

# AUX ORIGINES DU VERRE...

Le verre existe dans la nature depuis des millénaires. Il 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, matérialisée par l'obsidienne, une pierre très prisée durant la Préhistoire.

## 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.

## 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 av avant Jésus-Christ, en voulant faire cuire leur repas sur la plage, des marins phéniciens posèrent leurs marmites sur des blocs de natron (un minéral : le 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.



## 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](https://www.persee.fr/docAsPDF/bspf_0249-7638_2006_num_103_1_13396.pdf)

# AUX ORIGINES DU VERRE...

## CORRIGÉ DES EXERCICES

**FRANÇAIS** ► Reconnaître les principaux constituants d'une phrase et trouver l'infinitif d'un verbe conjugué

**1 • DANS LA LÉGENDE, SOULIGNE LE SUJET EN VERT ET LE VERBE EN ROUGE.**

3 500 ans avant Jésus-Christ, **des marins** **décident** de cuire leurs aliments sur la plage. Pour cela, **ils** **posent** leurs marmites sur des blocs de natron (une sorte de sel).

Sous la chaleur du feu, **le natron** **fond** et **coule** sur le sable de la plage.

**Le mélange** **forme** un liquide transparent : le verre. Mais **cette histoire** de la découverte de la fabrication du verre **n'est** qu'une légende !

**2 • RÉCRIS CHAQUE VERBE PUIS INDIQUE EN FACE SON INFINITIF :**

Décident ► Décider

Posent ► Poser

Fond ► Fondre

Coule ► Couler

Forme ► Former

Est ► Être

# 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** : 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



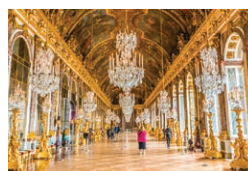
► **10<sup>e</sup> siècle** : c'est le début de l'art du vitrail, du verre plat coloré habillant les églises et cathédrales. L'ajout de chaux à la composition du verre le rend plus stable et moins altérable.

► **Du 13<sup>e</sup> au 15<sup>e</sup> siècle** : la fabrication du verre plat connaît un essor important au Moyen Âge et se répand partout en France, en commençant par la Normandie avec des centres de production à proximité des forêts de Lyons et d'Eu. 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<sup>e</sup> siècle. À cette époque sont également fabriquées les premières lunettes pour la correction de la vision.

## TEMPS MODERNES : LES PREMIÈRES MANUFACTURES

► **15<sup>e</sup> siècle** : considérable avancée de la production et de la consommation verrière, 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.

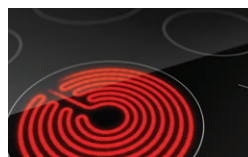
## ÉPOQUE CONTEMPORAINE : L'INDUSTRIALISATION ET LES INNOVATIONS

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

► **19<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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://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 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<sup>e</sup> au 21<sup>e</sup> siècle**

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

**Sur l'histoire du vitrail :**

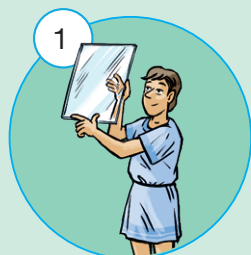
<https://www.centre-vitrail.org/fr/musee-du-vitrail/une-histoire-de-vitrail/>

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

## CORRIGÉ DES EXERCICES

**QUESTIONNER LE MONDE** ► Repérer et situer des événements dans un temps long

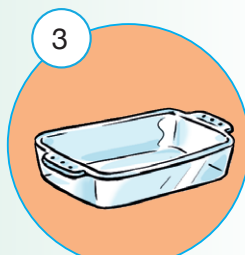
**NUMÉROTE DE 1 À 4 LES IMAGES, DE L'INVENTION LA PLUS LOINTAINE À LA PLUS PROCHE DANS LE TEMPS.**



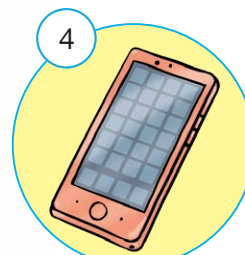
VERRE PLAT



VITRAIL



UN PLAT DE CUISSON



SMARTPHONE

# 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**



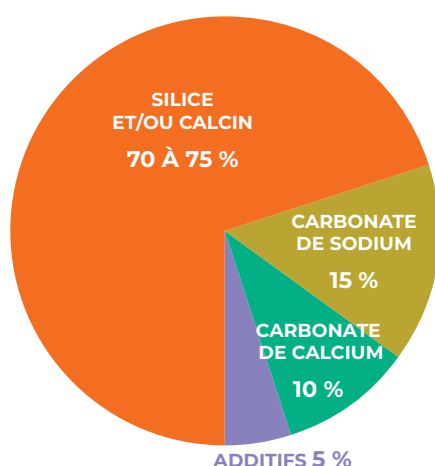
► Carbonate de sodium  
**RÔLE > Fondant**



► 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 mélange 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 24 à 48 h. Les constituants fondent et se combinent pour former du verre, liquide et brûlant.

#### 3 AFFINAGE ET HOMOGÉNÉISATION

Ce 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<sup>e</sup> 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 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

$$(9 \times 2) + 40 + 12 = 18 + 40 + 12 = 70$$

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

### CARBONATE DE CALCIUM

$$(3 \times 10) - 26 + 6 = 30 - 26 + 6 = 10$$

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

### CARBONATE DE SODIUM

$$110 - 98 + 3 = 12 + 3 = 15$$

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

### ADDITIFS

$$32 - 27 = 5$$

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



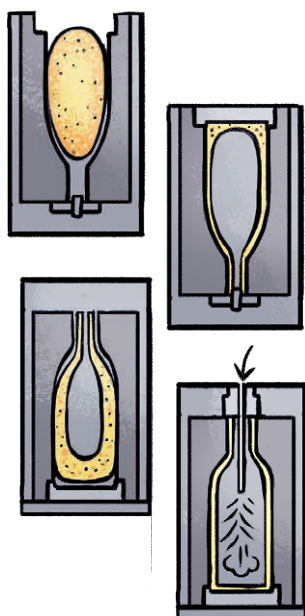
# DU VERRE AUX OBJETS

## 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.

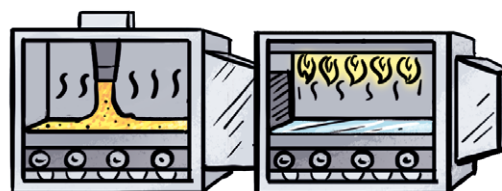
► Pour les pots et flacons de parfum, il est préformé par pressage.

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.

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

► Du verre coule dans un canal rempli d'étain, qui est un métal 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.

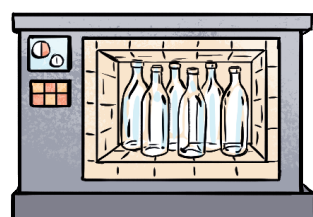


• **La fibre de verre**, qui entre dans la composition des coques de bateau, des pales d'éoliennes, de tableaux de bord ou des skateboards, est obtenue par centrifugation d'un filet de verre (en bobine ou fil coupé).

### LA RECUSSION

En sortie de chaîne de transformation, 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, sa température est baissée lentement et de manière contrôlée dans un four spécial (pièces artistiques), dans une arche de recuisson (verre d'emballage).



### 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

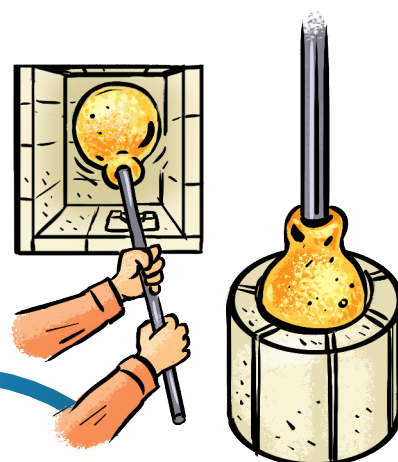
Différents tests sont pratiqués sur la matière mise en forme afin de garantir la qualité du produit fini : compression, aspect, dimensions...

### FOCUS SUR

#### LA CRÉATION ARTISANALE

L'artisan verrier plonge une tige en métal, appelée canne, dans le four rempli de verre en fusion brûlant 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. Puis il travaille 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 (motif), décorés...



# DU VERRE AUX OBJETS

## LES SECRETS DE TRANSFORMATION

### EN SAVOIR +

#### Sur la fabrication du verre creux

<https://www.youtube.com/watch?v=77EUuA8qKi0>

#### 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.

SOUFFLE PINCES FOUR SOLIDE FABRIQUER MOULE

Théo est artisan verrier. Aujourd'hui, il va **fabriquer** un verre. Pour commencer, il plonge une tige en métal dans le **four** rempli de verre en fusion.

Il en sort une boule qu'il place dans un moule.

Il **souffle** dans la 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

Témoin 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 et 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 VERRE

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 verres 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

### ASSOCIE CHAQUE QUALITÉ DU VERRE À LA DÉFINITION QUI LUI CORRESPOND.

- |               |   |
|---------------|---|
| IMPERMÉABLE • | Qui est agréable à voir                         |
| RÉSISTANT •   | Qui protège du froid, de la chaleur ou du bruit |
| BEAU •        | Qui ne laisse pas passer l'eau                  |
| ISOLANT •     | Facile à utiliser                               |
| PRATIQUE •    | Qui est très solide                             |

# 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, Atribus...) et des transports (rétroviseurs, pare-brise, fenêtres, 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, assiettes, saladiers, plats de cuisson...) et réunit de nombreux acteurs et métiers, de l'atelier artisanal à la production industrielle.

#### ► Les objets de décoration

Vases, 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 souvent réalisée à la main, caractéristique d'un savoir-faire français.

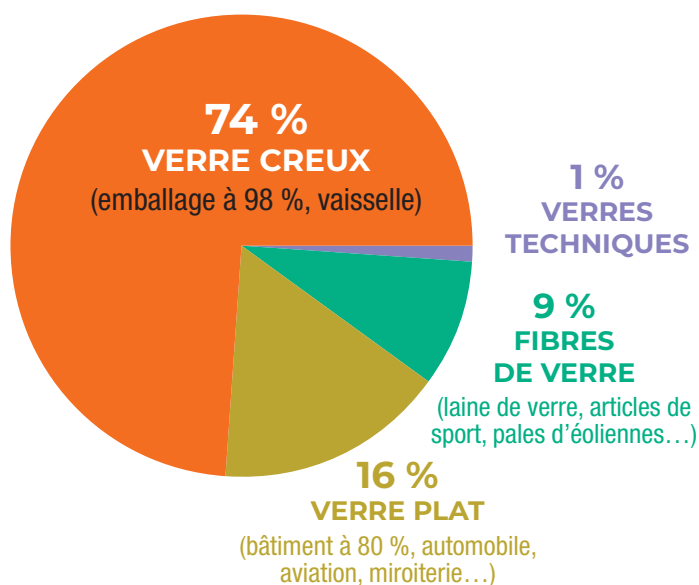
#### ► Les fibres de verre

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, tableaux de bord, 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, ordinateurs, smartphones), 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

QUESTIONNER LE MONDE ► Repérer des matières dans l'environnement quotidien.

#### 1 • ENTOURE LES OBJETS QUI CONTIENNENT DU VERRE.



#### 2 • INDIQUE LA MATIÈRE DES AUTRES OBJETS EN UTILISANT CETTE LISTE :

TISSU - MÉTAL - BOIS - PLASTIQUE - PAPIER

Spatule > Bois ; Tee-shirt > Tissu ;  
Canette > Métal ; Livre > Papier ;  
Ballon > Plastique

# 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 transparente, 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** 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 ou 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 d'ailleurs par l'intitulé « **verrerie de laboratoire** », même quand ils sont en matières plastiques.

## 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://new.sfen.org/rgn/vitrification-dechets-radioactifs-procede-francais>

[https://laradioactivite.com/dechets\\_radioactifs/vitrification](https://laradioactivite.com/dechets_radioactifs/vitrification)

### 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

### QUESTIONNER LE MONDE ►

Comprendre la fonction et le fonctionnement d'objets fabriqués.

### QUI FAIT QUOI ? ASSOCIE CHAQUE OBJET À SON UTILISATION.

TÉLESCOPE •	• Avoir Internet à la maison
ÉOLIENNE •	• Conserver les médicaments
FIBRE OPTIQUE •	• Produire de l'électricité
TUBE À ESSAI •	• Observer l'espace
FLACON •	• Faire des expériences

# 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 RÉSISTANT 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'assombrit 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 des 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, S'initier à l'orthographe lexicale

**BARRE DANS LA GRILLE LES MOTS DE LA LISTE. ILS S'ÉCRIVENT À L'HORIZONTALE ET À LA VERTICALE.**

**AVEC LES LETTRES QUI RESTENT, TROUVE LE MOT MYSTÈRE.**

LE MOT MYSTÈRE : ... VERRE ...

ÉCRAN  
CHOC  
CHALEUR  
ÉCONOMIE  
VITRAGE  
ÉNERGIE  
FROID  
MATIÈRE

V	E	C	H	A	L	E	U	R
E	N	E	R	G	I	E	C	
M	A	T	I	E	R	E	H	
E	F	R	O	I	D	R	O	
R	E	C	R	A	N	E	C	
V	I	T	R	A	G	E	S	
E	C	O	N	O	M	I	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 CO<sub>2</sub> 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 équivalente.

### ► 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 recyclé), qui fond à partir de 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 **90 %** 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

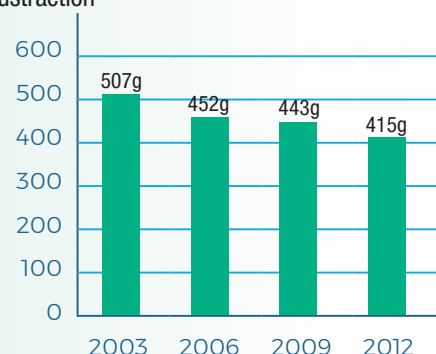
**MATHÉMATIQUES** ► Lire des graphiques pour en extraire des données, Manipuler la soustraction

**REGARDE ATTENTIVEMENT CE GRAPHIQUE. IL MONTRE L'ÉVOLUTION DU POIDS D'UNE BOUTEILLE D'HUILE, EN GRAMMES.**

**PUIS COMPLÈTE LE TEXTE :**

En 2003, une bouteille d'huile pesait ..... 507g. En... 2012....., elle pesait 415 g.

Entre ..... 2006..... et ..... 2009....., la bouteille a perdu 9 g.





# 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...



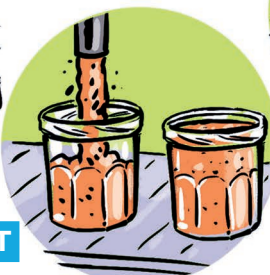
## COMMERCIALISATION

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 apportent 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 en fusion
- 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](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

EMC ► Se questionner sur le devenir des déchets que l'on produit.

ÉCRIS LE NOM DES ÉTAPES QUI MANQUENT AU BON ENDROIT POUR RECONSTITUER LA BOUCLE DE RECYCLAGE DU VERRE.

- CASSER EN MORCEAUX
- MISE EN RAYONS
- TRI DU POT EN VERRE

