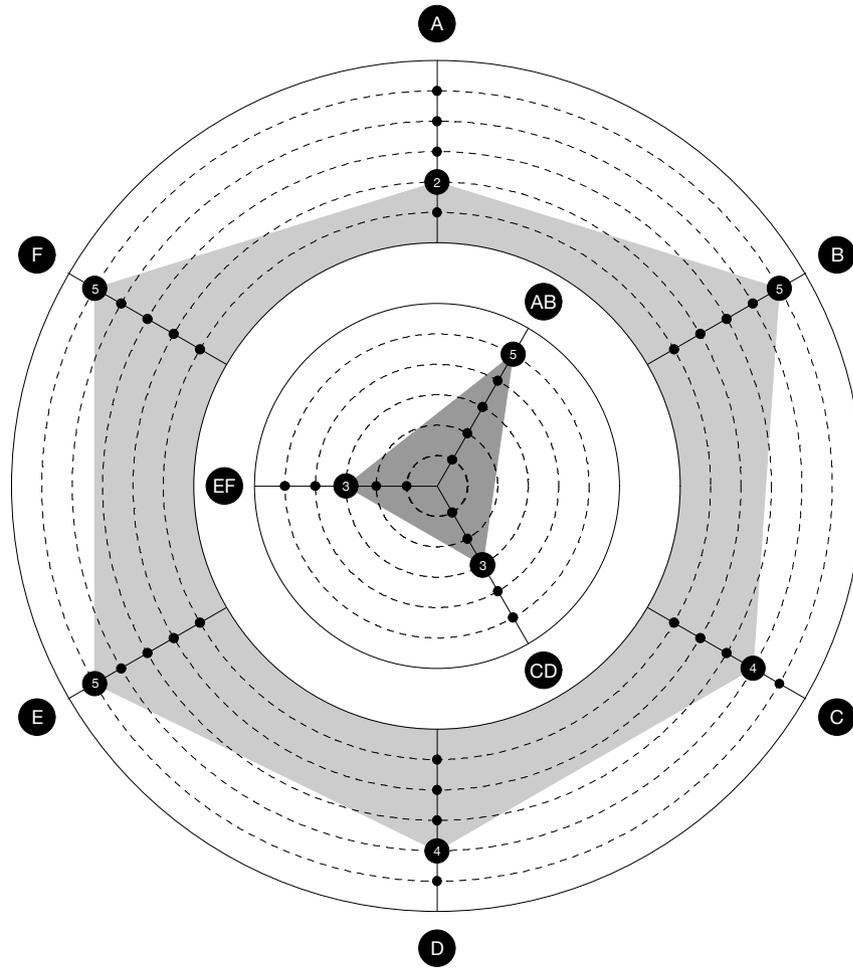
DÉTAIL



0 10 20 cm

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

GRAPHIQUE



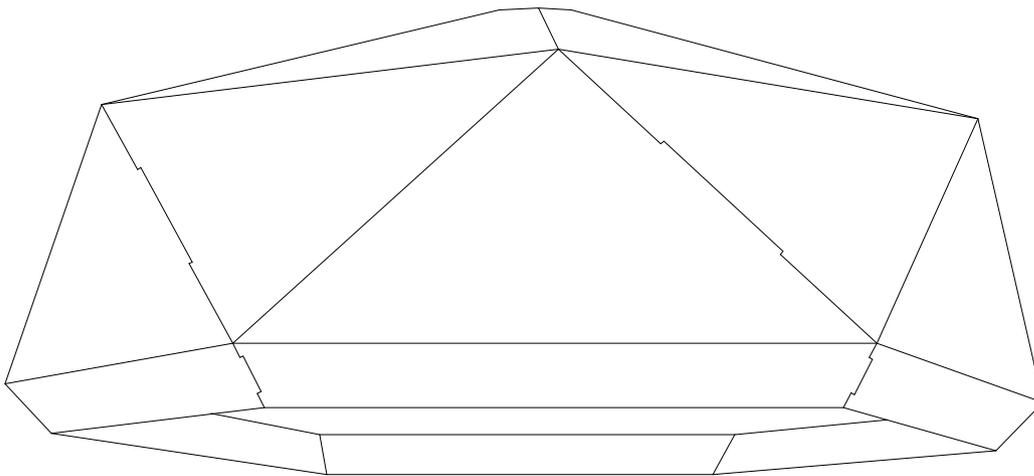
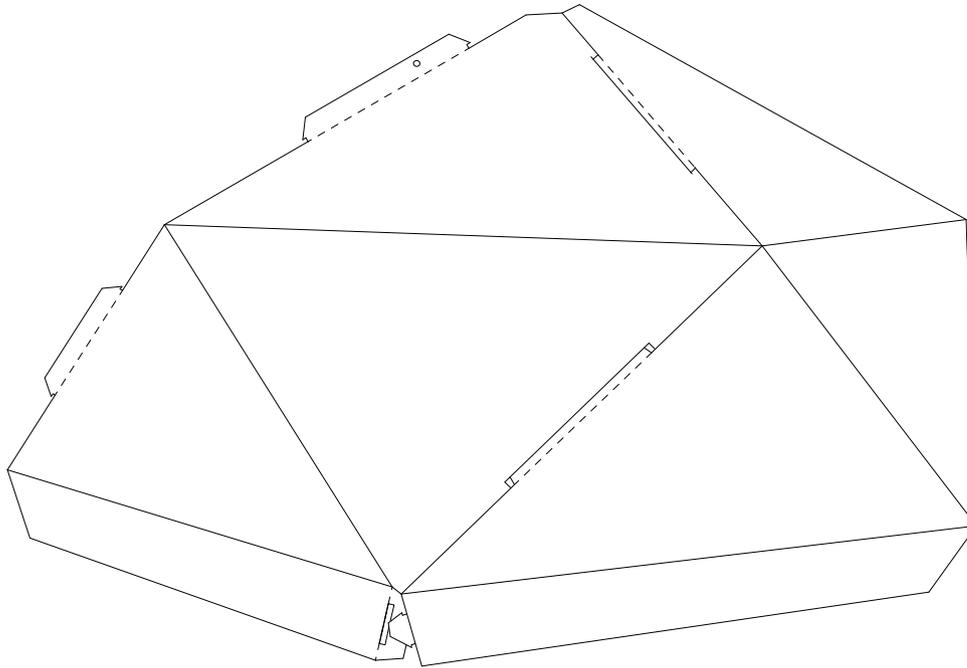
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

bois contre-plaqué/massif/fibre synthétique/pol-
yester

Ⓐ	volume plié:	0.5	m ³
Ⓑ	volume déplié:	23.8	m ³
Ⓒ	poids:	110	kg
Ⓓ	surface couverte:	45.5	m ²
Ⓔ	temps de montage:	160	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	76	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	49.6	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	2.4	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	2.1	

MOMENTS



0 10 20 cm

+

+

+

+

+

+

+

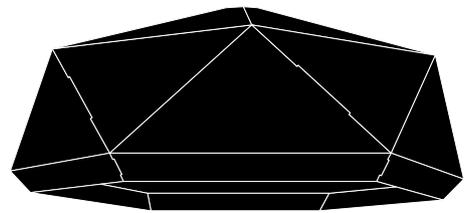
+

+

+

JOXTORP

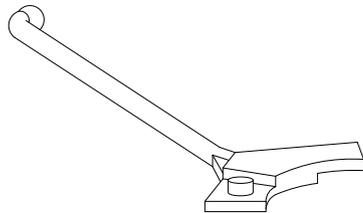
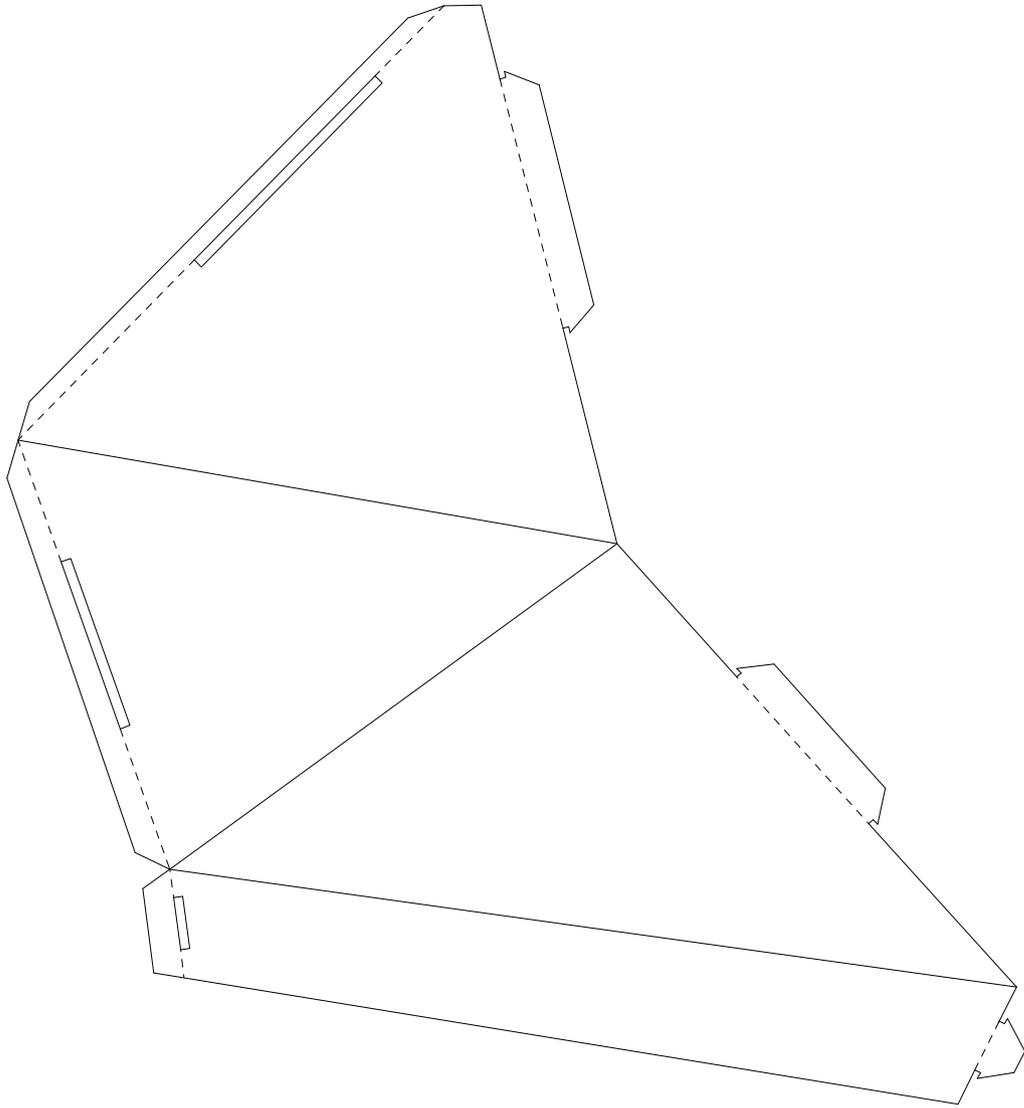
Concepteur(ice)(s): Mikael Axelsson
Année(s) de conception: 2015



L'abat-jour : un simple module de papier, répété six fois, pouvant être assemblé sans attache externe ou de colle rend cet objet économique, élégant et efficace. Le support à ampoule est également composé de six éléments connectés entre eux par des clips intégrés dans leur forme. Les six modules en papier possèdent chacun trois languettes profilées et sont reliés entre eux par l'insertion des languettes dans une série d'ouvertures présentes sur le module adjacent. Les six languettes supérieures présentent un percement circulaire pouvant accueillir un des six bras du support à ampoule.

La structure se trouve maintenue en place par sa forme polyédrique particulière ainsi que par l'intégration subtile du support à ampoule. Le tout ne nécessite ainsi aucun renforcement supplémentaire.

DÉTAIL



0 10 20 cm

+

+

+

+

+

+

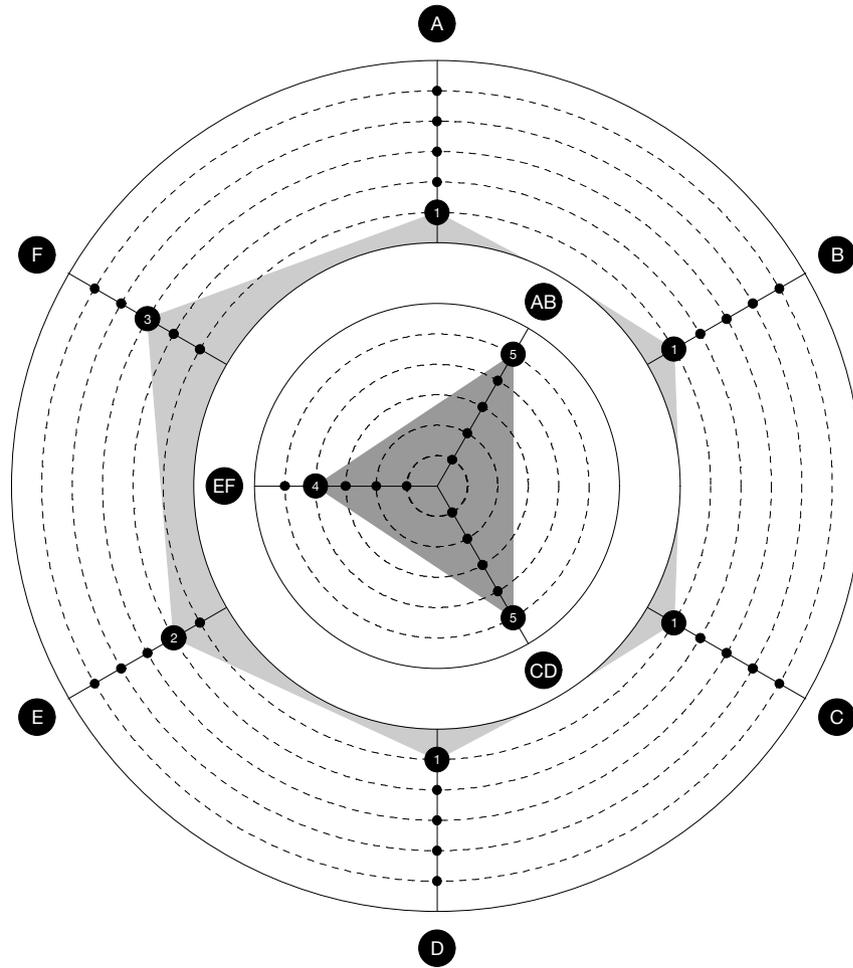
+

+

+

+

GRAPHIQUE



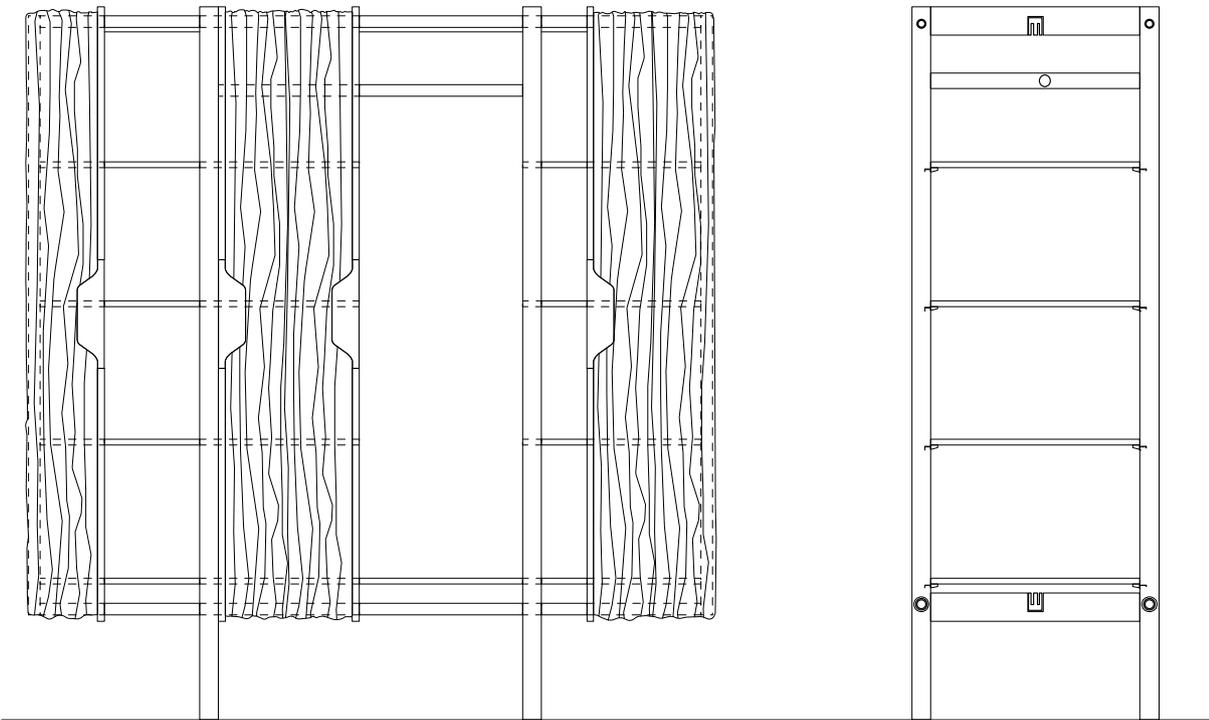
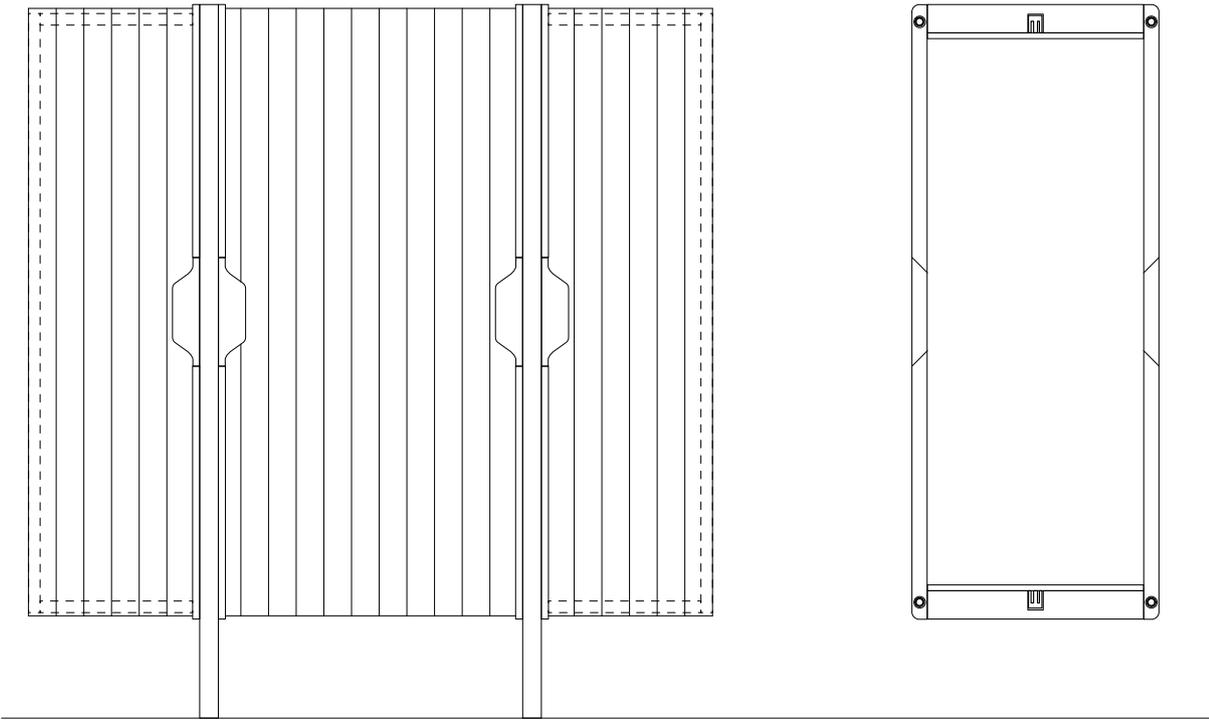
CARACTÉRISTIQUES

matériaux:

papier/plastique

Ⓐ	volume plié:	0.001	m ³
Ⓑ	volume déplié:	0.2	m ³
Ⓒ	poids:	0.4	kg
Ⓓ	surface couverte:	1.29	m ²
Ⓔ	temps de montage:	15	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	12	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	121.5	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	0.3	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	1.3	

MOMENTS

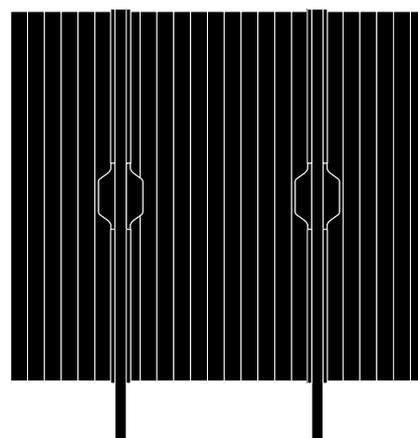


0 0.5 1 m

+
+
+
+
+
+
+
+
+

Concepteur(ice)(s): Moritz Schmid

Année(s) de conception: 2010



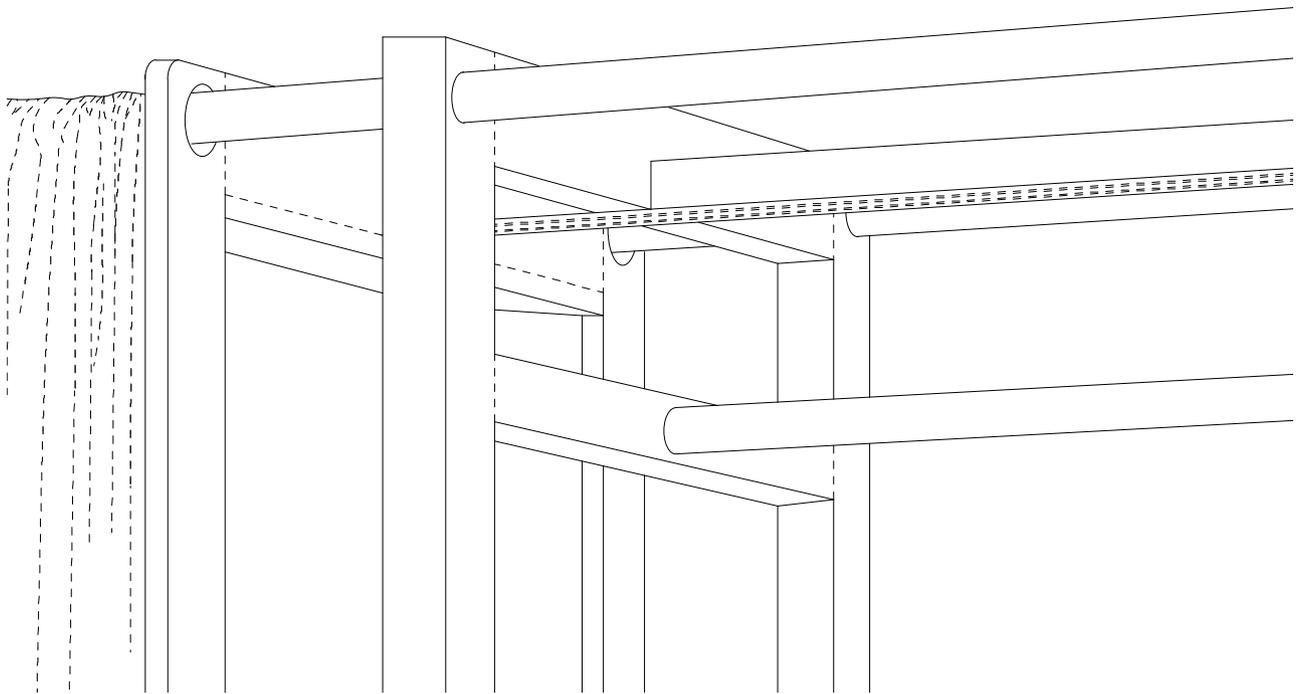
Bien que la structure de cet objet ne soit pas déployable, notre intérêt se porte sur la simplicité avec laquelle l'objet peut être ouvert et aéré, aussi bien que fermé et protégé. Comme la yourte Jero, la technologie CNC est également utilisée dans le but d'élaborer un détail liant finesse et efficacité.

Tous les détails d'assemblage sont en bois de frêne, l'aluminium présent dans le projet sert uniquement de rail d'accueil au cadre en bois coulissant. Sur celui-ci est fixé le tissu polyester qui se plie et déplie tel le soufflet d'un accordéon.

Un autre point intéressant est son rapport au sol. Son impact minimal permet à son contenu d'être

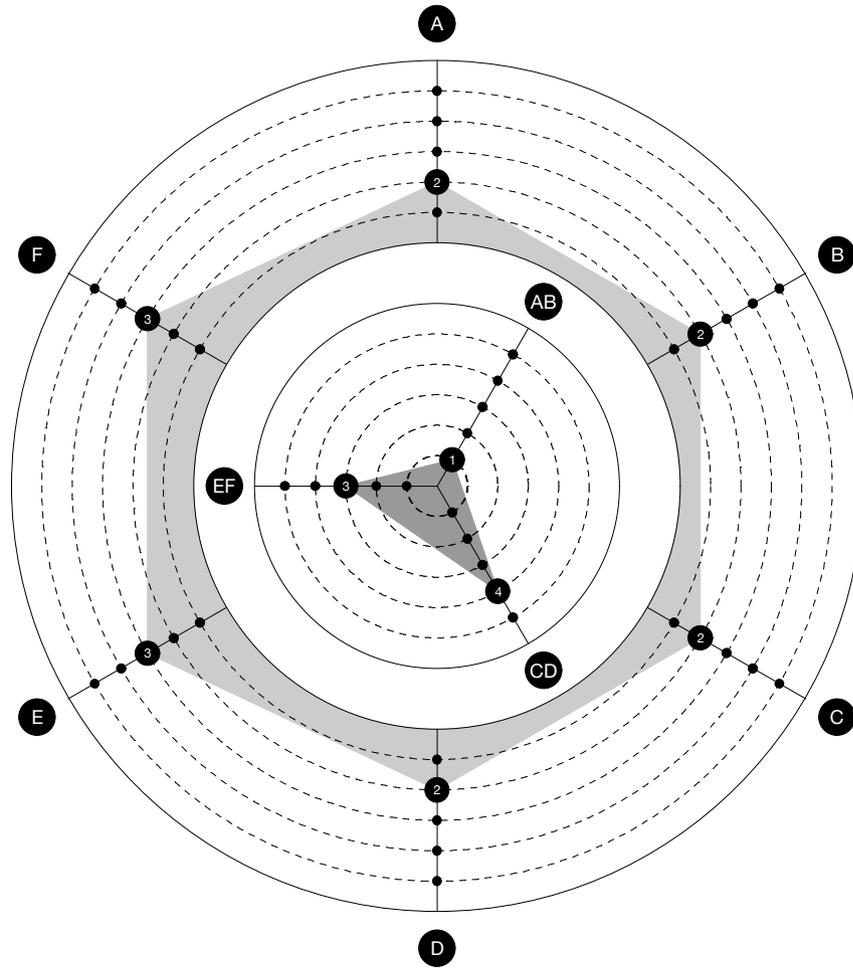
bien dégagé, l'éloignant de la poussière et facilite également le nettoyage en dessous. Ce sont ici des avantages certes domestiques, mais une adaptation en un projet implanté sur un terrain difficile, ou soumis à de conditions météorologiques extrêmes, le rapport au sol de ce projet devient intéressant.

DÉTAIL



0 25 0.5 m

GRAPHIQUE

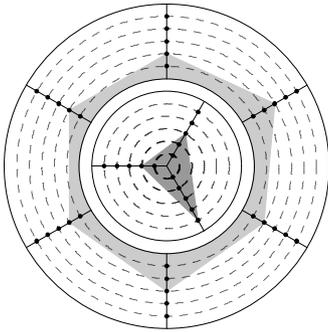


CARACTÉRISTIQUES

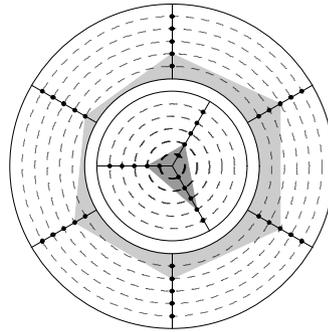
matériaux:

bois massif/aluminium/polyester

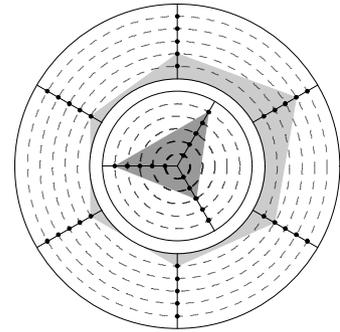
Ⓐ	volume plié:	0.26	m ³
Ⓑ	volume déplié:	2.46	m ³
Ⓒ	poids:	15	kg
Ⓓ	surface couverte:	9.9	m ²
Ⓔ	temps de montage:	30	min
Ⓕ	nombre d'éléments:	11	
ⒶⒷ	ratio volume déplié/volume plié:	9.5	
ⒸⒹ	ratio poids/surface couverte:	1.5	
ⒺⒻ	ratio temps de montage/nombre d'éléments:	2.7	



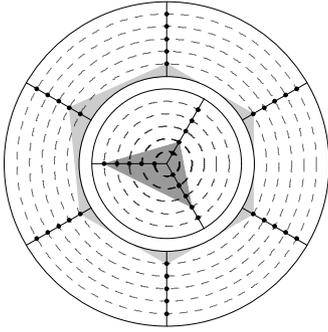
TENTE GÉODÉSIQUE



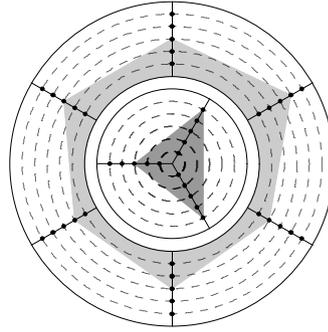
STRUCTURE RÉTRACTABLE



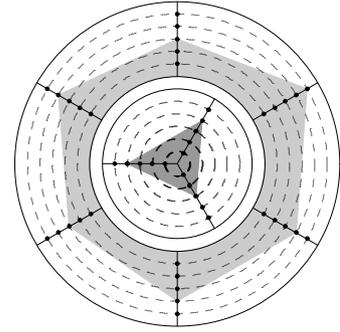
CÂDRE DE PARAPLUIE



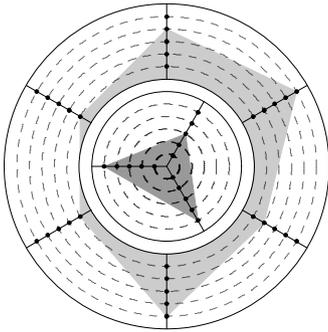
MAISON À CHIEN PORTATIVE



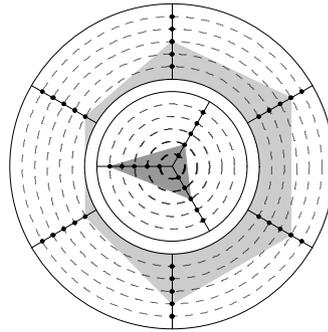
LIAISONS 4 BARRES



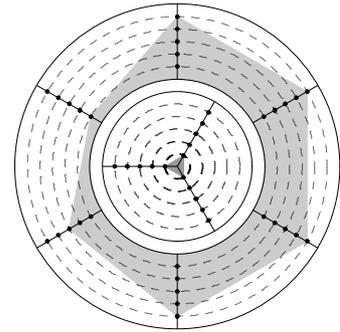
STRUCTURE ZIG-ZAG



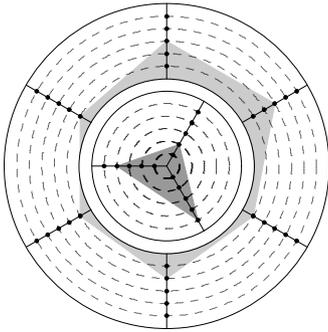
CARDBORIGAMI



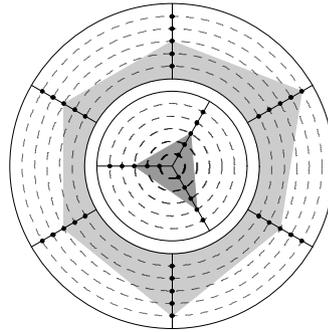
DÔME ARTICULÉ



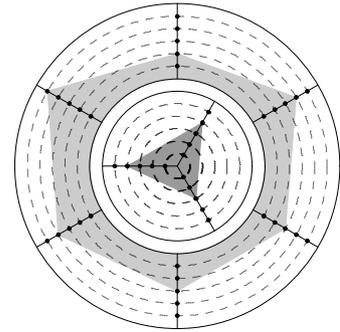
CABANE PLIANTE



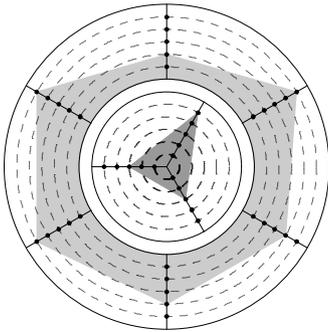
TREILLIS DÉPLOYABLE



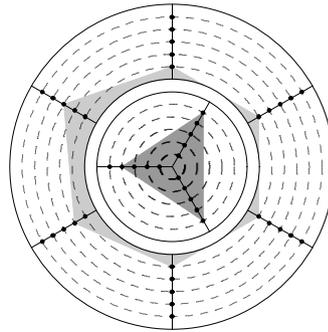
ABRI PRÉFA. PORTATIF



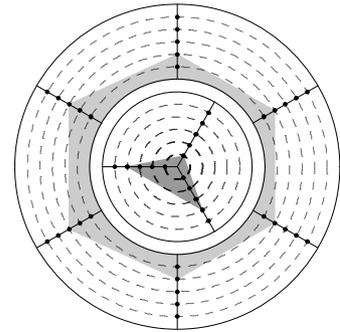
ABRI EN TUBE DE PAPIER



LAYOURTE JERO



JOXTORP



ARIS

+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

VUE D'ENSEMBLE

Ci-contre, nous trouvons une synthèse des graphiques de tous les projets dans l'ordre de la collection. C'est à partir de cet ensemble que nous allons pouvoir juger ces derniers en fonction de leur résultats selon les différents critères.

Nous pouvons déjà observer que la collection offre un ensemble de projets divers et variés, présentant chacun différentes forces, bien que tous soient issu du thème du déploiement.

+

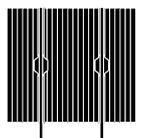
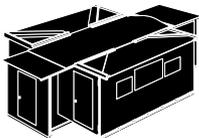
+

+

+

+

+



3

4

5

6

7

8

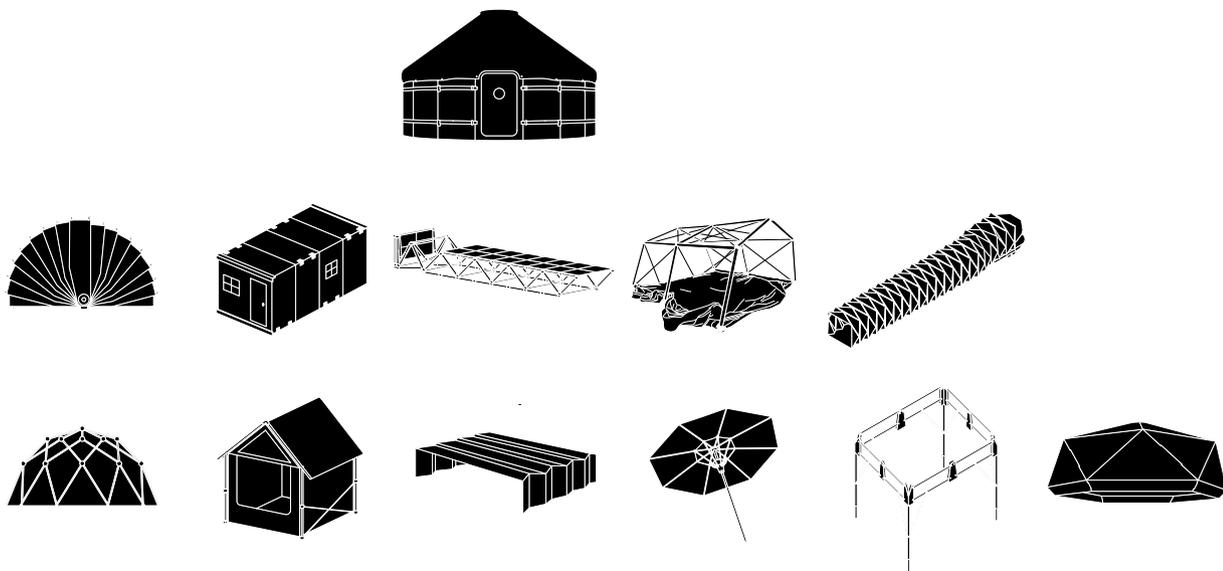


+

+

+

SYNTHÈSE



9

10

11

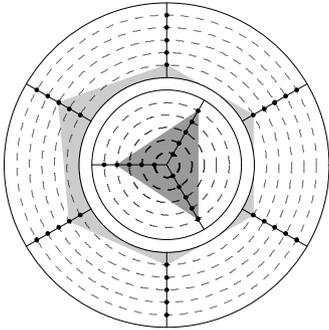
12

13

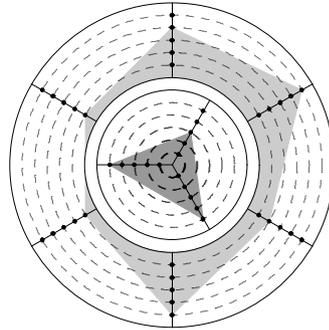
14

15

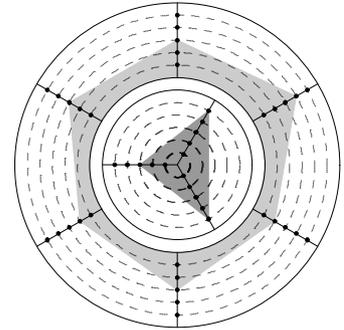
Plus la valeur - 1 à 5 - d'un ratio est élevée, plus le projet rempli des fonctions inhérentes aux critères. Cette donnée est rappelée ici, car il est question d'en faire la somme afin de déterminer les projets les plus performants. Ces totaux donnent ainsi des réponses pragmatiques dénuées d'affinité ou de jugement de valeurs envers un projet.



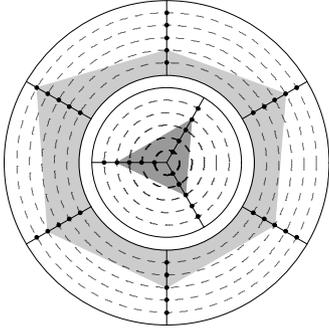
JOXTORP



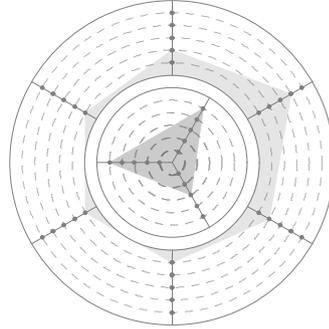
CARDBORIGAMI



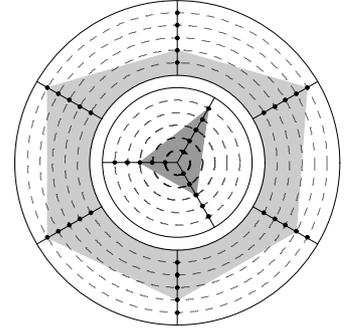
LIAISONS 4 BARRES



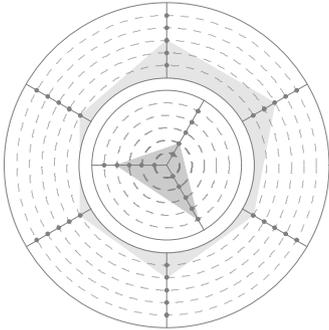
ABRI EN TUBE DE PAPIER



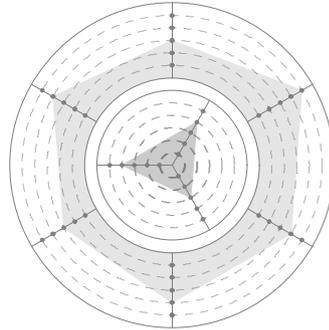
CÂDRE DE PARAPLUIE



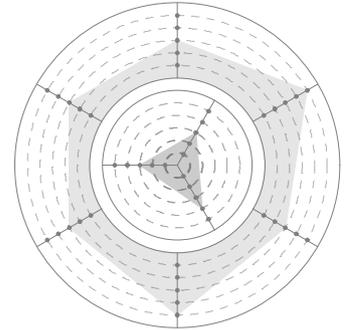
LAYOURTE JERO



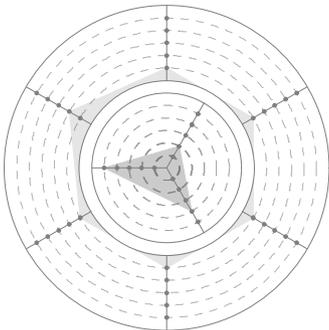
TREILLIS DÉPLOYABLE



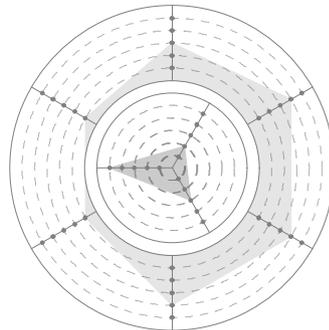
CONSTRUCTION EN ZIG-ZAG



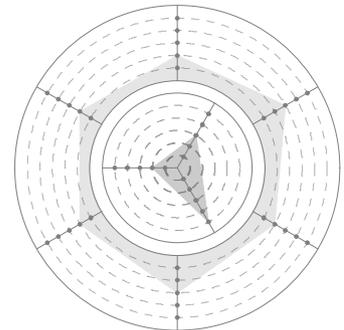
ABRI PRÉFA PORTATIF



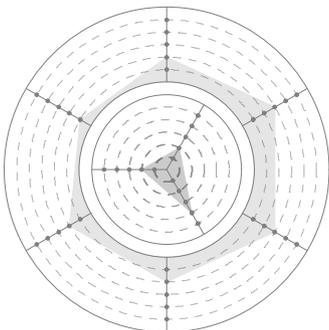
MAISON À CHIEN PORTATIVE



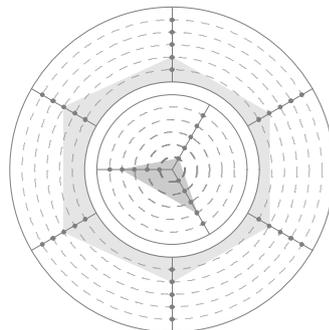
DÔME ARTICULÉ



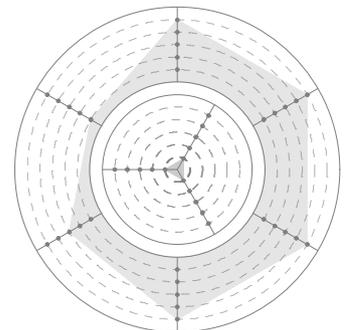
TENTE GÉODÉSIQUE



ARIS



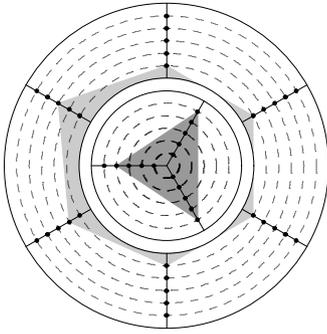
STRUCTURE RÉTRACTABLE



CABANE PLIANTE

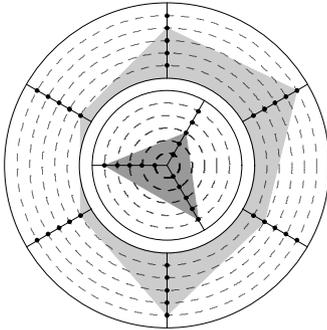
+
+
+
+
+
+
+
+
+
+

SÉLECTION



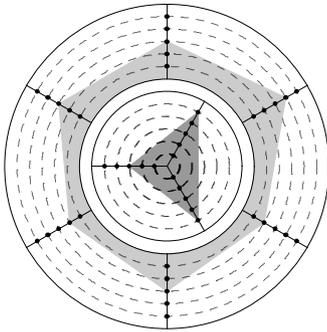
JOXTORP

D'après le diagramme des critères, il est évident que cet objet soit aussi efficace au niveau des ratios, surtout de par sa faible taille. Bien qu'il ne soit pas à une échelle habitable, nous pensons que ses détails présentent un potentiel d'adaptabilité important.



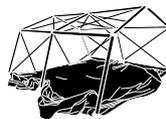
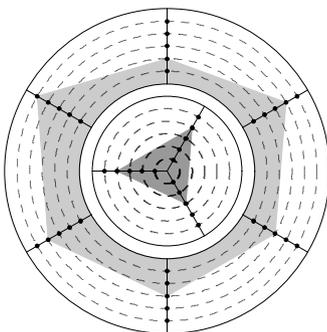
CARDBORIGAMI

Rapide au déploiement, offrant un grand volume déplié, et permettant de protéger ses occupants, le tout de manière très économique, ce concept retient particulièrement notre attention.



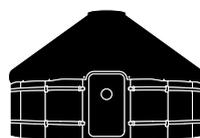
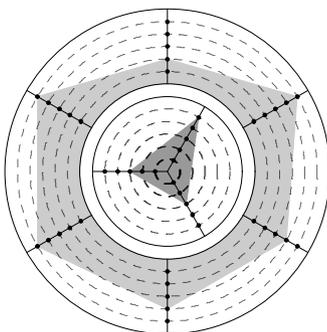
LIAISONS 4 BARRES

En plus de sa rapidité de montage, c'est également la stabilité de la structure et sa capacité à reprendre les charges qui sont intéressantes ici. Son potentiel de mise en série fait également partie de ton attrait.



ABRI ENTUBE DE PAPIER

Avec des matériaux basiques ainsi que des détails d'une simplicité surprenante, ce projet d'abri apporte des réponses intelligentes à la notion d'urgence



LA YOURTE JERO

Bien que moins performant au niveau des ratios que d'autres projets ci-présents, c'est avec l'efficacité de ses nombreux détails ainsi que sa qualité globale que cette réalisation est retenue dans notre sélection.

+

+

+

+

+

+

+

+

+

+



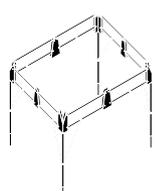
LAMPE IKEA JOXTORP

- Papier cartonné
- Plastique ABS



ABRI PORTATIF ORIGAMI

- Carton ondulé résistant à l'eau
- attaches



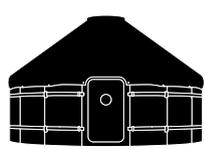
LIAISONS 4 BARRES

- Aluminium
- Cordes en fibres synthétiques



ABRI EN TUBE DE PAPIER

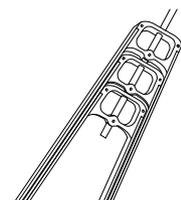
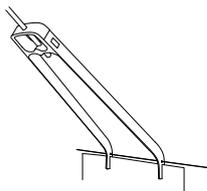
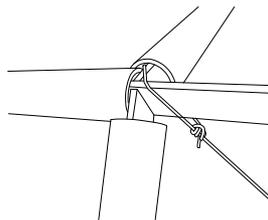
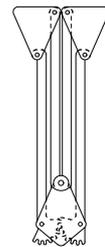
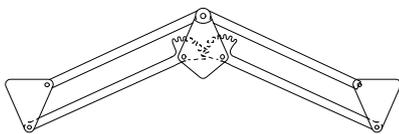
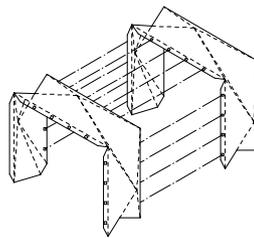
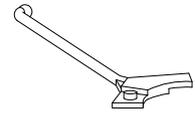
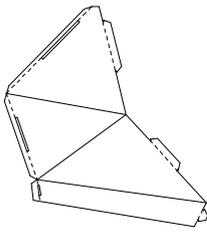
- Tubes en papier recyclé
- Bois contre-plaqué
- Toile en polyester
- Cordes en fibres synthétiques



LA YOURTE JERO

- Bois contre-plaqué
- Bois massif
- Toile en polyester
- Cordes en fibres synthétiques

SÉLECTION EN DÉTAIL



+

+

+

+

+

+

+

+

+

+

CONCLUSION

TROISIÈME

Cette collection de projets est intéressante, car, bien que toutes les structures présentées soient unies par le thème du dépliement, elle présente une importante diversité de détails et de mécanismes. Suite à l'analyse de chaque projet au travers de critères simples et de ratios entre ces derniers, cinq projets sont sortis du lot. L'abri de Shigeru Ban s'impose par sa simplicité, son faible poids et sa facilité de montage. Cardborigami est particulièrement efficace, puisque ce projet possède le meilleur rapport entre volume plié et déplié. La lampe Joxtorp est astucieuse par son assemblage : six parties identiques s'emboîtent et génèrent un volume. La structure de type liaisons 4 barres est très simple, car le détail permet en même temps un dépliement important et une grande légèreté. La yourte Jero est remarquable par l'unicité de son détail de charpente, toujours identique, qui rigidifie l'ensemble.

Tous les cinq présentent des similitudes dans leur matériaux, toujours légers: bois, carton, aluminium, tissu polyester et cordages. On notera que trois des projets se présentent sous forme de kit - Joxtorp, Jero et l'abri de Shigeru Ban - et deux autres sous forme d'un produit unitaire - Cardborigami et la structure type liaison quatre barres - qui développe son propre volume. Les cordes

sont également un élément réunissant quatre des projets, la structure type liaisons quatre barres, Cardborigami, l'abri de Shigeru Ban et la yourte Jero : le cordage est un composant à part entière de chaque projet. Il sert de rigidificateur, de colle ou fait partie intégrante du détail, utile au processus de dépliement, comme dans la structure de type liaisons quatre barres, où le fait de tirer sur la corde permet d'actionner le mécanisme contenu dans le détail.

Par cette sélection et ces résultats, nous voyons émerger des pistes importantes pour le développement d'un futur projet. Ce dernier devra donc être conçu à l'aide de matériaux légers et d'un détail générant le dépliement de la structure. Il faut également composer avec des éléments génériques et efficaces.

BIBLIOGRAPHIE

INTERNET, BREVETS

LIVRES

Shigeru Ban; *Aspen Art Museum. Shigeru Ban: humanitarian architecture*; New York: D.A.P.; Distributed Art Publishers, 2014. Imprimé.

Architecture for Humanity; *Design like you give a damn: architectural responses to humanitarian crises*; London: Thames & Hudson, 2011. Imprimé.

Phyllis Richardson; *XS extreme: Grandes idées, petites structures*; Paris : Thames & Hudson, 2009. Imprimé.

INTERNET, AUTRES

TRAKKE; *The Jero Yurt: Origins*; www.trakke.co.uk; TRAKKE 2015; 12 novembre 2015; Novembre 2015

Adam Williams; *Off-grid Jero yurt assembles in a few hours, can be towed by bike*; www.gizmag.com; Gizmag; 27 août 2014; Décembre 2015

IKEA; *Pendant lamp shade: JOXTORP – Dark blue*; www.ikea.com; Inter IKEA Systems B.V.; 17 avril 2014; Novembre 2015

Nora Schmidt; *Aris´ textile cabinets by Moritz Schmid (CH)*; www.dailytonic.com; 2016 Dailytoni; 6 octobre 2010; Novembre 2015

Moritz Schmid; *31-Aris*; www.moritzschmid.com; Moritz Schmid; 23 septembre 2013; Novembre 2015

Keiji Tanaka; *Patent US6821608 - Water-resistant corrugated cardboard and pallet that utilizes it*; www.google.com/patents; Google patents; 23 novembre 2004; Novembre 2015

Juan M Mejia-Ariza; *Ultra-Flexible Advanced Stiffness Truss for Large Solar Arrays*; www.sbir.nasa.gov; NASA SBIR 2014 Solicitation; 23 avril 2014; Décembre 2015

Malvaux; *Panneaux Légers – Âme Balsa*; www.malvaux.com; MALVAUX INDUSTRIES; 23 septembre 2012; Décembre 2015

BÄCHLI; *Achat d'une tente : À quoi faut-il faire attention ?*; www.baechli-bergsport.ch; Bächli sports de montagne SA; 2012-2015; Décembre 2015

Carbonetube; *Produits: TUBES CARBON/FIBRE DE VERRE*; www.carbonetube.net; 2014 carbonetube.net : tubes, joncs et profilé; 27 août 2013; Décembre 2015

Mark R. Niksic, Mark E. Erickson; *Patent US 4998552 Geodetic tent structure*; www.google.com/patents; Google patents; 12 mars 1991; Novembre 2015

Theodore R. Ziegler; *Patent US3968808 - Collapsible self-supporting structure*; www.google.com/patents; Google patents; 13 juillet 1976; Novembre 2015

Lear Woodward Van; *Patent US2561435 - Economical umbrella frame structure*; www.google.com/patents; Google patents; 24 juillet 1951; Novembre 2015

Samuel F. Lamke, Michael C. Shine; *Patent US20130192533 - Portable dog house*; www.google.com/patents; Google patents; 1er août 2013; Novembre 2015

Charles Hoberman, Matthew Davis; *Patent US7644721 Synchronized four-bar linkages*; google.com/patents; Google patents; 12 janvier 2010; Novembre 2015

Franck D. Salas; *Patent US3854266 - Method of constructing building structure of zig-zag profile*; google.com/patents; Google patents; 17 décembre 1974; Novembre 2015

Tina Hovespian; *Patent US20120291364 - Portable shelter structure and manufacturing process*; www.google.com/patents; Google patents; 22 novembre 2012; Novembre 2015

Tina Hovespian; *Our Product*; www.cardborigami.org; Cardborigamitn; 16 octobre 2015; Décembre 2015

Byron N. Foote; *Patent US5625982 - Articulated dome*; www.google.com/patents; Google patents; 6 mai 1997; Novembre 2015

William J. Pendry; *Patent US2006477 - Folding cabin*; www.google.com/patents; Google patents; 2 juillet 1935; Novembre 2015

Ikea; *Patent US8813455 - Deployable truss with orthogonally-hinged primary chords*; www.google.com/patents; Google patents; 26 août 2014v Novembre 2015

Thomas C. Donnahue; *Patent US2751635 - Portable prefabricated shelter*; www.google.com/patents; Google patents; 26 juin 1956; Novembre 2015

REMERCIEMENTS

à l'équipe de suivi de cet énoncé
à Jonathan Ledgard