

AUX ORIGINES DU VERRE...

Le verre existe dans la nature depuis des millénaires. L'obsidienne, une pierre très prisée durant la Préhistoire, résulte de l'impact des météorites sur la Terre, de l'action de la foudre sur la roche mais surtout de l'activité des volcans.

UNE PIERRE VOLCANIQUE

Les laves acides issues des éruptions volcaniques ont une teneur en silice très élevée (plus de 70 %) et une forte viscosité qui limite la cristallisation. En refroidissant, ces laves peuvent ne pas cristalliser du tout. Il en résulte alors **des coulées dont la structure est totalement vitreuse, les obsidiennes**.

CARTE D'IDENTITÉ

► Selon Pline l'Ancien, « obsidienne » viendrait d'Obsius, personnage de la Rome antique qui l'aurait découverte en Éthiopie. Mais des linguistes l'attribuent au latin *obsidio* qui veut dire « cerné », en référence aux cernes des cassures de l'obsidienne.

► Elle apparaît opaque du fait de son épaisseur mais, en réalité, elle est **transparente**.



► Elle est le plus souvent noire ou grise, mais peut aussi avoir des reflets vert foncé, violets, jaunes, bruns ou argentés (effet appelé « arc-en-ciel des obsidiennes »).

► Les obsidiennes sont le plus souvent datées du **Pliocène** (2 à 4 millions d'années).

► **Les coulées les plus connues** se trouvent dans l'île Lipari (Italie), dans les îles Canaries, en Islande (Landmannalaugar), aux États-Unis (parc de Yellowstone). En France, on trouve de l'obsidienne dans le Massif central (Cantal).

BON À SAVOIR

Le verre est une matière dite « **amorphe** » : Les atomes qui le composent sont distribués de manière désordonnée, comme dans un liquide. Un matériau original qui combine les propriétés des liquides et des solides.

EN SAVOIR +

Sur les laves acides :

- Les différents types de laves
<https://lesvolcansdumonde.blog4ever.com/les-differents-types-de-lave>
- Obsidienne / bordure figée : une obsidienne n'est pas une lave refroidie rapidement
<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/obsidienne.xml>

Sur les échanges d'obsidienne au cours de la Préhistoire :

- La Préhistoire du Yémen : travail et circulation de l'obsidienne
<https://archeologie.culture.fr/yemen/fr/travail-et-circulation-obsidienne>
- Récents acquis sur la circulation préhistorique de l'obsidienne en Corse
https://www.persee.fr/docAsPDF/bspf_0249-7638_2006_num_103_1_13396.pdf

L'OBSIDIENNE PRÉHISTORIQUE

Très dure et relativement facile à tailler, l'obsidienne était utilisée comme le silex pour **la fabrication de tranchants d'armes et d'outils** (grattoirs, ustensiles de découpe...) au cours de la Préhistoire.

Ses reflets colorés en faisaient aussi un matériau très apprécié pour créer des **bijoux**.

Au Néolithique, **l'obsidienne est un marqueur des échanges** entre les communautés. Elle fait l'objet d'une diffusion à travers un réseau important, sur de longues distances, entre les sites insulaires (Sardaigne, Lipari) et le continent, mais aussi dans d'autres zones, par exemple entre les régions du Yémen, la péninsule arabique et l'Afrique de l'Est.

LA LÉGENDE DE LA FABRICATION DU VERRE

La légende raconte que 3 500 ans avant Jésus-Christ, en voulant faire cuire leurs repas sur la plage, des marins phéniciens posèrent leurs marmites sur des blocs de natron (un minéral : une sorte de carbonate de sodium).

Sous la chaleur du feu, le natron entra en fusion et se mélangea au sable. Un liquide transparent se mit alors à couler : le verre.



AUX ORIGINES DU VERRE...

CORRIGÉ DES EXERCICES

FRANÇAIS ► Manipuler les temps du récit et la conjugaison et écrire de manière fluide

**RÉCRIS LE TEXTE DE LA LÉGENDE,
COMME SI C'ÉTAIT LES MARINS QUI RACONTAIENT L'HISTOIRE.**

Pour cela, emploie la première personne du pluriel et le passé composé.

.....
3 500 ans avant Jésus-Christ, nous avons voulu faire cuire notre repas sur
la plage et nous avons posé nos marmites sur des blocs de natron (un minéral :
une sorte de carbonate de sodium).
Sous la chaleur du feu, le natron a fondu et s'est mélangé au sable de la plage.
Un liquide transparent s'est mis alors à couler : le verre.
.....

LA LONGUE HISTOIRE DU VERRE

Le verre est étroitement lié à l'histoire du monde et aux techniques. À la fois commun et moderne, il a connu d'incroyables évolutions dans sa composition, ses formes et ses applications.

ANTIQUITÉ : NAISSANCE DU VERRE ET PREMIÈRES INVENTIONS

► 3 000 avant Jésus-Christ :

les premiers objets artisanaux en verre (perles, colliers, petites statuettes) apparaissent en Égypte, Mésopotamie et Syrie.



► 1 500 avant Jésus-Christ :

les Égyptiens fabriquent les premiers récipients en verre creux pour les huiles et onguents. Le verre se répand, mais reste une matière première précieuse.

► 100 avant Jésus-Christ : un artisan syrien invente la canne, un tube permettant de « cueillir » le verre en fusion et de le souffler. Il est désormais possible de fabriquer des verres à parois minces et de créer des formes variées.



► 100 après Jésus-Christ : le verre est un objet commun dans le monde romain. Il devient plus transparent et plus incolore. Apparaissent également les premiers verres « plats » pour fermer les fenêtres.



MOYEN ÂGE : LE TEMPS DES VITRAUX

► 10^e siècle : c'est le début de l'art du vitrail, du verre plat coloré habillant les églises et cathédrales. L'ajout de chaux à la composition du verre le rend

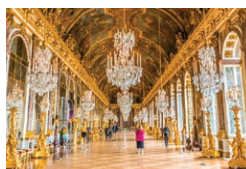
plus stable et moins altérable.

► Du 13^e au 15^e siècle : En 1330, Philippe de Cacqueray invente les feuilles planes (« plats de verre ») et crée la première verrerie à vitres à Bézu-la-Forêt, dans l'Eure : la verrerie royale de la Haye.

Les artisans verriers de Murano, près de Venise, mettent au point le cristallo, un verre ne présentant quasiment pas de coloration. Leurs productions de verre et de miroirs vont dominer l'Europe jusqu'au 16^e siècle. À cette époque sont également fabriquées les premières lunettes pour la correction de la vision.

TEMPS MODERNES : LES PREMIÈRES MANUFACTURES

► 15^e siècle : considérable avancée de la production et de la consommation verrières, dans les derniers tiers du siècle, tant en verre creux qu'en verre plat, en particulier dans les centres urbains. L'introduction en France « des verres faits à Venise », du « verre cristallin » crée un véritable engouement chez les princes et influence la production française de verre creux.



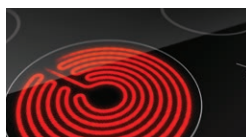
► 1665 : sous Louis XIV, Colbert crée la Manufacture royale des glaces dans le village de Saint-Gobain. Lucas de Nehou y met au point le procédé de coulage en table du verre.

ÉPOQUE CONTEMPORAINE : L'INDUSTRIALISATION ET LES INNOVATIONS

► Fin 17^e siècle - début 18^e siècle : la production d'objets en verre s'industrialise à petite échelle. Le verre au plomb, appelé « cristal », est découvert en Angleterre.

► 19^e siècle : Siemens innove avec le four à bassin continu.

► De 1900 à 1965 : la machine à fabriquer des bouteilles automatique est inventée en 1903, le verre borosilicate en 1915, la fibre de verre et la laine de verre sont brevetées dans les années 1930, les premières vitrocéramiques sont mises au point ainsi que les panneaux solaires (1955) et l'invention du procédé float (verre flotté), en 1964, devient la base de l'industrie de production de verre plat à grande échelle.



► À partir de 1965 : de nombreuses innovations permettent le développement du verre dans le bâtiment et la communication. Les fibres optiques sont mises au point vers la fin des années 1960. En France, l'année 1974 marque le début de la collecte du verre d'emballage en vue de son recyclage, et la fin du 20^e siècle voit apparaître le vitrage intelligent.

► 2022 : l'ONU met le verre à l'honneur, en déclarant 2022 « Année internationale du verre ».

LA LONGUE HISTOIRE DU VERRE

EN SAVOIR +

Sur les découvertes, inventions et innovations sur le verre creux, le verre plat et les matériaux :

https://www.verreonline.fr/v_gene/hist_00.php

<https://madparis.fr/chronologie-du-verre>

<https://www.vetropack.com/fr/le-verre/histoire-du-verre/>

Sur l'histoire du vitrail :

<https://www.centre-vitrail.org/fr/musee-du-vitrail/une-histoire-de-vitrail/>

<https://www.centre-vitrail.org/fr/musee-du-vitrail/la-technique-du-vitrail/le-verre-plat-fabrication-et-histoire-des-techniques/>

Sur l'histoire de la Manufacture royale des glaces :

<https://www.saint-gobain.com/fr/groupe/notre-histoire>

Sur le verre à la Renaissance :

<https://histoirebnf.hypotheses.org/1301>

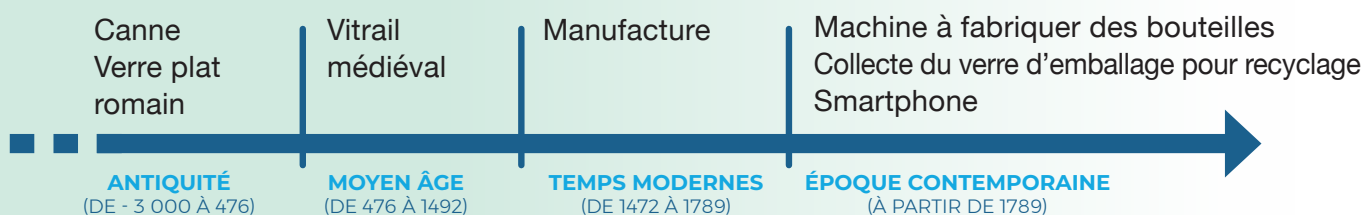
Sur le verre et le design du 19^e au 21^e siècle :

<http://sabf.fr/hist/arti/sabf192.php>

CORRIGÉ DES EXERCICES

EMC-HISTOIRE ► Ordonner des faits les uns par rapport aux autres et les situer dans une époque

PLACE CES 7 INVENTIONS AU BON ENDROIT DANS LA FRISE CHRONOLOGIQUE.



DU SABLE AU VERRE :

LES ÉTAPES DE LA FABRICATION

Beaucoup de silice, des minéraux et un peu d'additifs, le tout monté en température : la recette du verre n'a pas changé depuis l'Antiquité ! Voici comment il est fabriqué...

LA COMPOSITION

Pour fabriquer du verre, il faut réunir des matières premières dans certaines proportions, chacune ayant sa fonction dans le processus.



► **Silice** (sable fin très pur)
et/ou **calcin** (morceaux de verre à recycler)
RÔLE > Vitrifiant



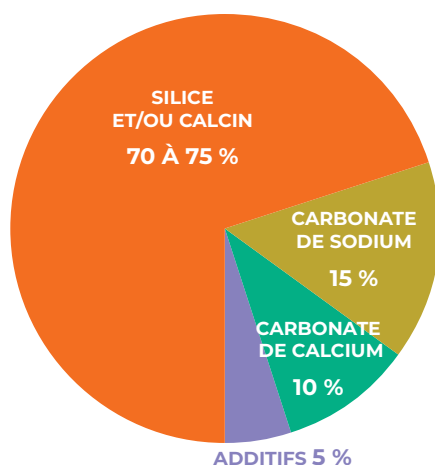
► Carbonate de sodium
RÔLE > Fondant



► Carbonate de calcium
RÔLE > Stabilisant



► **Additifs divers**
(alumine, magnésie...)
**RÔLE > Affinant / Colorant /
Décolorant...** (selon l'additif)



LES ÉTAPES

1 PRÉPARATION DES INGRÉDIENTS

Les matières premières sont pesées et mélangées pour obtenir un amalgame homogène.

2 FUSION

Le mélange est déversé dans un four composé d'une cuve en matériaux réfractaires. Il est progressivement monté en température jusqu'à 1 400 °C, pendant environ 24 à 48 h. Les constituants fondent et se combinent pour former du verre, liquide et brûlant.

3 AFFINAGE ET HOMOGÉNÉISATION

Le verre en fusion contient des bulles de gaz. Il est monté en température jusqu'à 1 550 °C pour diminuer sa viscosité et ainsi favoriser la remontée des bulles en surface et leur élimination.

4 CONDITIONNEMENT THERMIQUE

La température est lentement abaissée jusqu'à 1 000-1 200 °C pour augmenter la viscosité du verre et ainsi permettre sa mise en forme.

BON À SAVOIR

La plus ancienne recette du verre figure sur les tablettes d'argile de la bibliothèque du roi assyrien Assurbanipal (669 à 627 avant Jésus-Christ). Il est dit : « Prends 60 parties de sable, 180 parties de cendre d'algues, 5 parties de craie, et tu obtiendras du verre. »

EN CHIFFRES

Une cinquantaine de sites industriels de fabrication de verre en France

La France est le 2^e producteur européen de verre

EN SAVOIR +

Sur la fabrication du verre :

<https://www.vgi-fiv.be/le-verre/du-sable-au-verre/>

Sur la composition, les matières premières et la fusion du verre :

<http://www.verreonline.fr/encyclopedie/doc/fabri1-Pajean.pdf>

DU SABLE AU VERRE :

LES ÉTAPES DE LA FABRICATION

CORRIGÉ DES EXERCICES

MATHÉMATIQUES ► Utiliser les 4 opérations

RÉSOUS CHACUN DES CALCULS.

PUIS COMPLÈTE CHAQUE
PHRASE AVEC LE RÉSULTAT
QUE TU AS TROUVÉ.

Il t'indiquera l'importance de l'ingrédient
dans la recette du verre.

QUEL INGRÉDIENT EST LE
PLUS IMPORTANT ? le sable
LEQUEL EST LE MOINS
IMPORTANT ? les additifs

SABLE

$$(24 - 9) + (5 \times 11) = 15 + 55 = 70$$

► Il représente 70 grammes
pour 100 grammes d'ingrédients.

CARBONATE DE CALCIUM

$$(9 \times 6) - (2 \times 12) - 20 =$$
$$54 - 24 - 20 = 10$$

► Il représente 10 grammes
pour 100 grammes d'ingrédients.

CARBONATE DE SODIUM

$$(2 \times 5) + (12 / 4) + (41 - 39) =$$
$$10 + 3 + 2 = 15$$

► Il représente 15 grammes
pour 100 grammes d'ingrédients.

ADDITIFS

$$64 + 33 - 92 = 97 - 92 = 5$$

► Ils représentent 5 grammes
pour 100 grammes d'ingrédients.

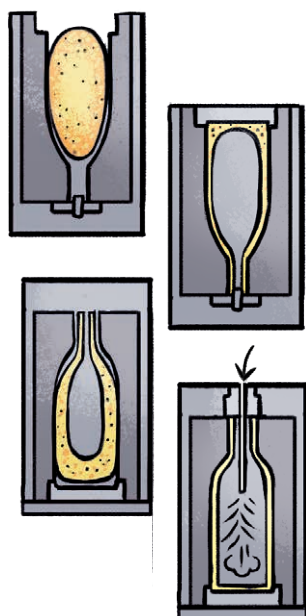
DU VERRE AUX OBJETS

LES SECRETS DE LA TRANSFORMATION

À sa sortie du four, le verre en fusion est soumis à plusieurs étapes de transformation pour arriver au produit fini, dont la qualité est rigoureusement contrôlée.

LA MISE EN FORME À CHAUD

• **Le verre creux** (pots, flacons, bouteilles...) est formé par pressage, soufflage ou combinaison des deux.

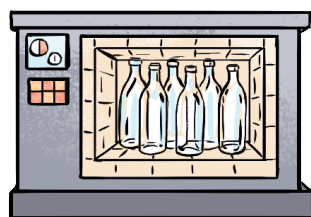


► Le verre en fusion est distribué automatiquement dans un moule.

► Pour les pots et flacons de parfum, il est préformé par pressage.

Pour les bouteilles, il est préformé par soufflage pour creuser le verre et créer le goulot.

► Dans les deux cas, la préforme est ensuite démoulée et transférée encore molle vers un autre moule dans lequel elle est réchauffée et soufflée pour produire la forme définitive.



LA RECUISON

En sortie de chaîne de fabrication, la température du produit formé avoisine les 650 °C.

Pour éviter la casse ou les fissures dans le verre, liées à un refroidissement trop rapide après sa montée en chauffe, la température est abaissée lentement et de manière contrôlée dans un four spécial (pièces artistiques), dans une arche de recuison (verre d'emballage).

• **Le verre plat** (vitres, pare-brise...) est principalement fabriqué selon la technique du float.

► Du verre est coulé dans un long moule contenant de l'étain fondu. La feuille de verre, d'une épaisseur de 2 à 15 mm, circule ensuite sur des rouleaux dans un tunnel dans lequel elle est refroidie jusqu'à 50 °C, une étenderie.



• **La fibre de verre**, qui entre dans la composition des coques de bateau, des pales d'éoliennes ou des skateboards, est obtenue par centrifugation d'un filet de verre (en bobine ou fil coupé).

BON À SAVOIR

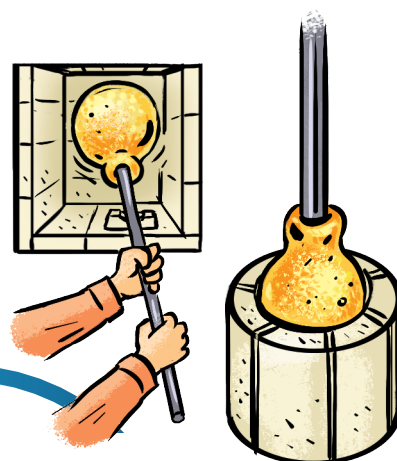
Certains produits peuvent faire l'objet d'étapes complémentaires telles que :

- La taille (verres et vases en cristal, par exemple)
- La découpe (vitres de bâtiment et automobile)
- La décoration selon différentes techniques comme le marquage à chaud (transfert de papier métallisé), la sérigraphie (encres appliquées en passes pour créer des décors plats ou en relief), le sablage (projection de grains de sable), le dépolissage (immersion dans un bain d'acide pour un aspect dépoli total ou partiel), le laquage...

LE CONTRÔLE QUALITÉ

Différents tests sont pratiqués sur la matière mise en forme afin de garantir la qualité du produit fini : compression, aspect, dimensions...

FOCUS SUR



LA CRÉATION ARTISANALE

L'artisan verrier plonge une tige en métal, appelée canne, dans le four rempli de verre en fusion pour « cueillir » un peu de verre. Il souffle dans la canne pour ébaucher la forme désirée.

Cette ébauche est ensuite introduite dans un moule où, grâce à un nouveau soufflage, elle acquiert sa forme définitive. Il travaille ensuite sa réalisation avec une pince pour lui donner une forme de vase, de verre, de flacon... Après cette mise en forme, les objets sont recuits, contrôlés, coupés, taillés (motifs), décorés...

DU VERRE AUX OBJETS

LES SECRETS DE LA TRANSFORMATION

EN SAVOIR +

Sur la fabrication du verre creux :

<http://www.verreonline.fr/encyclopedie/doc/fabri2-Pajean.pdf>

Sur la technique du float :

<https://www.riouflatglass.com/procede-float.html>

Sur la fabrication et la mise en forme des verres courants :

<http://www.verreonline.fr/junior/pdf/vfab2a.pdf>

Sur la fabrication du verre artisanal et industriel :

C'est pas sorcier : Le verre dans tous ses états

<https://www.youtube.com/watch?v=ww6QJNi0n4c&t=1190s>

CORRIGÉ DES EXERCICES

FRANÇAIS ► Reconstituer correctement un texte pour qu'il soit compréhensible

COMPLÈTE LE TEXTE AVEC LES MOTS QUI MANQUENT.

FORME VERRE SOUFFLE MOULE PINCES ARTISAN SOLIDE FOUR CANNE

Théo est **artisan** verrier. Aujourd'hui, il va fabriquer un **verre**. Pour commencer, il plonge une **canne** en métal dans le **four** rempli de verre en fusion. Il en sort une boule qu'il place dans un moule. Il **souffle** dans sa tige : le verre se plaque contre les parois du **moule** et prend sa **forme**. Avec des **pincés**, il écarte l'ouverture du verre pour former les bords.

Puis il met le verre au four toute une nuit pour qu'il soit bien **solide**.

Demain, il fera un joli vase !

DE FABULEUSES PROPRIÉTÉS

Témoign de l'ingéniosité des hommes, le verre possède de multiples qualités. Ce matériau à la fois simple et sophistiqué fait l'objet de recherches continues pour les améliorer.

LES PROPRIÉTÉS DU VERRE



- Résistant à la compression
- Résistant aux chocs thermiques (froid et chaleur)
- Faible dilatation : ne gonfle pas, ne rétrécit pas.
- Isolant thermique, phonique (sous la forme de vitrage, de fibres ou laine de verre) et électrique (du fait de sa mauvaise conduction)



INALTÉRABLE



- Ne rouille pas, ne se putréfie pas, n'est pas attaqué par les champignons
- Ne se décolore pas
- Ne prend pas d'odeurs

IMPERMÉABLE



- ▶ Résistant à presque toutes les substances chimiques
- ▶ N'absorbe pas d'humidité et n'en dégage pas
- ▶ Ne modifie pas ce qu'il contient

ESTHÉTIQUE



Le verre est déclinable sous toutes les formes, transparent, pouvant être coloré et décoré. Sa plasticité convient à tous les styles et inspire artistes, artisans et industriels verriers pour des créations uniques ou des produits design et fonctionnels.

SIMPLE D'UTILISATION



Le verre est facile à mettre en forme,
à nettoyer, à stériliser, à remplacer,
à réutiliser, à recycler...

LES PRINCIPAUX TYPES DE VERRES

Il existe plusieurs types de verres industriels, selon leur composition.

► LES 2 PRINCIPALES CATÉGORIES SONT :

- **Le verre sodocalcique**

C'est le plus courant. Composé à 70 % de silice et plus sensible aux variations de température, il entre dans la plupart des fabrications de verre à usage alimentaire et de verre plat (double vitrage, verre feuilleté...) et également de verres pharmaceutiques.

- **Le verre borosilicate**

Composé à 80 % de silice et de bore, il se caractérise par un faible coefficient de dilatation, ce qui le rend résistant aux chocs de températures. Il est utilisé pour les plats de cuisson, le matériel de laboratoire et les produits pharmaceutiques injectables.

EN SAVOIR +

Sur les différents types de verres industriels :

<https://infovitrail.com/index.php/fr/le-verre/321-les-differents-types-de-verre>

<http://www.primeverre.com/tout-sur-le-verre/proprietes/>

CORRIGÉ DES EXERCICES

FRANÇAIS ► Enrichir son vocabulaire
et orthographier correctement les mots

COMPLÈTE CETTE GRILLE À L'AIDE DES DÉFINITIONS POUR TROUVER LE MOT MYSTÈRE.

Un indice : Le verre permet de l'atténuer.

- 1 Ne laisse pas passer l'eau.
- 2 Elle possède un pare-brise conçu pour être peu dangereux lorsqu'il se casse.
- 3 Le verre la laisse passer.
- 4 Le verre conserve parfaitement bien ces produits très fragiles.
- 5 Cette qualité du verre est synonyme de solide.

1	I	M	P	E	R	M	E	A	B	L	E	
2		V	O	I	T	U	R	E				
3						L	U	M	I	E	R	E
4					A	L	I	M	E	N	T	S
5			R	E	S	I	S	T	A	N	T	

DU VERRE...

TOUT AUTOUR DE NOUS !

En extérieur ou en intérieur, le verre est partout dans notre quotidien. Il emballa, habille, structure ou protège, à travers un large spectre d'applications dans différents secteurs d'activités.

LES DIFFÉRENTS SECTEURS VERRIERS

► Le verre d'emballage

Il regroupe les producteurs de bouteilles, pots et flacons pour l'agroalimentaire, les cosmétiques, les parfums et la pharmacie. Il représente la majorité de la demande et dépend fortement du marché des boissons.

► Le verre plat

Il alimente les marchés du bâtiment (fenêtres, portes, vérandas, Abribus...) et des transports (retroviseurs, pare-brise, fenêtres, tableaux de bord, hublots...).

BON À SAVOIR

Les pare-brise sont fabriqués en verre feuilleté : des couches de verre intercalées avec des feuilles de plastique. En cas de choc, ils se fissurent mais n'éclatent pas en petits morceaux, ce qui réduit les risques de blessures.

► Les arts de la table

Ce secteur concerne la vaisselle (verres, saladiers, plats de cuisson...) et réunit de nombreux acteurs et métiers, de l'atelier artisanal à la production industrielle.

► Les objets de décoration

Vases, luminaires, lustres, coupes, figurines... : de nombreux objets sont en verre ou en cristal, un verre très pur contenant des oxydes qui se distingue par son éclat et sa limpidité. La production est le plus souvent réalisée à la main, caractéristique d'un savoir-faire et de gestes inscrits au patrimoine culturel immatériel français.

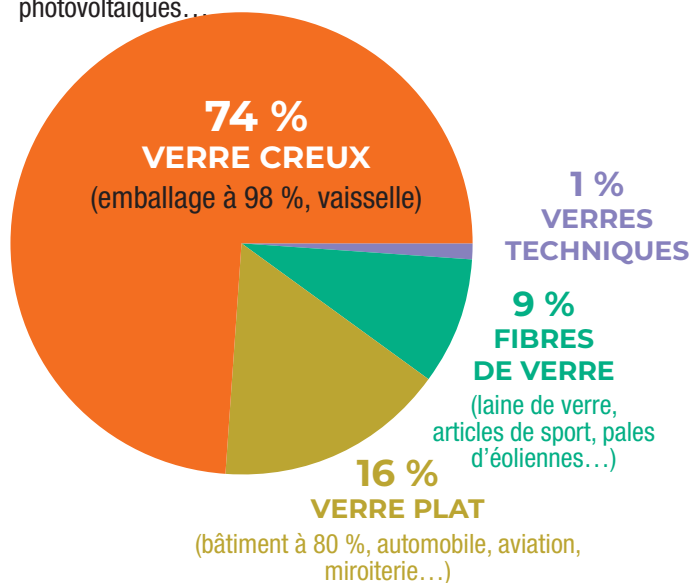
► Les fibres de verre

Ce secteur produit la laine de verre destinée à l'isolation des bâtiments et les fibres de renforcement utilisées dans les matériaux composites (coques de bateau, skateboards...).

► Les verres spéciaux/techniques

Bien que produits dans des volumes assez réduits, ils

concernent un grand nombre d'applications : optique (lentilles de microscope, prismes de jumelles...), vitrocéramique (plaques de cuisson et vitres pare-feu), vitrage de protection pour la radiologie, écrans (télévision, ordinateur, smartphone), panneaux photovoltaïques...



EN CHIFFRES

- La production verrière française est de 5 millions de tonnes par an en moyenne.
- Environ 40 % du chiffre d'affaires est réalisé à l'export, notamment du fait de secteurs fortement exportateurs tels que les vins et spiritueux, les parfums et les cosmétiques.

Source : Mémo d'analyse de la décarbonation du secteur Verre – Ademe – 2021

EN SAVOIR +

Sur les différents types de verre de fenêtres (feuilleté, trempé, armé...) :

<https://batiadvisor.fr/type-de-verre/>

CORRIGÉ DES EXERCICES

SCIENCES ► Identifier les principales familles de matériaux

1 • COCHE LA FAMILLE DE MATÉRIAUX À LAQUELLE APPARTIENT LA MAJORITÉ DES OBJETS EN VERRE.

☐ ORGANIQUES (issus du vivant) ☒ MINÉRAUX

☐ MÉTALLIQUES ☐ COMPOSITES

Le verre fait partie de la famille des minéraux, car il est fait à partir de sable.

3 • INDIQUE LA FAMILLE À LAQUELLE APPARTIENNENT LES AUTRES OBJETS :

Tee-shirt en coton > Matériaux organiques ; Canette > Matériaux métalliques ; Spatule > Matériaux organiques ; Ballon > Matériaux composites

2 • ENTOURE LES OBJETS QUI CONTIENNENT DU VERRE.



DU VERRE POUR LA SCIENCE

Grâce à ses qualités, le verre est un matériau particulièrement adapté aux usages scientifiques et médicaux, dans de multiples domaines. Voici quelques exemples d'applications...

OPTIQUE

- Le verre optique possède des qualités supérieures adaptées à la réalisation de systèmes tels que **les lentilles de précision, les miroirs ou les prismes** (blocs de verre taillés qui dévient/séparent la lumière).
- Il est utilisé pour observer l'infiniment grand, via les **télescopes** par exemple, mais aussi l'infiniment petit, avec les **microscopes**.
- On le trouve également dans **la vision nocturne infrarouge**, pour les aides à la conduite et les véhicules autonomes via des caméras embarquées ; et plus simplement, dans les **loupes** et les **jumelles**.

ÉNERGIE

- **Les pales d'éoliennes** sont fabriquées avec de la fibre de verre et les cellules **des panneaux photovoltaïques** sont protégées par une feuille de verre ultra transparent, résistant aux chocs et aux intempéries.
- Depuis 1978, le verre est le matériau de référence pour le confinement des déchets ultimes (non recyclables) issus du traitement du combustible nucléaire usé. Cette **vitrification** permet ainsi d'immobiliser les déchets dans un matériau sûr, de longue durée et inaltérable.

COMMUNICATION/ÉLECTRONIQUE

- **La fibre optique** est un fil de verre aussi fin qu'un cheveu. Elle permet de transporter des données numériques à grande vitesse sur des milliers de kilomètres.
- Dans l'électronique et les systèmes informatiques, **le scellement des conducteurs électriques ou optiques avec du verre** crée un joint imperméable pour protéger, de manière fiable ou à long terme, les composants sensibles.

SANTÉ

- Dans le domaine dentaire, les **prothèses** en céramiques sont principalement constituées de verre.
- En chirurgie osseuse, **le bioverre**, un matériau ressemblant à du gros sel, est appliqué en masse sur la zone à reconstituer. Il stimule alors les cellules responsables de la formation osseuse puis disparaît progressivement de l'organisme.
- Le verre sert de support aux **laboratoires sur puce**. Ce dispositif miniaturisé peut intégrer, au sein d'une puce, une à plusieurs analyses normalement réservées à un laboratoire.
- Enfin, sirops, vaccins, vitamines et autres médicaments liquides sont conditionnés dans des **flacons ou des ampoules** de verre.

MATÉRIEL DE LABORATOIRE

Tubes à essai, éprouvettes, béchers, boîtes de Petri, ballons, thermomètres, pipettes, alambics... : la plupart des récipients, instruments et équipements de laboratoire sont en verre. On les désigne par l'intitulé « **verrerie de laboratoire** ».

EN SAVOIR +

Sur les technologies du verre de la santé :
<https://www.schott.com/fr-fr/marches/sante>

Sur la vitrification des déchets nucléaires :
<https://www.sfen.org/rgn/vitrification-dechets-radioactifs-procede-francais>

Sur la fibre optique :
C'est pas sorcier : Qu'est-ce que la fibre optique et comment fonctionne-t-elle ?
<https://www.youtube.com/watch?v=5pEo05J1ADo>

Sur les instruments d'observation de l'espace : *C'est pas sorcier : Pleins feux sur le système solaire*
<https://www.youtube.com/watch?v=L029mQsKlXM&t=2s>

CORRIGÉ DES EXERCICES

SCIENCES ► Identifier les différentes formes d'énergie et leurs conversions.

COMPLÈTE CHAQUE CHAÎNE DE CONVERSION D'ÉNERGIE AVEC L'OBJET QUI CORRESPOND PARMIS CETTE LISTE.

AMPOULE - PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE - VITRE - PLAQUE DE CUISSON - ÉOLIENNE

VENT ►	ÉOLIENNE	► ÉLECTRICITÉ
ÉLECTRICITÉ ►	AMPOULE	► LUMIÈRE
LUMIÈRE ►	PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE	► ÉLECTRICITÉ
ÉLECTRICITÉ ►	PLAQUE DE CUISSON	► CHALEUR
LUMIÈRE ►	VITRE	► CHALEUR

LE VERRE DU FUTUR

Fruit de découvertes, d'inventions et d'innovations, le verre se renouvelle sans cesse pour améliorer le quotidien. Découvrez quelques exemples d'innovations récentes ou en devenir.

LA FABRICATION DE VERRE À TEMPÉRATURE AMBIANTE

► Depuis quelques années, **les procédés sol-gel** permettent la production de matériaux vitreux tels que des films minces ou des revêtements de surface, sans recours à la fusion, par polymérisation. Ils permettent ainsi un gain important d'énergie.



► Ils sont directement inspirés des **diatomées**, des microplanctons capables de se forger une coque en verre protectrice à température ambiante, à partir de la silice dissoute dans l'eau.

LE VERRE DE SMARTPHONE ULTRA RÉSISTANTS AUX CHOC

► Implémenté sur de nombreux écrans d'ordinateurs et de smartphones, ce verre trempé ne cesse de développer des prouesses techniques. Par exemple : résister à des chutes de plus de 1 m de hauteur.

► Un verre inspiré de la nacre des coquillages, capable de se déformer pour absorber un choc, est également étudié pour équiper les smartphones.

LE VITRAGE INTELLIGENT

► Le verre est aujourd'hui capable de contrôler les transferts de chaleur entre l'extérieur et l'intérieur pour améliorer les performances thermiques, environnementales et économiques des bâtiments.

► Il peut ainsi être :

- **Électrochrome** : il s'assombrit sous l'action d'un courant électrique ;
- **Photochrome** : il se teinte en fonction de la quantité d'UV qui le traverse ;
- **Thermochrome** : il devient transparent à basse température, ce qui permet de laisser passer les infrarouges, et s'obscurcit à plus haute température pour les réfléchir.

L'IMPRESSION 3D EN VERRE

► Il résulte de ce procédé des pièces de haute qualité, transparentes et non poreuses, aux géométries différentes de celles permises par les méthodes traditionnelles de fabrication du verre.

► Il existe différentes technologies d'impression, telles que le frittage par laser à partir d'un lit de poudre de matériaux vitreux ou par injection d'une suspension liquide composée de nanoparticules de verre.

LE STOCKAGE DURABLE DE DONNÉES

Papier, bandes magnétiques, disques optiques, disques durs, cartes mémoires... : les supports de stockage actuels résistent difficilement au temps et aux éléments (feu, eau...).

► **Les plaques de verre de quartz** constituent une alternative prometteuse pour archiver durablement des données, sans conditions de stockage particulières.

► Des pixels en 3 dimensions (voxels) sont encodés sur la plaque grâce à des pulsations laser qui déforment physiquement le verre. La plaque se lit au moyen d'une intelligence artificielle, qui reconnaît les motifs grâce à la lumière polarisée qui traverse le verre.

EN SAVOIR +

Sur le vitrage intelligent :

<https://www.foxof.com/pourquoi-un-vitrage-dynamique-intelligent/>

Sur le stockage durable de données :

<https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-avec-silica-microsoft-voit-l-avenir-du-stockage-en-verre-77006.html>

Sur le verre inspiré de la nacre des coquillages :

<https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/un-verre-souple-biomimetique-qui-sinspire-de-la-nacre-des-coquillages-68978/>

CORRIGÉ DES EXERCICES

FRANÇAIS ► Reconstituer des mots à partir de lettres éparées, acquérir l'orthographe lexicale

DANS CETTE GRILLE, TROUVE ET BARRE 12 MOTS QUI ONT ÉTÉ UTILISÉS DANS CETTE FICHE.

ILS S'ÉCRIVENT À L'HORIZONTALE ET À LA VERTICALE.

D	I	M	P	R	E	S	S	I	O	N	E	C
G	R	E	S	I	S	T	A	N	T	C	O	
S	H	C	H	U	T	E	C	L	E	S	R	U
Q	O	E	C	O	N	O	M	I	E	S	A	C
U	C	C	O	N	S	E	R	V	E	R	N	H
E	P	L	A	Q	U	E	F	R	O	I	D	E

VERS UN MONDE PLUS RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT

Comme toutes les industries, le verre contribue à lutter contre le changement climatique en décarbonant ses activités, que ce soit au niveau des matières, des produits ou des énergies utilisés pour les fabriquer.

UN MATÉRIAU CIRCULAIRE



Le verre est fabriqué à base de minéraux naturels et abondants.

Il se recycle à l'infini : une fois utilisé, il peut être refondu pour fabriquer de nouveaux objets, sans perdre sa qualité ni sa transparence.

DES INDUSTRIELS ENGAGÉS

Les actions mises en œuvre pour réduire l'impact environnemental de la production et les émissions de CO₂ s'articulent autour de 3 leviers principaux.

► L'éco-conception et l'allègement des emballages

À titre d'exemple, une bouteille de vin pesait environ 450 g dans les années 1980. Aujourd'hui, elle avoisine les 400 g (jusqu'à 300 g pour certains modèles), à qualité et fonctionnalité équivalentes.

► L'amélioration du recyclage du verre dans le bâtiment

Notamment le verre plat et la laine de verre dont les taux de recyclage sont moins élevés que ceux des emballages.

► Les économies d'énergie

- Recourir à des énergies moins émettrices que le gaz naturel pour le fonctionnement des fours, telles que l'électricité, le biogaz, l'hydrogène...
- Utiliser plus de calcin (morceaux de verre à recycler), qui fond à 1 000 °C, une température moins élevée que pour la silice et les autres composants du verre
- Récupérer de la chaleur perdue
- Remplacer les matériels et améliorer les technologies de combustion

BON À SAVOIR

Un autre enjeu de la filière est de développer le réemploi des emballages ménagers, notamment par les restaurateurs et les particuliers, à travers les initiatives locales de consignes.

EN CHIFFRES

- En France, les emballages en verre sont recyclés à **78 %** environ
- Un nouveau contenant en verre peut inclure jusqu'à **95 %** de verre recyclé
- La fabrication du verre représente **3 %** des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie
- **10 %** de calcin permettent de réduire de **2 à 3 %** la consommation d'énergie d'un four et de **10 %** les émissions du procédé.

Sources : Mémo d'analyse de la décarbonation du secteur Verre – Ademe – 2021 / Ademe

BON À SAVOIR

Close the glass loop est une démarche européenne réunissant l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur du verre, dont l'objectif est de porter le taux de collecte du verre à **90 % d'ici à 2030**.

EN SAVOIR +

Sur le recyclage du verre :

<http://www.verre-avenir.fr/Le-recyclage-du-verre>

<http://www.verre-avenir.fr/Verre-environnement>

Sur l'initiative Close the glass loop :

<https://closetheglassloop.eu/>

CORRIGÉ DES EXERCICES

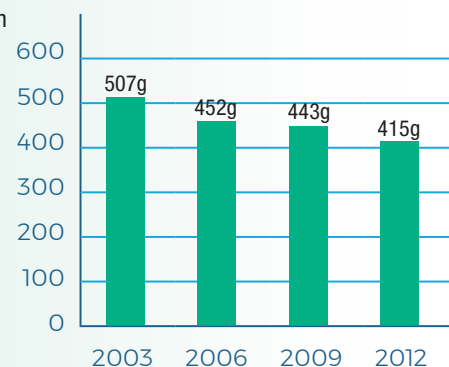
MATHÉMATIQUES ► Produire des graphiques utilisant des données, manipuler la soustraction

CE TABLEAU INDIQUE L'ÉVOLUTION DU POIDS D'UNE BOUTEILLE D'HUILE.

ANNÉE	POIDS
2003	507 g
2006	452 g
2009	443 g
2012	415 g

RÉALISE LE GRAPHIQUE BÂTON CORRESPONDANT ET COMPLÈTE LA PHRASE.

► ENTRE 2006 ET 2012, LA BOUTEILLE D'HUILE A PERDU ... **37g**.



LA BOUCLE DE RECYCLAGE DU VERRE

Le verre d'emballage illustre bien le principe d'économie circulaire : il suit un parcours en boucle, depuis le moment où un produit est consommé jusqu'à ce qu'il soit de nouveau disponible en magasin.

CONSOMMATION

Au quotidien, nous utilisons de nombreux produits emballés dans du verre : alimentaires (confiture, compotes, boissons, légumes, sauces, yaourts, plats préparés...) mais aussi cosmétiques, parfums...



COMMERCIALISATION

Les produits conditionnés sont livrés dans les magasins et placés en rayons pour être vendus.



CONDITIONNEMENT

Les emballages en verre sont livrés à l'usine de conditionnement où ils sont remplis.



TRI

Les emballages vides sont déposés dans les conteneurs dédiés au verre. La règle : que du verre d'emballage ! Pas d'autres matières, ni de verres spéciaux tels que les ampoules ou les pare-brise, qui ont leur propre filière de recyclage.



COLLECTE

Des camions bennes récupèrent les emballages accumulés dans les conteneurs et les acheminent jusqu'au centre de traitement.



TRAITEMENT

Dans le centre, plusieurs opérations sont réalisées :

- Un tri optique au laser pour retirer le métal, la céramique
- Un soufflage des éléments légers tels que les bouchons ou les papiers
- Un concassage du verre pour obtenir du calcin



PRODUCTION

Le calcin est transporté jusqu'à une usine de production pour :

- Le fondre dans les fours et obtenir du verre
- Transformer ce verre en emballages

EN SAVOIR +

Sur l'économie circulaire du verre :

<https://www.friendsofglass.com/fr/ecology-fr/verre-et-economie-circulaire-les-choses-a-savoir/>

Sur le tri et le recyclage des emballages en verre :

https://bo.citeo.com/sites/default/files/2020-12/PDF_emballages_verre_lepointsur_20201014.pdf

Le verre naît du verre, la boucle est bouclée !

CORRIGÉ DES EXERCICES

SCIENCES ► Comprendre la trajectoire d'un produit de sa production à sa consommation
EMC ► Comprendre le recyclage comme processus responsable envers l'environnement

ÉCRIS LE NOM DE CHAQUE ÉTAPE AU BON ENDROIT POUR RECONSTITUER LA BOUCLE DE RECYCLAGE DU VERRE.

PRODUCTION - TRI - TRAITEMENT - CONSOMMATION - COMMERCIALISATION - COLLECTE - CONDITIONNEMENT

