Les dômes et leur fonctionnement

Aliette de Briançon
Alexandra Chambrier
Margherita Vargiu
Eugénie Cocheteau
Razan Daham
Sara D'aranjo-Lobjois
Maéva D'Abadie de Lurbe

Professeur référent: Emiliano MATTIUSSI
L2-S4- Année 2018/2019

ensa paris la villette

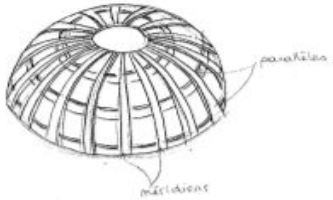
Sommaire

- Recherche sur les dômes
- Expérimentations
- Le dôme en mousse
- Le dôme réticulé en paille
- Observation
- Analyse
- Reportage photographique
- Conclusion

Recherche et études sur les dômes

LES DOMES

« LE DÔME PARFAIT N'A PAS D'ÉCHELLE, PAS DE CADRE DE RÉFÉRENCE. QUAND IL EST PETIT, IL PEUT DONNER L'IMPRESSION D'ÊTRE ILLIMITÉ, QUAND IL EST GRAND IL PEUT NOUS "ÉCRASER". »



Demi-sphère parfait, d'une épaisseur faible par rapport à sa portée.

Doit supporter :
- Son propre poids
- Les surcharges d'exploitation (dont les effets de la pression / dépression du vent)

→ charges qui doivent être canalisées jusqu'au sol.

Intuitivement, le dôme semble être une série d'arcs identiques s'élevant autour d'une base circulaire pour se rencontrer en leur sommet, où ils ont une clef de voûte commune.

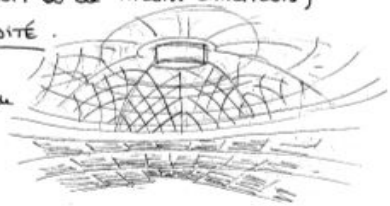
Les charges s'accumulent en effet depuis le sommet jusqu'à la base le long des méridiens verticaux, dont la compression augmente au fur et à mesure qu'ils approchent du support du dôme.

Les arcs théoriques qui constituent le dôme : solidarisés les uns aux autres le long des sections verticales ⇒ structure monolithique.

La continuité de la surface = réduction d'épaisseur en introduisant une action le long des sections horizontales, les parallèles.

Suppression des déformations des méridiens du dôme, obtenue par les efforts de compression et de tension créés par ses parallèles dans leur rôle de ceinture : 2 conséquences
→ raidissement du dôme + empêche flambage des méridiens comprimés (dômes ⊖ minces)
→ empêche le dôme de s'ouvrir à sa base (pas besoin d'arcs boutants extérieurs ou de tirants intérieurs)

DÔME = GRANDE RIGIDITÉ.



L'astrodôme de Houston, Texas.

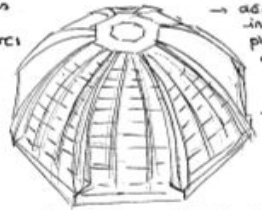
QUELQUES EXEMPLES

Panthéon

Le plus grand dôme de l'Antiquité, construit par les romains.
→ architecture en béton (béton de pouzzolane)
→ demi-sphère édifié au-dessus d'un mur circulaire en béton allégée par une série de caissons décroissants

PANTHÉON

Cathédrale de Florence, F. Brunelleschi



Dôme de la cathédrale de Florence

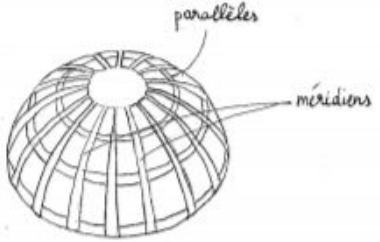
→ dôme en double maçonnerie : épaisse coque intérieure octogonale reliée à une coque extérieure plus (simple) mince par des nervures suivant le tracé des arcs de méridien.
⇒ 2 dômes = augmentation de la résistance de la structure
→ anneaux de renfort : 6 cercles horizontaux de grès, renforcés sur leur surface extérieure par des chaînes de fer (prévenir le risque d'éclatement des dômes sous l'action des énormes forces de traction que subissaient les parallèles)

Forme de la structure : octogonale mais contient à l'intérieur un nb d'anneaux circulaires ⇒ se comporte comme 1 dôme circulaire

de Mario SALVADORI

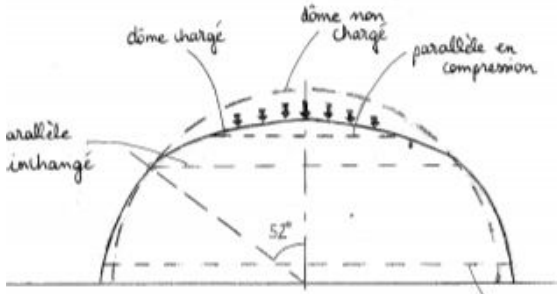
COMPORTEMENT STRUCTUREL DU DOME

Le dôme semble être constitué d'une série d'arcs identiques disposés côte à côte, suivant un plan circulaire, suggérant ainsi qu'il se comporterait comme un arc sous la charge. Il n'en est rien: un dôme monolithique est une **construction stable**.



Les forces méridiennes à la surface du dôme sont toujours des forces de compression (sous des charges verticales).

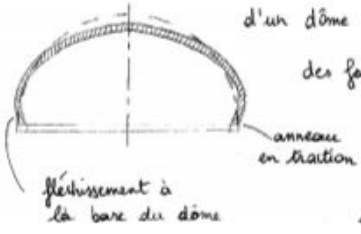
Les forces circonférentielles sont des forces de compression dans la partie supérieure et de traction dans la partie inférieure.



comportement du dôme sous une charge

Le lieu où les efforts changent de sens se situe au dessus d'un rayon abaissé de 52° par rapport à la verticale.

Un anneau de traction encercle la base d'un dôme pour contenir les composantes des forces qui sont orientées vers l'extérieur. Dans un dôme en béton, cet anneau est épais et armé (contrainte de flexion).



rmé d'arcs méridiens et de parallèles qui empêchent l'écartement s arcs, le dôme s'affaisse sous la charge mais on constate que tains parallèles comprimés travaillent en compression, d'autres étirés en action. Près de la couronne: compression; partie inférieure: traction.

REALISATION MAQUETTE

Pour expliquer le fonctionnement du dôme, nous allons faire 3 maquettes

1- La maquette en plâtre

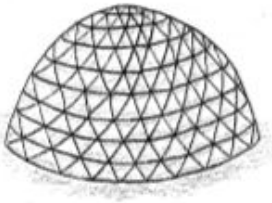
→ réalisation d'une coque en plâtre à l'aide d'un ballon, que l'on pourrait solliciter avec des poids de différentes tailles. Cela nous permettrait de réaliser des expériences.

2) La réalisation d'un dôme en associant des triangles

→ Réalisation d'un dôme géodésique

Il s'agit d'une forme composée de triangles, qui, assemblés, les uns avec les autres, créent un dôme.

↳ structure en barres de bois et métal avec une toile tendue



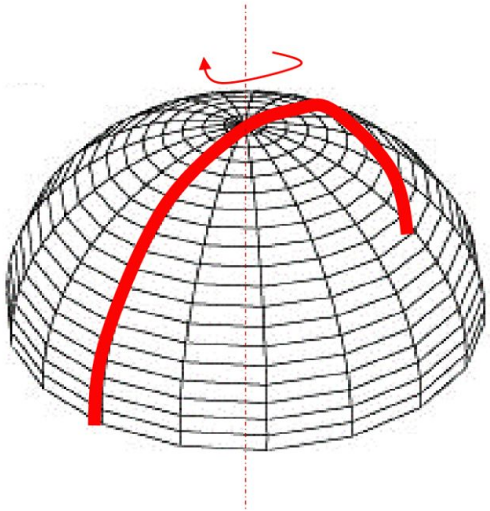
3- Maquette formée de méridiens

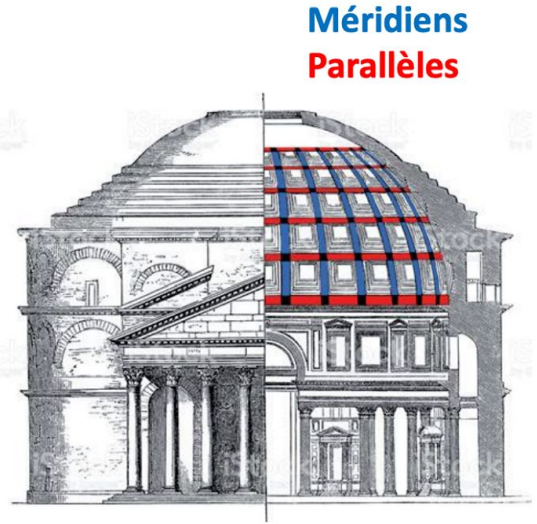
→ Une maquette faite seulement avec les méridiens du dôme nous permettrait d'observer les réponses aux sollicitations et la répartition des efforts.

Qu'est ce qu'un dôme ?

Définition : un **dôme** est une aussi une voûte, mais sa surface est créée par la **rotation** d'un arc autour de son axe central.

Les arcs qui le composes sont les **méridiens** et ils sont reliés entre eux par des **parallèles** : les cercles transversaux horizontaux.





Au cours de nos recherches, nous nous sommes rendues compte que les calculs des forces interférant avec le dôme allaient être très compliquées à calculer. Nous avons pris parti de montrer empiriquement les différents phénomènes, à l'aide de plusieurs maquettes, structurelles ou pleines, nous permettant ainsi d'expliquer le fonctionnement des dômes.

Expérimentations

- **Le dôme en Plâtre**

Afin d'observer le comportement d'un dôme plein, nous avons premièrement effectué des tests sur un dôme en plâtre. Nous avons tracé plusieurs parallèles sur le dôme à plusieurs hauteurs afin d'observer leurs déformations. Or ce dernier cassait plutôt qu'il ne se déformait. Nous avons donc conclu que le plâtre n'était pas la forme adaptée pour nos démonstrations.

Expérimentations

- **Le dôme en mousse**

Afin d'observer le comportement d'un dôme plein, nous avons créé un dôme, à l'aide d'une balle en mousse de moitié que nous avons creusé pour créer un dôme. Nous avons tracé plusieurs parallèles sur le dôme à différentes hauteurs afin d'observer leurs déformations sous l'actions de charges et d'efforts, ponctuels ou répartis.

En appuyant sur le sommet du dôme en mousse, nous pouvons observer que le tracé circulaire bas (Rouge) s'aggrandissait tandis que le tracé haut (Vert) se rétractait.

On en conclut que, sous l'action d'une force ponctuelle en son sommet les paralleles du dôme qui s'en rapprochent, se rétractent, tandis que celle proche de la base s'allongent

➢ Le dôme réticulé en paille

Nous avons construit un dôme,à l'aide de pailles afin de pouvoir observer la structure de celui-ci, soit les méridiens et les parallèles.

1ère Construction:

Nous avons gardé les pailles de même dimensions. Une partie de ces pailles à servis pour créer 3 méridiens, et 2 parallèles. Les pailles étant toutes de même longueur nous avons obtenu la forme d'une cloche et non d'un dôme.

Nous avons donc réduit la longueur des méridiens et des parallèles en fonction de la diminution de la circonférence du dôme.

Nous avons trouvé une constante et une logique soit:

Cercle 1 -> méridiens et parallèles sont égaux à n

Cercle 2 -> méridiens et parallèles sont égaux à 2/3n

Cercle 3 -> méridiens sont égaux à 1/2n

Nous avons testé grâce à différents poids la solidité des méridiens et des parallèles. Tout d'abord nous avons mis un certain nombre de poids sur le haut du dôme, qui a fini par s'effondrer. Puis, nous les avons réparti ce même poids le long des parallèles sans que celui-ci ne s'effondre.

Reportage photographique de la construction des maquettes

Conclusion

A travers nos expériences, nous avons observé que le dôme résistait mieux sous l'action de forces réparties en ses parallèles que sous l'action d'une charge ponctuelle équivalente en son sommet.

Nous avons notamment observé que sous l'action de charges les parallèles en partie basse s'allongeaient (elles subissent de la traction, tandis que les parallèles en partie haut se rétractent (elles subissent de la compression)