





## Première partie (10 points)

### VERRES TRADITIONNELS OU POLYCARBONATE ?

Les verres traditionnels, utilisés par l'homme depuis des millénaires, sont des matériaux composés principalement de silice ( $\text{SiO}_2$ ). À partir du milieu du XX<sup>e</sup> siècle, des alternatives aux verres traditionnels sont apparues comme le polystyrène cristal, le **polyméthacrylate de méthyle** ou encore le **polycarbonate**.



### Questions (on s'aidera des documents ci-dessous)

1. Indiquer à quelles familles de matériaux, minéraux ou organiques, appartiennent les verres traditionnels et le polycarbonate.
2. Indiquer, en justifiant, si la réaction de polymérisation du polycarbonate est une polyaddition ou une polycondensation.
3. Préciser si la fonction ester est présente dans une macromolécule de polycarbonate. Justifier en s'appuyant sur la structure de cette dernière.
4. Déterminer la formule brute du motif élémentaire qui constitue le polycarbonate.
5. Donner la définition de l'indice (ou degré) de polymérisation DP d'un polymère. Sachant que la masse du motif élémentaire du polycarbonate est de  $4,22 \times 10^{-22}$  kg, donner un encadrement de l'indice de polymérisation DP du polycarbonate présenté dans le document 2.
6. Pour fabriquer les phares des véhicules automobiles modernes, on délaisse de plus en plus souvent les verres traditionnels au profit du polycarbonate. Donner, en les justifiant, au moins trois raisons qui expliquent cette évolution.
7. Indiquer quel est le principal inconvénient de l'utilisation du polycarbonate, en rapport avec la longévité des phares. Qu'est-il possible de faire pour prolonger la durée de vie de ceux-ci ?

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

### Document 1 - Domaines d'utilisation du polycarbonate

Le polycarbonate est utilisé dans différents domaines comme :

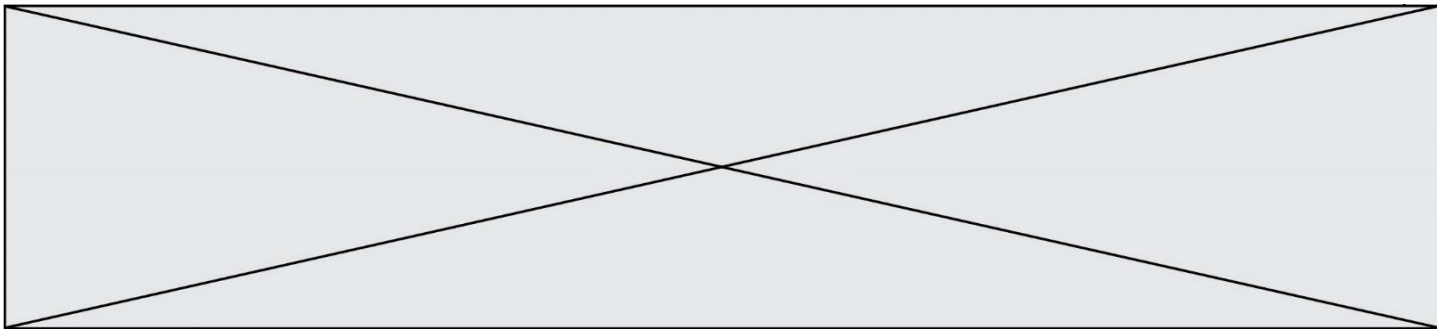
- l'optique, pour les verres de lunettes, les lentilles de caméras et les enveloppes protectrices de caméras sous-marines ;
- l'enregistrement optique d'informations numériques : CD, DVD, Blu-ray et cartes de mémoire ;
- la protection pour les téléphones portables, les téléphones intelligents, en tant qu'élément de base de l'enveloppe extérieure, peu sensible à la détérioration ;
- les transports, pour les casques et les enveloppes de phares ;
- la construction, à la place du verre, en tant que dalle épaisse ou plaque alvéolaire ;
- le secteur militaire, pour les gilets pare-balles et les boucliers anti-émeutes ;
- l'aéronautique, pour les toits et les puits de lumière des avions modernes ;
- l'éclairage électrique, pour les enveloppes protectrices transparentes (lumières de courtoisie, globes de route, etc.) ;
- le secteur alimentaire, pour les bouteilles (matériau actuellement remplacé par le polyéthylène) ;
- l'habitat, pour la construction de fenêtres, toits, panneaux...
- le domaine médical, pour la réalisation de récipients et équipements facilement stérilisables.

D'après le site <http://boowiki.info>

### Document 2 - Quelques éléments de comparaison entre le verre traditionnel et le polycarbonate

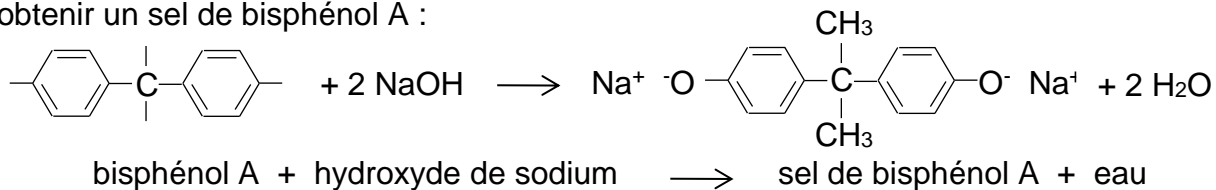
Caractéristique physique	Verres traditionnels	Polycarbonate
$\rho$ (masse volumique)	Voisine de 2 500 kg.m <sup>-3</sup>	1 200 kg.m <sup>-3</sup>
$\lambda$ (conductivité thermique)	0,5 à 1 W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>	0,2 W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup>
$n$ (indice de réfraction)	1,5 à 1,9	1,591
Résistance aux chocs	Faible	Excellente
Coupure des UV	Faible	Excellente
Résistance aux rayures	Excellente	Faible*
Résistance aux agents chimiques	Excellente	Faible
Transparence (maximum 1)	0,93	0,86
Masse moyenne des molécules	/	De 8,5 × 10 <sup>-21</sup> à 3,3 × 10 <sup>-19</sup> kg
Usinage	Exclusivement par abrasion	S'usine comme un métal
Prix	€€€	€

(\*) : la résistance aux rayures est améliorable par un traitement de surface.

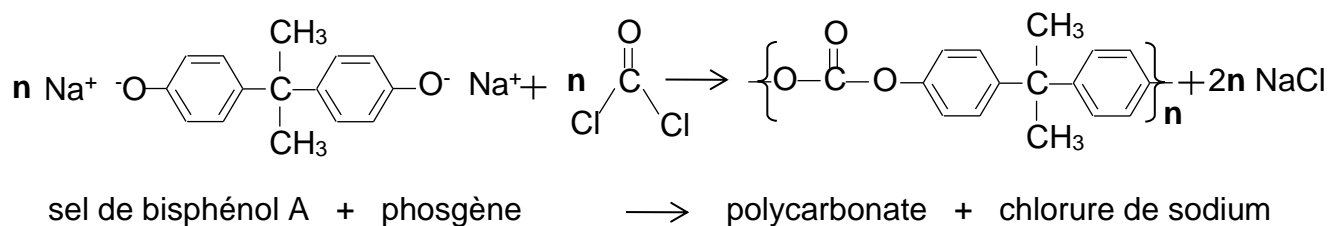


### Document 3 - Réaction de polymérisation du polycarbonate

Le polycarbonate tient son nom des groupes carbonates de sa chaîne principale. La première étape de sa préparation consiste en la réaction du bisphénol A avec l'hydroxyde de sodium pour obtenir un sel de bisphénol A :



Le sel de bisphénol A réagit ensuite avec le phosgène (composé nocif qui était utilisé comme arme chimique durant la Première Guerre Mondiale) pour produire le polycarbonate. Cette étape correspond à la réaction de polymérisation :



### Document 4 – Quelques familles de composés organiques

Famille	Formule générale
Alcool	$\text{R}-\text{O}-\text{H}$
Aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$
Cétone	$\begin{array}{c} \text{R}' \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{R} \end{array}$
Acide carboxylique	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$
Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{O}-\text{R}' \end{array}$
Amine	$\begin{array}{c} \text{R}'' \\   \\ \text{R}-\text{N} \\   \\ \text{R}' \end{array}$
Amide	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R}-\text{C}-\text{N}-\text{R}'' \\   \\ \text{R}' \end{array}$

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

## Deuxième partie (sur 10 points)

### LA TOUR EIFFEL EN PEINTURE

Les peintres ont fait de la Tour Eiffel un sujet de prédilection. Georges Seurat, peintre pointilliste, l'a représentée avec une peinture à l'huile sur toile en 1888, avant même qu'elle ne soit terminée ; ce tableau est conservé dans un musée de Californie, le Fine Arts Museums of San Francisco.

Le pointillisme est un mouvement artistique de la peinture et une technique picturale qui utilise de petites touches de couleur rondes ou carrées juxtaposées plutôt que des mélanges de pâtes colorées.

*La Tour Eiffel de Georges Seurat.*



#### Questions (on s'aidera des documents ci-dessous)

1. Indiquer la différence entre un pigment et un colorant.
2. Citer les principaux constituants des peintures usuelles.
3. Le document 1 nous apprend que Georges Seurat « *remplace le mélange mécanique sur la palette par le mélange optique* ».
  - a. Associer à chaque mélange un type de synthèse des couleurs, additive ou soustractive.
  - b. Lors d'un mélange optique, indiquer, en justifiant, la couleur perçue par l'observateur si le peintre appose côte à côte une tache verte et une tache rouge.
  - c. Lors d'un mélange mécanique, indiquer, en justifiant, la couleur perçue si le peintre étale un mélange de magenta et de cyan.
4. Les méthodes d'analyse des tableaux sont très nombreuses et multi-échelles. Autant que faire se peut, les prélèvements doivent être évités afin de privilégier les analyses dites « non-invasives » – c'est-à-dire sans contact, sans prélèvement et sans dommage – dans un but évident de préserver l'intégrité de l'œuvre d'art. La thèse d'Anita Ghez Hayem s'appuie sur les résultats des études menées dans les années 2000 sur l'analyse optique des pigments pour développer une méthode basée uniquement sur l'optique, sans contact, pour l'analyse directe des peintures de chevalet. Les techniques optiques utilisées sont les suivantes : spectrophotométrie, photographie, imagerie hyperspectrale et, en complément, la spectrométrie infrarouge ou la diffraction aux rayons X.
  - a. Indiquer un avantage, autre que celui cité dans le texte ci-dessus, d'étudier les œuvres à l'aide de différents rayonnements électromagnétiques.



b. Indiquer, en justifiant, si les rayons infrarouges utilisés sont visibles par l'œil humain.

c. L'énergie d'un photon d'une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  est donnée par la relation :  $E = \frac{h \times c}{\lambda}$ ,  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  étant la vitesse de la lumière dans le vide et  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$  la constante de Planck. Calculer l'énergie  $E$  d'un photon d'une radiation de longueur d'onde  $\lambda = 900 \text{ nm}$ .

5. On souhaite remplacer le pigment naturel lapis-lazuli de couleur bleue, très onéreux, par un pigment synthétique. Choisir, du pigment A ou B (document 4), celui qui pourrait être utilisé. Préciser le raisonnement mené.

#### Document 1 - Eugène Chevreul et le pointillisme.

Eugène Chevreul (1786 - 1889) est un chimiste français célèbre pour ses recherches fondamentales sur les corps gras et ses travaux sur les couleurs.

Nommé professeur de chimie et directeur des teintureries de la manufacture des Gobelins en 1824, il s'intéresse au mécontentement des teinturiers qui observent que certaines teintures ne donnent pas, sur la laine, les couleurs qu'ils attendent. Il devine que les problèmes les plus complexes ne sont pas de nature chimique mais optique.

En 1839, Chevreul écrit un essai sur la loi du contraste simultané des couleurs. Il y démontre que ce ne sont pas les pigments qui sont en cause, mais les tons colorés qui se trouvent à proximité.

Des peintres s'inspirent ouvertement du traité d'Eugène Chevreul. Ils inventent un nouveau courant, le pointillisme et sa variante plus technique, le divisionnisme. Georges Seurat remarque que les couleurs réelles de la nature ne peuvent pas être reproduites sur la toile. Le mélange des pigments sur la palette et l'utilisation du blanc font rapidement vieillir les teintes. Il remplace le mélange mécanique sur la palette par le mélange optique. L'œil du spectateur devient le lieu du mélange. Ces multiples touches donnent un effet vibrant et incandescent aux œuvres.

#### Document 2 - Couleurs du spectre lumineux et cercle chromatique

