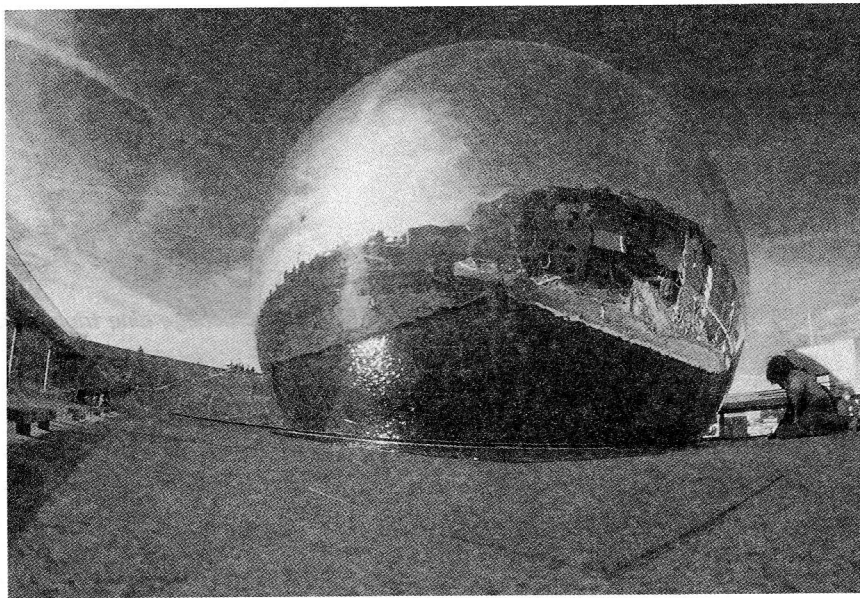


FAITES VOTRE MINI-GEODE

Raoul RABA - Andrésy

- Construisez vous-même la GEODE de la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette*
 - Voici des éléments qui vont vous permettre de réaliser une sphère géodésique.
 - Une MINI GEODE conçue selon le même principe que la GEODE de la Villette, et qui vous permettra de mieux comprendre comment la courbure d'une sphère peut être obtenue à partir de triangles... plans.



- La MINI GEODE est composée de 240 triangles groupés par 4 sur une plaque.

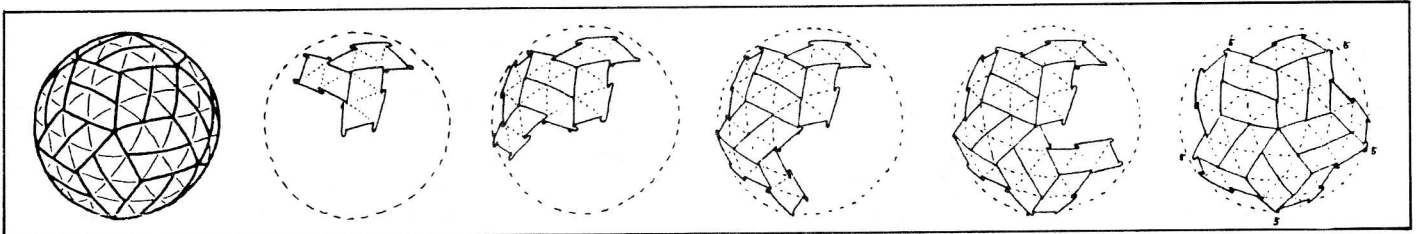
- Nous avons donc 60 plaques qui sont en fait les pièces d'un puzzle sphérique.

- Le montage se réalise sans colle, ni aucun moyen de fixation annexe.

- Il se fait uniquement par accrochage, grâce à la découpe du contour des éléments.

- La logique de ces accrochages vous conduira à effectuer une procédure mathématique et à comprendre, par le biais d'une activité manuelle, les groupes de transformations qui correspondent à ce pavage géodésique de la sphère.

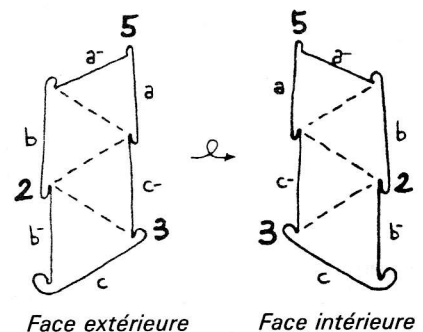
La MINI GEODE et le film du montage des premiers éléments.



Montage de la MINI GEODE

Attention : il faut toujours que les éléments à accrocher montrent la même face et que l'accrochage soit fait du côté de cette face.

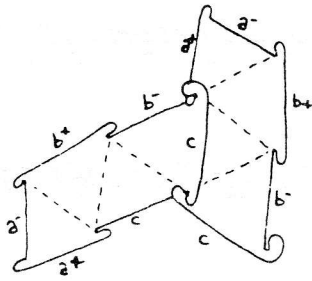
Ici, nous allons toujours faire l'accrochage du côté de la face intérieure et nous allons respecter deux autres règles impératives.



Première règle

On accrochera toujours :

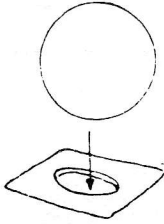
- un bord a+ avec un bord a-
- un bord b+ avec un bord b-
- un bord c+ avec un bord c-



Deuxième règle

On groupera toujours :

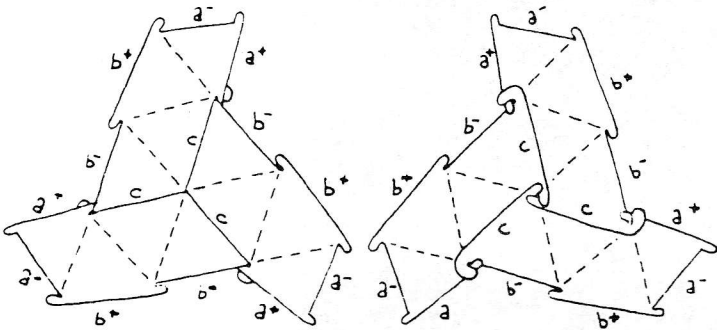
- 3 éléments accrochés ensemble par leurs bords c, autour de l'encoche 3,
- 2 éléments accrochés ensemble par leurs bords b, autour de l'encoche 2,
- 5 éléments accrochés ensemble par leurs bords a, autour de l'encoche 5.



L'emballage est un socle dans le creux duquel vous placerez votre MINI GEODE terminée.

Première tranche des travaux

Montez vingt groupes de trois éléments (triplet)



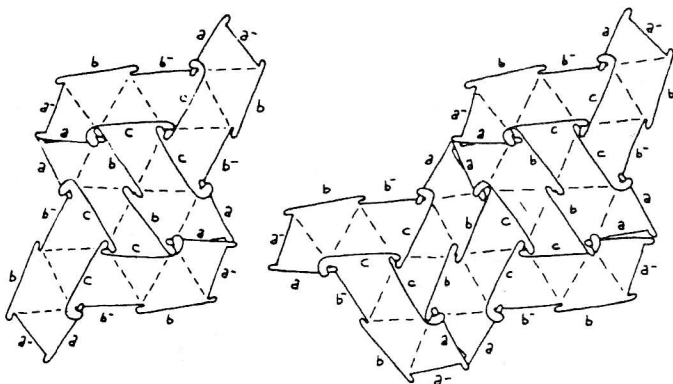
face extérieure

face intérieure

IMPORTANT : au fur et à mesure du montage, il faut bien faire en sorte que la courbure se referme vers l'intérieur.

Deuxième tranche des travaux

Accrochez les triplets les uns aux autres.



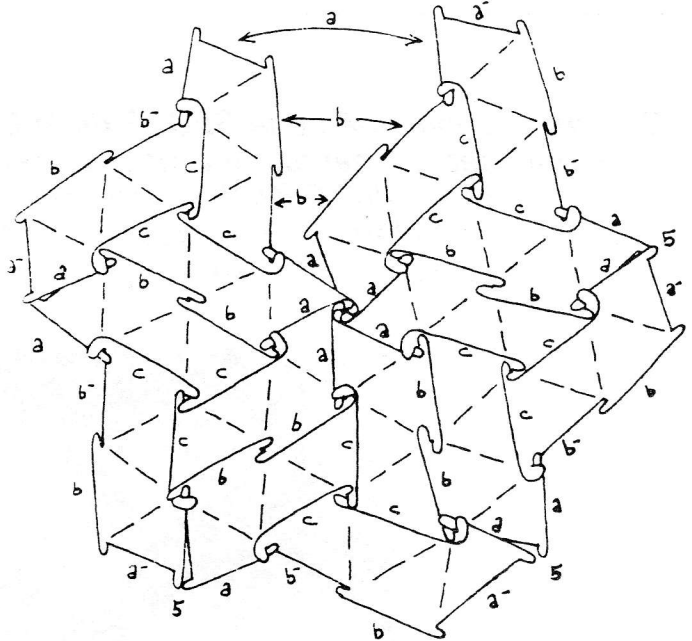
Deux triplets accrochés (face intérieure)

Trois triplets accrochés (face intérieure)

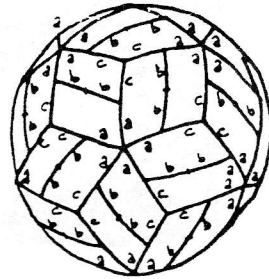
On referme une première calotte pentagonale. Sur le pourtour de cette calotte, il y a des bords a, qui sont déjà groupés par deux; nous allons les compléter pour faire

5, en utilisant nos triplets selon nos règles. Et de la même façon, nous continuerons jusqu'à épuisement des 20 triplets. La MINI GEODE sera alors terminée.

N.B. Pour réaliser facilement l'accrochage, il faut cintrer les éléments au moment de les engager dans les encoches, en opposant les courbures bien entendu. Pour le dernier élément, couper carrément la dernière languette à engager dans un groupe de 5.



Accrochage cinq triplets (face intérieure).



Vue d'ensemble de la MINI GEODE terminée.

Les éléments sont représentés sans leurs divisions en triangles. On voit mieux ainsi comment ils sont positionnés.

Il y a douze accrochages groupant 5 éléments par les bords a, autour d'un point.

Il y a vingt accrochages groupant 3 éléments par les bords c, autour d'un point.

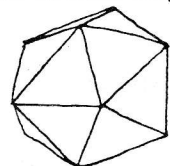
Il y a trente accrochages groupant 2 éléments par les bords b, autour d'un point.

Le polyèdre régulier utilisé a douze sommets d'ordre 5, vingt faces triangulaires et trente arêtes. Oui! C'est l'icosaèdre.

S'il était en caoutchouc et qu'on puisse le gonfler comme un ballon, ce ballon nous ferait penser à la GEODE.

Peut-être bien à cause de cette formule magique :

Douze fois cinq
Vingt fois trois
Trente fois deux



Au fait combien nous a-t-il fallu d'éléments pour construire la MINI GEODE ?

Si vous désirez ce matériel en kit le commander au journal (40 F)



ETRANGE GEODE

Récemment, à la Soirée de Rentrée du Groupe de Paris, j'écoutais les explications lumineuses du camarade CHAMAYOU sur cette géode qu'il engendra, lorsque je remarquais, à côté de moi, un « petit bonhomme vert » qui faisait tout son possible pour passer inaperçu (contrairement d'ailleurs au camarade CHAMAYOU qui, lui, préfère la couleur rouge pour arriver au même résultat).

Je réussis néanmoins à coincer mon petit bonhomme vert (dans un coin, of course, car comment voulez-vous coincer quelqu'un autrement que dans un coin ?).

Il m'avoua que son métier était l'espionnage industriel et qu'il venait de débarquer d'un OVNI. Sa mission était de rapporter sur la géode tous renseignements qui permettraient d'en construire une réplique sur la planète 453B6 où il habitait présentement.

Il me confia son admiration pour cette réalisation du génie centralien, et il ajouta que, pour s'occuper, il avait compté le nombre de plaques triangulaires qui constituaient la peau de l'édifice Chamayen et qu'il en avait trouvé 6 480.

Je lui fis remarquer que ce renseignement me paraissait insuffisant pour reconstituer la géode.

Il me regarda avec le mépris qu'on réserve aux sous-développés intellectuels et consentit à me fournir un renseignement complémentaire : les nœuds d'assemblage des barres étaient uniquement des nœuds à six barres ou à cinq barres.

« Ce qui devrait suffire, me dit-il, si toutefois vous n'êtes pas le dernier des crétiens, pour répondre aux questions suivantes :

1. Combien y a-t-il de nœuds à cinq directions ?
2. Combien y a-t-il de nœuds à six directions ?
3. Combien y a-t-il de barres de jonction entre nœuds ? ».

Devant la complexité du problème (une seule donnée pour trois inconnues), je déclarai forfait.

Quel piston astucieux viendra à mon secours ? ■

Léonhardt EULER

P.c.c. : Charles DUBIN

*Extrait du journal des Arts et Métiers
Arts et Manufactures - N° 383 - Janvier 1987*

PLATON ET LA GEODE

Comment construire la Géode ? Comment construire une sphère de 36 mètres de diamètre qui puisse résister à des vents de 70 kilomètres/heure, à des variations de températures importantes...

L'idée la plus simple consisterait à envisager, dans l'espace, un grand nombre de points à la même distance du centre et formant un solide à faces toutes égales et à côtés tous égaux.

Malheureusement, on sait depuis 2 000 ans au moins (depuis Platon !) que ce n'est pas possible. Les seuls solides qui répondent à cette définition sont les 5 solides platoniciens : le cube, le tétraèdre, le dodécaèdre, l'octaèdre et l'icosaèdre.

L'architecte américain BUCKMINSTER FULLER a cependant trouvé, vers 1940, une solution architecturale pour construire une telle sphère ; c'est cette solution qui a été reprise et améliorée ici.

On considère l'icosaèdre formé de 20 faces égales à un même triangle équilatéral ; on divise chaque face en 100 triangles égaux.

Sur cette immense toile d'araignée on applique une structure secondaire constituée de "triangles" pleins et bombés. Pour ce faire, les 2 000 triangles plats obtenus après la division de l'icosaèdre sont projetés, sommet après sommet, afin de réaliser une sphère

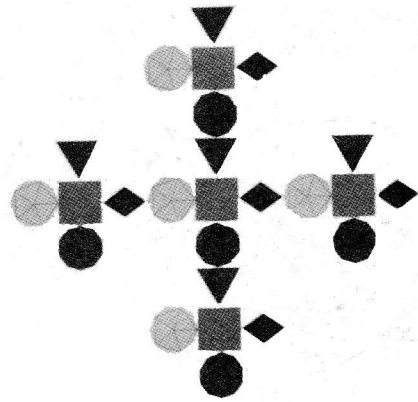
Il suffit alors, pour obtenir la sphère définitive, d'appliquer ces triangles de tôle pleins et bombés sur la structure primaire.

Les triangles de tôle de la peau extérieure (structure secondaire : quelques millimètres d'épaisseur, un mètre de côté environ) sont courbés par emboutissage (comme une carrosserie de voiture).

Notons enfin que cette construction d'un gigantesque mécano (appelé maillage) est aussi utilisée dans d'autres techniques d'aujourd'hui (calcul par éléments finis).

Dans les années 1889 l'ingénieur EIFFEL travaillait déjà en collaboration avec un spécialiste de géométrie, Monsieur BRICART. Superbe mariage de la science, de la technique et de l'architecture, souhaitons alors à la Géode le succès de la Tour Eiffel.

Jean-Michel KANTOR
Paris VII.



SOLUTION DU PROBLEME DE LA GEODE

Ce n'est pas par hasard que nous avons attribué ce problème, à titre posthume, à Léonhardt EULER, car c'est un théorème de ce célèbre géomètre qui va nous mettre sur la voie :

« Dans un polyèdre convexe le nombre de faces augmenté du nombre de sommets est égal au nombre d'arêtes augmenté de 2. »

Ici les faces du polyèdre sont les plaques triangulaires au nombre de T :

- les sommets du polyèdre sont les nœuds N de jonction au nombre de N,
- les arêtes sont les barres B de jonction entre N.

$$\text{Donc : } N + T = B + 2.$$

D'autre part l'inventaire des barres considérées comme appartenant chacune à deux triangles différents nous donne la relation :

$$2 B = 3 T$$

De même l'inventaire des barres appartenant aux nœuds à cinq ou à six directions nous donne la relation :

$$5 N_5 - 6 N_6 = 2 B$$

avec évidemment la relation

$$N_5 + N_6 = N$$

Et en éliminant N₆ on trouve cette étonnante propriété qui dit que, quel que soit le nombre de N₆ (nœuds à 6 directions) :

$$N_5 = 12$$

D'autre part la loi $2B = 3T$ nous donne :

$$B = 9\,720$$

et par conséquent

$$N_6 = B + 2 - 12 - T = 3\,230.$$