

Description de l'activité

Bulles

Niveaux concernés : école élémentaire.

Effectif : classe entière.

Durée de l'atelier : environ 45 minutes (mais on peut adapter à tout format).

Matériel à prévoir :

- une cuvette ou un seau de 30 cm de profondeur ;
- une bouteille de liquide vaisselle (idéalement du Dreft, en vente en grande surface en Belgique) ;
- un kit ZOME (assemblage de polyèdres qui était disponible chez didacto), ou des "connecteurs souples" chez www.celda.fr, ou des piques à brochettes et de la patafix ou de la pâte à modeler, ou encore des pailles et de la ficelle (plus long!) ; pour un prêt du kit sur Paris, contacter : diffusion@math.univ-paris-diderot.fr.
- facultatif : une paille.

Liens rapides. [Idée de scénario en cycle 2](#) | [Idée de scénario en cycle 3](#)

Préparation. Remplir la cuvette ou le seau avec de l'eau puis ajouter suffisamment de liquide vaisselle pour que le film d'eau savonneuse sur une forme carrée se forme sans problème (s'il s'agit de DREFT, il y a besoin de

mettre moins de produit que si c'est un autre liquide vaisselle). Attention à verser le liquide vaisselle dans l'eau et non l'inverse car **il ne faut pas faire de mousse**. Il faut poser la cuvette ou le seau sur une table suffisamment élevée pour que tous les élèves voient bien. Préparer toutes les formes avant l'activité, à savoir un triangle, un rectangle, un carré, un losange, une forme composée de deux arêtes solides reliées deux à deux par de la ficelle, un tétraèdre, un cube et deux hexagones (ou autres polygones, l'important est que ces deux derniers doivent être identiques et suffisamment grands pour y passer la main). Avec le kit zome, le tétraèdre se fait avec 3 bâtons rouges et trois bleus, le cube uniquement avec des bleus. On peut aussi donner à chaque enfant le matériel nécessaire pour fabriquer une forme particulière et lui demander ce qu'il peut fabriquer avec.

Objectif. Révision ou découverte du vocabulaire de géométrie : formes fermées/ouvertes (pour les plus jeunes), polygones (qu'est-ce qu'un triangle, rectangle, carré, losange, quadrilatère, polygone, éventuellement équilatéral, isocèle...), parallèle, solides (faces, sommets, arêtes), notion de surfaces minimales.

Explication de l'activité. Lorsqu'on plonge une forme dans l'eau savonneuse, elle en ressortira avec un film de savon en contact avec toutes les arêtes et qui "prendra le moins de place possible", c'est-à-dire un film dont la surface est minimale. Si la forme est un polygone, alors le film forme naturellement un morceau de plan à l'intérieur, mais si la forme est en 3 dimensions, alors les choses deviennent plus compliquées et intéressantes.

Déroulement de l'activité avec les élèves. L'activité va se dérouler sous forme de questions-réponses illustrées à l'aide des formes géométriques plongées dans l'eau savonneuse. Nous vous proposons ici deux scénarios, pour des

élèves de cycle 2 et 3 respectivement, que vous pouvez adapter librement.

Idée de scénario en cycle 2.

Question. Que se passe-t-il si on trempe la main dans l'eau et qu'on la ressort

Réponse. La main est mouillée, rien d'extraordinaire.

Question. Et maintenant ? *Plonger la main dans l'eau en formant une sorte de cercle avec le pouce et l'index.*

Réponse. Il s'est formé une sorte de vitre d'eau savonneuse. La surface définie par le film de savon colle exactement au cercle et est parfaitement plane, elle ne fait ni bosses ni creux.

Il est possible qu'à ce moment, les enfants répondent qu'il se forme une bulle, ce qui n'est pas le cas. Leur demander alors ce qu'il faut pour faire une bulle outre l'eau savonneuse - de l'air - et si l'on peut trouver de l'air dans le seau, la réponse est non.

Question. Pourquoi ne s'est-il rien produit la première fois et pourquoi l'eau savonneuse s'est-elle accrochée aux doigts la deuxième fois ?

Réponse. La vitre d'eau savonneuse ne peut se former que parce que le cercle est une forme fermée.

Prendre un triangle, demander à un enfant de dire combien il a de côtés et de sommets.

Question. Que va-t-il se passer si on trempe le triangle ? Pourquoi ?

Réponse. Le film se forme exactement comme pour la main car le triangle est une forme fermée. *Bouger le film légèrement de haut en bas de façon à ce que le film se bombe de part et d'autre du triangle puis rede-vienne plan lorsqu'il est immobile de nouveau.* Lorsqu'on bouge, le film se déforme en suivant mes mouvements, mais lorsque je m'arrête, il reprend naturellement une forme plane.

Prendre le rectangle, demander à un enfant de dire combien il a de

côtés et de sommets. Faire dire aux enfants que les côtés opposés sont parallèles deux à deux. Pour les plus jeunes, on peut introduire le mot "parallèle" de la façon suivante : mettre le rectangle grands côtés verticalement, demander d'imaginer que les deux grands côtés se prolongent tout droit, en crevant le plafond et le plancher ; vont-ils se croiser un jour ? Faire le parallèle - c'est le cas de le dire - avec les skis du skieur qui ne sont pas croisés pour ne pas tomber, mais qui sont "parallèles". On peut aussi faire remarquer que le rectangle a des angles droits pour ceux qui connaissent la notion.

Question. Que va-t-il se passer si on trempe le rectangle ? Pourquoi ?

Réponse. La vitre d'eau savonneuse se forme car le rectangle est une forme fermée. *Bouger le film légèrement de haut en bas de façon à ce que le film se bombe de part et d'autre du rectangle puis redevienne plan lorsqu'il est immobile de nouveau. Si le rectangle est assez grand, le "trampoline" est plus impressionnant cette fois.*

Question. Pouvez-vous penser à quelque chose d'autre dont la forme et la taille peuvent varier, mais qui reprend sa forme droite et sa taille lorsqu'on ne le perturbe pas ?

Réponse. Un élastique tendu entre deux points.

Question. Pour quelle raison, la vitre d'eau savonneuse redevient-elle toute plate quand on arrête de secouer le rectangle ? *On peut faire le parallèle avec le chemin le plus court pour aller d'un point à un autre. L'eau savonneuse est "paresseuse", elle veut dépenser le moins d'énergie possible, c'est-à-dire pour elle prendre le moins de place possible. La façon de prendre le moins de place possible en touchant les quatre côtés du rectangle est d'aller "tout droit". Prendre la forme faite de deux arêtes et deux ficelles.*

Question. Une vitre d'eau savonneuse va-t-elle se former si je plonge "ça" dans le seau ?

Réponse. Oui car même si la forme n'est pas solide, elle est fermée. Le film de savon s'accroche bien dessus, et si je le garde plat, il reste plat comme pour le rectangle ; si en revanche je le déforme et le tords – *déformer l'objet de manière à ce que les deux arêtes solides ne soient plus du tout contenues dans un même plan* – le film de savon change et cherche toujours à prendre la forme qui, accrochée au contour, prend le moins de place possible (*a une surface minimale*).

On peut faire de même avec le carré et le losange, puis demander, ou apprendre aux enfants que le carré, le losange et le rectangle appartiennent à la famille des quadrilatères, puis que si on rajoute le triangle, il faut un autre nom, il s'agit de la famille des polygones. Ensuite, on passe aux "formes en volume".

Prendre le tétraèdre et le montrer. Demander aux enfants ce que c'est. Pour les plus petits, on parlera plutôt de pyramide, on pourra mettre en évidence la différence avec la pyramide égyptienne qui est à base carrée. Faire compter le nombre de faces en forme de triangles, le nombre de sommets et le nombre d'arêtes aux enfants.

Question. Que se passe-t-il si on trempe la pyramide/tétraèdre dans le seau ?

Réponse. La surface (minimale) est constituée de six triangles (isocèles) de base chacune des six arêtes et ayant un sommet commun (*l'isobarycentre du tétraèdre*).

Pour qu'un film vienne se former sur chaque face de la pyramide, il faudrait que d'une manière ou d'une autre de l'air vienne se mettre à l'intérieur de la pyramide. *Proposer de faire une bulle.*

Question. Que faut-il faire pour obtenir une bulle ?

Réponse. Souffler, envoyer de l'air.

Question. Où va-t-on trouver de l'air ?

Réponse. Dans nos poumons.

Question. De quelle forme sont les bulles que l'on fait habituellement ?

Réponse. Elles ont la forme d'une sphère (*ou d'une boule pour les plus jeunes, ce peut être l'occasion d'introduire ce mot*), car c'est ce qui demande le moins d'énergie. Or dépenser le moins d'énergie possible dans le cas des bulles revient à prendre le moins de place possible pour entourer la bulle. Vous démontrerez plus tard que la surface la plus petite qui entoure un volume donné est bien la sphère.

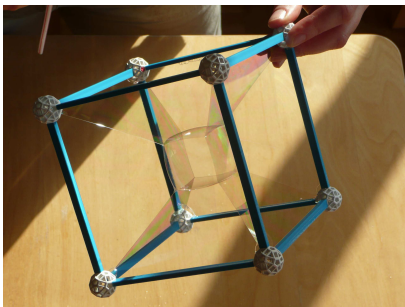
Prendre la paille, tremper l'extrémité dans l'eau savonneuse puis la placer au centre du tétraèdre et souffler doucement. Une bulle en forme de tétraèdre déformé va se former à l'intersection des films de savon. Une bulle se forme et on voit qu'elle a la forme d'une pyramide avec les arêtes courbées. La faire grossir jusqu'à ce qu'elle atteigne les sommets du tétraèdre et forme donc un film de savon sur chaque face. On peut même continuer à souffler pour s'amuser. Si on retire l'air, le film va reprendre sa place précédente qui était bien la surface la plus petite en contact avec chaque arête de la pyramide. Toujours avec la paille dont l'extrémité a été trempée dans l'eau savonneuse avant, on aspire l'air à l'intérieur du tétraèdre doucement jusqu'à ce que la bulle disparaisse et que l'on revienne à la surface minimale du début.



Prendre le cube et le montrer. Faire compter le nombre de faces carrées, le nombre de sommets, voire le nombre d'arêtes.

Question. Que se passe-t-il si on trempe le cube dans le liquide ?

Réponse. On voit apparaître un petit carré (légèrement bombé) au centre du cube, et des faces partant des douze arêtes du cube et joignant soit un sommet soit une arête du petit carré. Le petit carré peut prendre trois directions possibles. *En bougeant le cube pas trop brusquement dans l'une des trois directions définies par le cube, modifier l'orientation du carré central, ce peut être l'occasion de revoir les notions de verticale/horizontale.* On peut mettre une bulle au centre comme pour la pyramide. *Procéder comme pour le tétraèdre. Cette fois-ci la bulle au centre a une forme de cube aux arêtes courbées.*



Idée de scénario en cycle 3.

Question. Que se passe-t-il si on trempe la main dans l'eau et qu'on la ressort ? *Plonger la main dans le seau les doigts écartés, puis la ressortir une fois que les enfants ont répondu.*

Réponse. La main est mouillée, rien d'extraordinaire.

Question. Et maintenant ? *Plonger la main dans l'eau en formant une sorte de cercle avec le pouce et l'index.*

Réponse. Il s'est formé une sorte de vitre d'eau savonneuse. La surface définie par le film de savon colle exactement au cercle et est parfaitement plane, elle ne fait ni bosses ni creux.

Il est possible qu'à ce moment, les enfants répondent qu'il se forme une bulle, ce qui n'est pas le cas. Leur demander alors ce qu'il faut pour faire une bulle outre l'eau savonneuse - de l'air - et si l'on peut trouver de l'air dans le seau, la réponse est non.

Question. Pourquoi ne s'est-il rien produit la première fois et pourquoi l'eau savonneuse s'est-elle accrochée aux doigts la deuxième fois ?

Réponse. La vitre d'eau savonneuse ne peut se former que parce que le cercle est une forme fermée.

*Prendre un triangle et le plonger dans le seau. On peut à ce moment, réviser les noms des différents types de triangles, en insistant par exemple sur l'étymologie *equi* = pareil, *latère* = côté.*

Question. Que va-t-il se passer si on trempe le triangle ? Pourquoi ?

Réponse. Le film se forme exactement comme pour la main car le triangle est une forme fermée. *Bouger le film légèrement de haut en bas de façon à ce que le film se bombe de part et d'autre du triangle puis redevenue plan lorsqu'il est immobile de nouveau.* Lorsqu'on bouge, le film se déforme en suivant mes mouvements, mais lorsque je m'arrête, il reprend naturellement une forme plane.

Prendre le rectangle. Demander aux enfants d'énoncer les propriétés du rectangle que l'on constate, et les écrire au tableau : 4 côtés, 4 sommets, 4 angles droits, côtés opposés parallèles deux à deux. Leur demander si une forme qui possède ces propriétés est un rectangle ; réponse : oui.

Question. Que va-t-il se passer si on trempe le rectangle ? Pourquoi ?

Réponse. La vitre d'eau savonneuse se forme car le rectangle est une forme fermée. *Bouger le film légèrement de haut en bas de façon à ce que le film se bombe de part et d'autre du rectangle puis redevienne plan lorsqu'il est immobile de nouveau. Si le rectangle est assez grand, le "trampoline" est plus impressionnant cette fois.*

Question. Pouvez-vous penser à quelque chose d'autre dont la forme et la taille peuvent varier, mais qui reprend sa forme droite et sa taille minimale lorsqu'on ne le perturbe pas ?

Réponse. Un élastique tendu entre deux points.

Question. Pour quelle raison, la vitre d'eau savonneuse redevient-elle toute plate quand on arrête de secouer le rectangle ? *On peut faire le parallèle avec le chemin le plus court pour aller d'un point à un autre. L'eau savonneuse est "paresseuse", elle veut dépenser le moins d'énergie possible, c'est-à-dire pour elle prendre le moins de place possible. La façon de prendre le moins de place possible en touchant les quatre côtés du rectangle est d'aller "tout droit". Prendre la forme faite de deux arêtes et deux ficelles.*

Question. Une vitre d'eau savonneuse va-t-elle se former si je plonge "ça" dans le seau ?

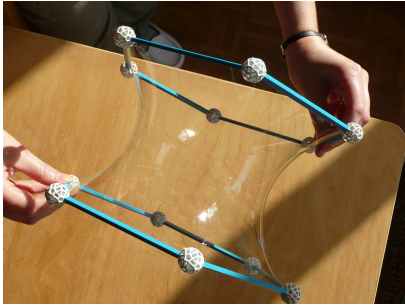
Réponse. Oui car même si la forme n'est pas solide, elle est fermée. Le film de savon s'accroche bien dessus, et si je le garde plat, il reste plat comme pour le rectangle ; si en revanche je le déforme et le tords – *déformer la forme de manière à ce que les deux arêtes solides ne soient plus du tout contenues dans un même plan* – le film de savon change et cherche toujours à prendre la forme qui, accrochée au contour, prend le moins de place possible (a une surface minimale).

On peut faire de même avec le carré, en particulier en demandant aux enfants si le carré est un rectangle. La réponse qui vient est souvent "non". Vérifier alors que le carré satisfait aux propriétés caractéristiques du rectangle écrites au tableau : le carré est un rectangle qui a quelque chose de plus, à savoir des côtés de même longueur. On pourra alors demander aux enfants dans quelle famille on met le carré, le rectangle, le losange (la famille des quadrilatères, quadri = 4), puis quel est le nom de la famille si on rajoute le triangle (la famille des polygones, cette fois, l'étymologie est grecque, de poly = plusieurs, gona = angle). Choisir un élève pour un coup de main si vous êtes seul et prendre les deux hexagones. Au passage, on peut revenir sur hexa = 6, gona = angle.

Question. Si je plonge ces deux hexagones proches l'un de l'autre, presque collés dans le seau, que va-t-il se passer ? *Plonger les deux hexagones dans le seau en en tenant un dans chaque main, de manière à ce qu'ils soient presque collés, et, à leur sortie, les écarter un petit peu et demander à l'élève ou à un partenaire de briser avec un doigt sec le film central qui se sera formé de manière à ce qu'il ne reste que le film qui va du contour d'un hexagone au contour de l'autre et qu'on puisse même passer la main au travers des hexagones sans briser aucun film.*

Réponse. La surface la plus petite que peut réaliser le film de savon en étant en contact avec les deux hexagones est celle d'un tube déformé allant de l'un à l'autre (*en fait une caténoïde*), mais si je les écarte un peu, ce tube se rétrécit, et si je les écarte encore – *les écarter très doucement jusqu'à ce que le film de savon rompe le tube et vienne se déposer à l'intérieur des deux hexagones* – alors à partir d'un certain écart, la surface minimale devient égale à la réunion des surfaces des hexagones. Le moment où la sur-

face change de forme était justement le moment où la surface du tube était exactement égale à la somme des surfaces des deux hexagones.



Ensuite, on passe aux "formes en volume".

Prendre le tétraèdre et le montrer. Faire compter le nombre de faces en forme de triangles, le nombre de sommets et le nombre d'arêtes aux enfants. Demander aux enfants s'ils savent ce que c'est. Introduire le nom de tétraèdre, par exemple à partir de l'étymologie grecque : tétra = quatre, édra = face.

Question. Que se passe-t-il si on trempe le tétraèdre dans le seau ?

Réponse. La surface minimale est constituée de six triangles isocèles de base chacune des six arêtes et ayant un sommet commun (*l'isobarycentre du tétraèdre*).

Pour qu'un film vienne se former sur chaque face du tétraèdre, il faudrait que d'une manière ou d'une autre de l'air vienne se mettre à l'intérieur du tétraèdre. Proposer de faire une bulle.

Question. Que faut-il faire pour obtenir une bulle ?

Réponse. Souffler, envoyer de l'air.

Question. Où va-t-on trouver de l'air ?

Réponse. Dans nos poumons.

Question. De quelle forme sont les bulles que l'on fait habituellement ?

Réponse. Elles ont la forme d'une sphère car c'est ce qui demande le moins d'énergie. Or dépenser le moins d'énergie possible dans le cas des bulles re-

vient à prendre le moins de place possible pour entourer la bulle. Vous démontrerez plus tard que la surface la plus petite qui entoure un volume donné est bien la sphère.

Prendre la paille, tremper l'extrémité dans l'eau savonneuse puis la placer au centre du tétraèdre et souffler doucement, une bulle en forme de tétraèdre déformé va se former à l'intersection des films de savon. Une bulle se forme et on voit qu'elle a la forme d'un tétraèdre avec les arêtes courbées. La faire grossir jusqu'à ce qu'elle atteigne les sommets du tétraèdre et forme donc un film de savon sur chaque face. On peut même continuer à souffler pour s'amuser. Si on retire l'air, le film va reprendre sa place précédente qui était bien la surface la plus petite en contact avec chaque arête du tétraèdre. Toujours avec la paille dont l'extrémité a été trempée dans l'eau savonneuse avant, on aspire l'air à l'intérieur du tétraèdre doucement jusqu'à ce que la bulle disparaisse et que l'on revienne à la surface minimale du début.

Prendre le cube et le montrer. Faire compter le nombre de faces carrées, le nombre de sommets, et le nombre d'arêtes.

Question. Que se passe-t-il si on trempe le cube dans le liquide ?

Réponse. On voit apparaître un petit carré (légèrement bombé) au centre du cube et des faces partant des douze arêtes du cube et joignant soit un sommet soit une arête du petit carré. Le petit carré peut prendre trois directions possibles. *En bougeant le cube pas trop brusquement dans l'une des trois directions définies par le cube, modifier l'orientation du carré central.* On peut mettre une bulle au centre comme pour le tétraèdre. *Procéder comme pour le tétraèdre, cette fois-ci la bulle au centre a une forme de cube aux arêtes courbées.*

Réactions des élèves. Les élèves ont souvent plein d'éléments de réponses à apporter, certains plus corrects que d'autres. Il faut tout écouter et répondre avec des questions lorsque que ce qu'ils disent est absurde. Par exemple, très souvent avant de sortir le tétraèdre de l'eau, lorsqu'on leur demande ce qu'il va se passer, ils disent que le film va se mettre sur chaque face triangulaire (ceci est aussi valable pour beaucoup d'adultes d'ailleurs). À ceux-là, il faut demander ce qu'il y a aura à l'intérieur du tétraèdre, car le seau ne contient que de l'eau savonneuse. Différentes hypothèses se forment. Les réponses obtenues sont en général, de l'air (mais il n'y a pas d'air dans le seau), de l'eau (difficile d'imaginer un tétraèdre d'eau en l'air), voire du vide ou du "rien" (qui n'existe pas seul sur terre). On peut même user de sondages pour voir où le cœur penche, et on finit par dire "plongeons-le, nous verrons bien". Les enfants voudront souvent se lever pour mieux voir. Il faut donc parfois emporter le résultat des immersions faire le tour de la classe pour qu'ils voient bien et au moins toujours le tenir bien haut et le montrer sous différents angles pour bien l'exposer.

Ensemble des fiches disponibles sur :

<https://www.math.univ-paris-diderot.fr/diffusion/fiches>

Pour toute question, remarque ou retour d'expérience, contacter :

diffusion@math.univ-paris-diderot.fr