

ACTIVITÉ FAMILIALE

LE POUVOIR DU VERRE

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- **Identifier** les propriétés matérielles du verre.
- **Appliquer** ces connaissances à la conception d'une structure en verre.
- **Concevoir** et **créer** un morceau de faux verre en sucre.
- **Évaluer** leur conception du verre en le testant dans une gamme variée de conditions.

IMAGINEZ...

Vous vous trouvez dans un ascenseur qui s'élanche sans effort dans le ciel. Vous avez l'impression de voler, mais l'ascenseur est un espace fermé, et vous n'arrivez pas à voir jusqu'à quelle hauteur vous allez monter au-dessus des bâtiments de Manhattan. Après une minute exaltante, il s'arrête. Les portes s'ouvrent, et vous restez bouche bée devant la vue. Les parois de la plateforme d'observation extérieure Edge sont entièrement faites de verre, et une vue à 360 ° de la ligne d'horizon de New York s'offre donc à vous. Vous vous promenez sur la plateforme et mettez le pied sur un panneau de verre transparent au milieu du sol. Vous avez l'impression de flotter au-dessus des rues bouillonnantes d'activité en-dessous, en état d'apesanteur totale. Pour finir, vous vous dirigez vers la pointe de la plateforme d'observation. Vous imaginez vous être débarrassés de la gravité. Vous vous trouvez au sommet d'un triangle dont les parois de verre s'ouvrent vers le ciel, ce qui vous permet de vous pencher, et d'admirer les vues imprenables qui vous entourent alors que vous flottez au-dessus de la ville. C'est le frisson que procure la visite d'Edge !

QUESTION D'ORIENTATION

De quelles façons des architectes et ingénieurs qui ont conçu Edge ont-ils utilisé le verre pour construire un gratte-ciel aussi fiable, magnifique et durable ?

APERÇU DE L'ACTIVITÉ

Dans le cadre de cette activité, les familles pourront s'instruire sur l'un des matériaux communs les plus extraordinaires : le verre. Elles exploreront comment le verre est produit de façon naturelle dans l'environnement, obtiendront des informations sur le verre spécial qui a été utilisé dans la construction d'Edge, et fabriqueront leur propre prototype de panneau de verre avec du sucre. Elles feront ensuite toute une série de tests pour voir dans quelle mesure leur panneau de verre présente les propriétés physiques du verre : transparence, résistance thermique, résistance chimique, et résistance aux cassures.

REACH FOR THE SKY

MATÉRIEL NÉCESSAIRE¹

- papier quadrillé
- crayon à papier
- craie grasse
- papier ciré ou sulfurisé
- ciseaux
- 1 tasse d'eau
- 3 ½ tasses de sucre blanc granulé
- ½ tasse de sirop d'érable allégé
- ¼ cuillère à café de bitartrate de potassium
- plaque de cuisson à bords relevés
- thermomètre de cuisine
- spatule
- huile en aérosol
- papier aluminium
- pailles ou brochettes en bois
- fiche de travail **Tester**
- vaporisateur d'eau rempli
- bougie et allumettes ou briquet

¹ Recette adaptée de <https://www.wikihow.com/Make-Sugar-Glass>

INSTRUCTIONS

PHASE 1 : RECHERCHE ET CONCEPTION

1. Qu'est-ce que le verre ?^{2,3,4}
 - a. Vous en voyez partout, mais vous êtes-vous jamais demandé d'où il venait ? C'est un matériau miracle. Regardez chez vous, vous en verrez sans doute dans toutes les pièces. Vous verrez du verre dans les endroits prévisibles (comme les fenêtres, les porte-photos, et les bouteilles), mais aussi dans des endroits imprévus. (Le verre est utilisé pour fabriquer les câbles en fibre optique qui nous permettent d'accéder à Internet, et il y a probablement chez vous de la fibre de verre, ou polyester renforcé de fibres de verre utilisé comme isolant.
 - b. Fait surprenant, le verre est un matériau difficile à définir. On connaît actuellement plus de 350 000 types de verre, et chacun d'eux a une recette unique. Les recettes les plus simples font appel à du sable (dioxyde de silicium), de la chaux et de la soude. Du fait que ces ingrédients sont chauffés et rapidement refroidis, ils n'ont pas le temps de former un motif régulier ; c'est ce qui confère au verre sa transparence.⁵
 - c. Croyez-vous que le verre est simplement un matériau synthétique, c'est-à-dire, fabriqué par l'homme ? Eh bien non ! Il existe du verre naturel, qui se forme lorsque des roches à teneur élevée en silice sont chauffées et rapidement refroidies. Du verre volcanique se forme lorsque du magma se refroidit rapidement en s'écoulant d'un volcan. L'obsidienne, qui est du verre volcanique, était utilisée par les premiers humains pour fabriquer des outils.
 - d. L'homme a reconnu la valeur du verre très tôt et y a recours depuis des millénaires. Il est fort possible que des humains aient fabriqué du verre pour la première fois il y a environ 4 000 ans en Mésopotamie.⁶ Le verre était fabriqué à des fins pratiques et spirituelles.
2. Quelles sont les propriétés du verre ?
 - a. Le verre se définit et se distingue par quatre propriétés.
 - i. Transparence : on voit à travers le verre.
 - ii. Résistance thermique : il peut supporter des températures élevées.
 - iii. Résistance physique/aux cassures : il peut être rendu extraordinairement fort par le processus de trempage.
 - iv. Résistance chimique : il est utilisé dans de nombreux produits car il ne se corrode pas et ne se dissout pas facilement.

² <https://cen.acs.org/articles/95/i47/s-glass-modern-day-researchers.html>

³ <https://www.glassallianceurope.eu/en/what-is-glass#:~:text=Glass%20is%20made%20from%20natural,temperature%20it%20be-haves%20like%20solids>

⁴ <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

⁵ <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2018/04/humankinds-most-important-material/557315/>

⁶ <https://www.cmog.org/article/origins-glassmaking>

3. Quel est l'élément qui distingue Edge de toutes les autres plateformes d'observation de New York ?
 - a. Le verre ! Edge vous offre une expérience unique et des vues à 360 ° **parce que** vous êtes entourés de verre.
 - i. Les parois de verre inclinées permettent aux visiteurs de se pencher par-dessus Edge !
 - ii. Le sol en verre les fascine car il leur permet de se tenir à 100 étages au-dessus des rues bouillonnantes d'activité de New York.
 - iii. La pointe Est, où les panneaux de verre se rencontrent, procure une sensation d'apesanteur totale.
 - b. La base d'Edge a 15 sections individuelles raccordées aux murs Est et Sud du bâtiment. La section la plus fiable de l'ensemble de la plateforme est l'endroit où se trouve le sol en verre !
4. Puis-je fabriquer du verre chez moi dans ma cuisine ?
 - a. Bien sûr ! À l'aide de quelques ingrédients de cuisine courants, vous pouvez fabriquer du faux verre en sucre chez vous. Ce type de verre est fréquemment utilisé dans les films pour les cascades car il est peu coûteux et réaliste !
5. Comment puis-je en fabriquer ?
 - a. Suivez la recette ci-dessous pour fabriquer votre panneau de verre. Puis voyez comment il réagit lorsque vous lui faites subir une série de quatre tests conçus pour révéler ses propriétés physiques. À mesure que vous fabriquez et testez votre panneau de verre, vous suivrez un processus appelé « cycle de conception technique ». Il s'agit d'une série d'étapes que les ingénieurs et les scientifiques suivent pour développer de nouveaux produits. Le cycle de conception technique consiste en ce qui suit :
 - i. Recherche et conception
 - ii. Prototype
 - iii. Tests
 - iv. Réfléchir
 - v. Perfectionnement
6. Je suis prêt à me lancer dans les premières étapes du processus de conception technique : rechercher et concevoir. Que dois-je faire ?
 - a. Recherche
 - i. C'est là que tout commence. La recherche implique l'obtention d'informations contextuelles afin de pouvoir démarrer le processus de conception, en sachant à quoi servira votre produit et comment. Vous devez établir deux choses pour savoir par où commencer : les critères et les contraintes. Les critères sont les spécifications auxquelles votre produit devra se conformer. Les contraintes sont les limitations auxquelles vous devez adhérer lors de la construction de votre produit. Vous trouverez ci-dessous les critères et contraintes pour votre panneau de verre :

1. Critères : Le panneau doit résister aux quatre tests suivants :
 - a. Vous devez voir à travers lorsque vous le tenez devant une lumière.
 - b. Il ne doit ni se fissurer ni se casser lorsque vous tapez dessus.
 - c. Il ne doit pas complètement fondre lorsque vous vaporisez de l'eau dessus.
 - d. Il ne doit pas complètement fondre lorsque vous le tenez au-dessus d'une petite flamme.
2. Contraintes :
 - a. la fabrication de votre verre doit suivre la recette fournie.
 - b. Votre panneau de verre doit tenir sur une plaque de cuisson.
 - c. Vous pouvez utiliser des articles de cuisine courants, comme des pailles ou des brochettes en bois, pour renforcer votre verre.
 - d. Vous pouvez choisir la forme de votre panneau de verre.
 - e. Votre panneau de verre ne peut pas utiliser des renforts en métal ; il ne peut pas non plus être renforcé avec de la colle ou d'autres substances chimiques.

b. Concevoir

- i. Dessinez votre modèle de panneau de verre sur du papier quadrillé.
- ii. Tracez-le sur du papier ciré ou sulfurisé avec une craie grasse. Découpez le traçage sur le papier et placez-le sur la plaque de cuisson.
- iii. Utilisez le papier aluminium pour créer une délimitation qui aidera votre panneau de verre à garder sa forme pendant qu'il refroidit.
- iv. Une fois que vous êtes satisfait de votre forme, préparez-vous à faire votre mélange de verre.

PHASE 2 : PROTOTYPE

1. J'ai fini de rechercher et concevoir la forme de mon panneau. Dois-je passer à la création du prototype ?
 - a. Oui ! Il est maintenant temps de créer votre mélange de verre. Suivez les instructions ci-dessous :
 - i. Commencez par vaporiser votre plaque de cuisson/moule en aluminium avec l'huile en aérosol pour empêcher le sucre de coller.
 - ii. Versez le sucre, l'eau, le sirop d'érable et le bitartrate de potassium dans une casserole. Faites bouillir le mélange à feu moyen en remuant constamment. Assurez-vous que la température ne soit pas trop élevée pour ne pas caraméliser ou brûler le mélange.
 - iii. À mesure qu'il chauffe, il passera de l'opaque au transparent. Vous saurez qu'il a commencé à bouillir quand de la mousse se formera sur le dessus.
 - iv. Mettez le thermomètre à bonbons dans la casserole. Maintenez à faible ébullition jusqu'à ce que le mélange atteigne 300 degrés. (Soyez patients, cela peut prendre plus d'une heure !)

- v. Une fois le mélange à 300 degrés, versez-le avec précaution sur la plaque de cuisson. Soyez très prudents, il est extrêmement chaud !
 - vi. Mettez la plaque sur une surface dure et laissez le mélange refroidir pendant environ une heure. Lorsqu'il commence à refroidir, vous pouvez y ajouter des renforts, comme des brochettes en bois ou des pailles, pour mettre en valeur votre verre.
 - vii. Une fois que le mélange a refroidi, passez un couteau sous l'eau chaude et faites-le glisser lentement entre le bord du mélange et le moule. Cela vous aidera à séparer votre panneau de verre de la plaque. Lorsque le panneau est libéré, retournez la plaque pour que le panneau se retrouve dans votre main.
- b. Regardez, vous avez fabriqué un panneau de verre ! À l'étape suivante, nous allons étudier sa résistance lors d'une série de tests.

PHASE 3 : TESTS

1. Consignez vos hypothèses concernant la résistance de votre verre lors d'une série de tests sur la fiche de travail Tester.
2. Utilisez-la pour évaluer dans quelle mesure votre structure de verre réagit à une série de contraintes.
3. Menez chacun des quatre tests et consignez vos observations sur la fiche de travail.
4. Examinez les résultats de chaque test. Quelles sont les hypothèses qui se sont vérifiées ? Qu'est-ce qui vous a surpris ? Consignez-le dans le tableau figurant sur votre fiche de travail Tester.

PHASE 4 : RÉFLÉCHIR

1. De quelles façons votre verre a-t-il réagi aux tests ?
2. Quelles modifications apporteriez-vous à votre prototype ?

PHASE 5 : PERFECTIONNEMENT

1. Imaginez que vous devez concevoir plusieurs panneaux de verre qui s'assemblent. De quelles façons cela affecterait-il votre modèle ?
2. Pensez à toutes les façons dont nous utilisons le verre au quotidien : pour cuisiner, pour fabriquer des câbles en fibre optique, pour assurer notre sécurité dans les voitures et avions, et pour construire nos villes. De quelles façons les propriétés du verre le rend-il tellement utile à toutes ces fins très différentes ?
3. En famille, regardez la sortie scolaire virtuelle [The Future is Now](#) (Le futur, c'est maintenant) et allez visiter Edge at Hudson Yards en personne. Au cours de votre visite, regardez toutes les différentes façons dont le verre a été utilisé. Arrêtez-vous et observez les différentes structures de verre, et appréciez comment un matériau tellement ancien est encore utilisé dans la construction d'un des bâtiments les plus modernes et les plus durables au monde ! La science et l'ingénierie nous aident à imaginer un futur plus attrayant et plus durable. De quelles façons pouvons-nous exploiter le pouvoir de la science pour favoriser l'innovation dans le monde qui nous entoure ?

NORMES NATIONALES

Normes en science de la prochaine génération (Next Generation Science Standards, NGSS)

MS-ETS1-3.

Analyser les données de tests pour déterminer les similitudes et les différences entre plusieurs solutions pour identifier les meilleures caractéristiques de chacune, à combiner en une nouvelle solution pour mieux répondre aux critères de réussite.

MS-PS1-3.

Rassembler et organiser des informations pour expliquer que les matières synthétiques proviennent de ressources naturelles et ont un impact sur la société. [Clarification : l'accent est mis sur les ressources naturelles qui subissent une transformation chimique pour former la matière synthétique. Des exemples de nouvelles matières peuvent inclure de nouveaux médicaments, denrées alimentaires et carburants alternatifs.] [*Limite de l'évaluation : L'évaluation est limitée aux informations qualitatives.*]

INSTRUCTIONS

1. Une fois votre morceau de verre terminé, posez une hypothèse sur sa réaction lors de chacun des quatre tests ci-dessous. Consignez vos hypothèses dans les colonnes correspondantes du tableau.
2. Une fois vos hypothèses consignées, réalisez chacun des quatre tests. À mesure que vous menez les tests, consignez vos observations dans le tableau.
3. Une fois les quatre tests terminés, identifiez les similitudes et les différences entre vos hypothèses et les résultats réels des tests. Remarquez les résultats inattendus !

	Hypothèse	Observations pendant les tests	Similitudes/ différences entre hypothèse et test
<p>TRANSPARENCE</p> <p>Test 1 : Tenez votre panneau de verre devant une lumière. Pouvez-vous voir à travers ?</p>			
<p>RÉSISTANCE PHYSIQUE</p> <p>Test 2 : Tenez votre panneau de verre d'une main et tapez légèrement le devant du panneau avec votre autre main. Se fissure-t-il ou se casse-t-il ?</p>			
<p>RÉSISTANCE CHIMIQUE</p> <p>Test 3 : Vaporisez votre panneau de verre cinq fois à grande eau avec votre vaporisateur d'eau. Fond-il ?</p>			
<p>RÉSISTANCE THERMIQUE</p> <p>Test 4 : Tenez votre panneau de verre à environ 25,5 à 30,5 cm au-dessus de la flamme d'une bougie ou d'un briquet. Maintenez-le pendant 30 secondes. Fond-il ?</p>			