

Présentation de l'activité :

Bulles de savon

L'animateur mêle liquide savonneux et formes géométriques diverses afin d'étudier des problèmes de géométrie dans l'espace, de surfaces minimales etc.

Mise en place de l'activité

Matériel :

- une cuvette ou un seau de 30 cm de profondeur
- une bouteille de liquide vaisselle
- un kit ZOME (assemblage de polyèdres) -- on peut voir le site : <http://www.zometool.com/> où on peut d'ailleurs voir quelques photos de bulles et des conseils pour cette activité : <http://www.zometool.com/edu-bubbles.html>
- facultatif : chaîne fine longueur 20 cm au moins, pailles.

Installation : table assez élevée pour que les élèves voient bien, ceux-ci étant assis en demi-cercle.

Préparation : remplir la cuvette d'eau puis y ajouter du liquide vaisselle en testant que la formation de paroi d'eau savonneuse sur une forme (carré..) a bien lieu sans problème.

Déroulement de l'activité

L'activité va se dérouler sous forme de questions-réponses illustrées à l'aide du liquide savonneux et des formes géométriques.

- Question: Que se passe-t-il si on trempe un cercle dans de l'eau savonneuse? Réponse: La surface définie par le film de savon colle exactement au cercle et est complètement plane, i.e. elle ne fait ni bosses ni creux, et ce parce qu'elle va chercher à être de surface minimale.
 - Question: Que faut-il faire pour obtenir une bulle? Réponse: Envoyer de l'air...
 - Question: De quelle forme est-elle? Réponse: C'est une sphère.
 - Question: Que va-t-il se passer si on trempe un triangle ou un carré (polygones)? Et quand on souffle? Réponse: Quelle que soit la forme de départ le liquide colle au contour et la bulle obtenue après avoir soufflé est une sphère.
- Explication:
C'est ce qui demande le moins de dépense d'énergie à la nature. Or minimiser l'énergie dans le cas des bulles de savon revient à minimiser la surface qui contient le volume de la bulle. Et les mathématiciens ont pu

démontrer que dans ce cas la surface minimale est bien la sphère.

On s'intéresse ensuite à des formes géométriques dans l'espace. A l'aide des barres bleues et rouges on construit un tétraèdre, à l'aide des barres bleues un cube.

On trempe une face de ce tétraèdre dans le liquide.

•Question: Que se passe-t-il si on trempe le tétraèdre complet dans le liquide? Réponse: La surface minimale est constituée de six triangles isocèles de base chacune des six arêtes et de sommet commun l'isobarycentre du tétraèdre.

•Question: Que se passe-t-il si on trempe le cube complet dans le liquide? Réponse: La surface minimale fait apparaître un carré centré sur l'isobarycentre du cube (de direction l'un des trois plans du cube : possibilité de passer d'une des trois configurations à une autre en agitant le cube) et des faces partant des douze arêtes du cube et joignant ce carré, soit par un sommet soit par un coté.

Ensuite avec une paille : on peut créer une bulle suspendue au milieu du cube ou du tétraèdre, puis en faire augmenter la taille jusqu'à occuper les faces du polyèdre. On remarque alors que la bulle suspendue à l'intérieur n'est pas une sphère.

•Question: Comment est-ce possible alors qu'on a dit que toutes les bulles sont des sphères?

Réponse:

Lorsqu'il s'accroche sur un support, le film de savon peut prendre plein d'autres formes... mais pas n'importe lesquelles. Elles vérifient toujours des propriétés mathématiques étonnantes (nombre d'auto-intersections, angles...), qui suscitent aujourd'hui encore des recherches actives, tant de la part des mathématiciens que des physiciens.

On peut construire d'autres polyèdres intéressants avec ZOME : deux triangles ABC et A'B'C' reliés par des montants perpendiculaires reliant les sommets (AA', BB', CC') mais aussi les milieux des cotés. La surface minimale fait apparaître un « hexagone » au milieu du polyèdre. De même on peut construire des prismes, des cubes déformés (barres rouges), double S à angles droits faisant apparaître une surface en S courbe.

Lors de ces manipulations, il faut insister sur la notion de surface minimum liée à la tension qu'exerce l'eau savonneuse. La chaîne permet de montrer la déformation que cette tension fait subir à la courbe de la chaîne par rapport à sa position au repos (courbe en V au lieu de la courbe en U). On peut aussi souder deux surfaces planes (par exemple définies par deux carrés que l'on rapproche) puis les éloigner de façon à faire apparaître un vide central, d'où un « tube » reliant les deux polyèdres.

Variantes suivant le niveau

•En maternelle :

notion de fermé/ouvert. Simplifier l'exposé puis insister sur la notion de

surface fermée pour effectivement obtenir une « bulle ». Ensuite répartir le matériel entre les enfants (compter trois adultes pour une classe complète) pour leur faire essayer l'assemblage de polyèdres fermés. Ceux qui y parviennent ont la récompense de venir tremper leur création dans l'eau savonneuse.

- En primaire :

géométrie, nombres, symétries. Insister sur la description géométrique des formes : noms, comptage des faces, des arêtes, symétrie des polyèdres et des solutions trouvées par le film savonneux. Noter le fait que le croisement de 6 surfaces planes est localement le même dans tous les cas.

- Collège-Lycées :

idem. Mentionner en dimension 2 le problème de plus court chemin pour relier trois villes par un réseau routier (créer un carrefour de façon que les trois routes partant vers les trois villes font entre elles des angles de 120°).

- Lycées Terminale S :

calculs de minima. Démontrer la propriété ci-dessus à l'aide de propriétés des ellipses (propriétés des foyers par rapport aux tangentes et par rapport à la somme des distances).