





## Première partie (10 points)

### VASCONCELOS : QUAND L'ART CONTEMPORAIN DÉTOURNE ET RECYCLE LES OBJETS PLASTIQUES

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte interdit la vente et la distribution des gobelets, verres, couverts et assiettes en plastique depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020. L'objectif est de moins polluer car le plastique met des dizaines d'années à disparaître dans la nature et est souvent associé à des produits toxiques lors de sa combustion. Les modalités de l'interdiction ont été précisées par le décret du 30 août 2016.

D'après <https://www.economie.gouv.fr>

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

Il s'agit de reconstituer le cahier des charges réalisé par l'artiste Joana Vasconcelos, l'ayant conduite à choisir le polystyrène comme matériau de travail pour l'élaboration de son cœur rouge suspendu.

Le travail doit faire appel aux connaissances de physique-chimie et aux documents fournis. La présentation est laissée à l'appréciation de chacun : tableau, carte mentale, texte, schémas...

Il faudra, entre autres, argumenter sur :

- la démarche d'écoconception ;
- le choix d'un thermoplastique ;
- le choix du polystyrène plutôt qu'un autre matériau en fonction de ses propriétés physiques et des contraintes liées à la réalisation de l'œuvre et à son installation ;
- l'indice de polymérisation du polystyrène et son lien avec les propriétés physiques utiles du matériau dans la réalisation de l'œuvre.

Les documents pourront être découpés et collés sur la copie (ou tout autre support fourni, jusqu'au format A3) si besoin.

Données :

Masse molaire de C	12 g.mol <sup>-1</sup>
Masse molaire de H	1 g.mol <sup>-1</sup>
Masse volumique du fer	7,9 kg.L <sup>-1</sup>
Indice de polymérisation d'un polymère	Valeur comprise entre 100 et 10 000
Température d'un four doux	Valeur comprise entre 110 °C et 150 °C
Température d'un four chaud	Valeur comprise entre 180 °C et 220 °C

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

### Document 1 : l'artiste Vasconcelos

Joana Vasconcelos est une artiste contemporaine qui détourne des objets pour créer des œuvres. Elle a, entre autres, utilisé des couverts en plastique refondus et soudés entre eux pour ses créations artistiques et notamment pour son célèbre cœur rouge, grand objet suspendu et exposé un temps au plafond de la galerie des glaces de Versailles. La matière plastique constituant les couverts est du polystyrène (PS).



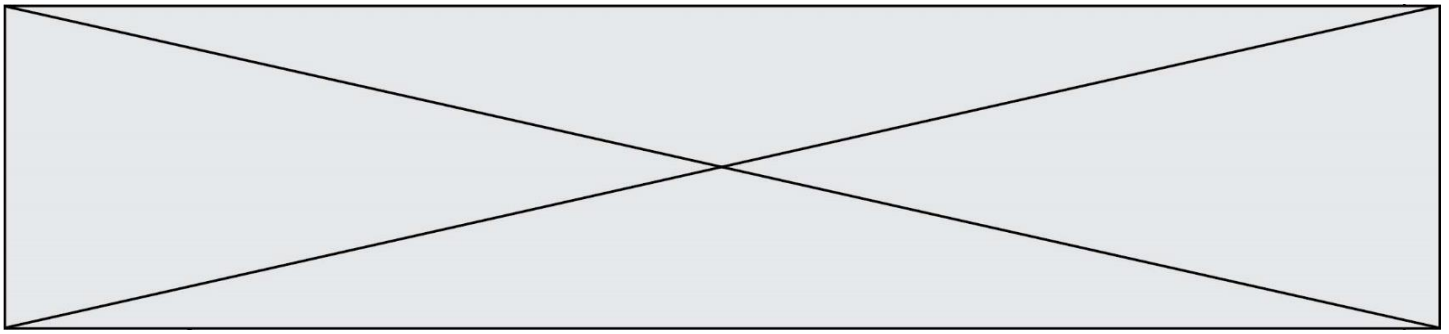
D'après <http://pointsdecerise.canalblog.com>

### Document 2 : Données polystyrène (PS) et polyméthacrylate de méthyle (PMA)

D'après <https://energieplus-lesite.be>

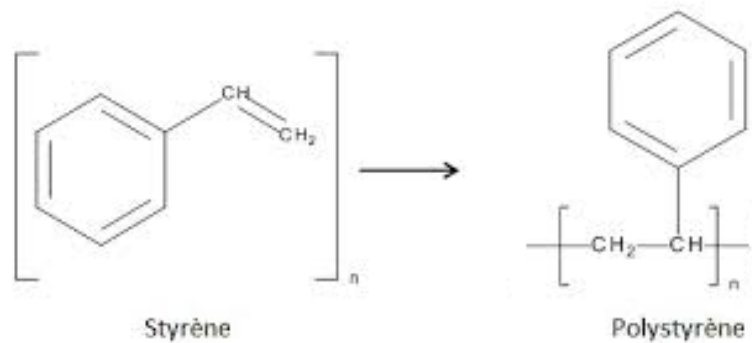
Matériau	Masse volumique $kg \cdot L^{-1}$	Module de Young $MPa$	Masse molaire $kg \cdot mol^{-1}$	Conductivité thermique $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	Température de fusion $^{\circ}C$	Température de transition vitreuse $^{\circ}C$	Type de plastique
PS	1,05	2 300 à 4 100	260	0,1 à 0,13	Environ 200	80	Thermo- plastique
PPMA	1,18	3 000	250	0,2	190 à 240	110 à 135	Thermo- plastique

Module de Young : coefficient qui caractérise la rigidité d'un matériau. Plus il est grand, plus le matériau est rigide et moins ce matériau est élastique.






**Document 3 : fabrication industrielle du polystyrène ou PS.**

Le polystyrène est fabriqué à partir de styrène issu de la pétrochimie. Il est obtenu par polymérisation du styrène. La réaction est une polyaddition :



**Document 4 : thermoplastiques et thermodurcissables, étude comparée**

THERMOPLASTIQUES	THERMODURCISSABLES
<p>Ils sont solubles dans leurs solvants respectifs. Le plus souvent, ils sont constitués par un réseau mono dimensionnel ou des chaînes faiblement ramifiées :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>enchevêtrement (" nœud physique ")</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>" pelote macromoléculaire "</p> </div> </div> <p>On peut les mettre en forme (injection, extrusion...) au-delà de leur température de fusion Tf. Ils possèdent la mémoire de cette forme après déformation plastique lorsqu'on les chauffe au-delà de la température de transition vitreuse, notée Tg. Comme ils peuvent être remis en forme par simple passage au-dessus de Tf, ils sont <i>a priori</i> recyclables.</p>	<p>Ils sont insolubles, infusibles. Le plus souvent, ils présentent une structure réticulée :</p> <div style="text-align: center;">  <p>polymère réticulé (liaison covalente aux croisillons : " nœud chimique ")</p> </div> <p>Différemment des polymères thermoplastiques, ils durcissent en subissant une transformation chimique irréversible. On peut définir une température, Td, au-delà de laquelle ils sont chimiquement dégradés. Le plus souvent ce sont des bi-composants, mis en œuvre à l'état liquide et rendus solides par l'ajout d'un durcisseur. Une fois mis en œuvre, la forme moulée est définitive. Ils ne sont donc pas recyclables.</p>

*D'après le cours de C.Fond « les polymères »*

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 :  /  /



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

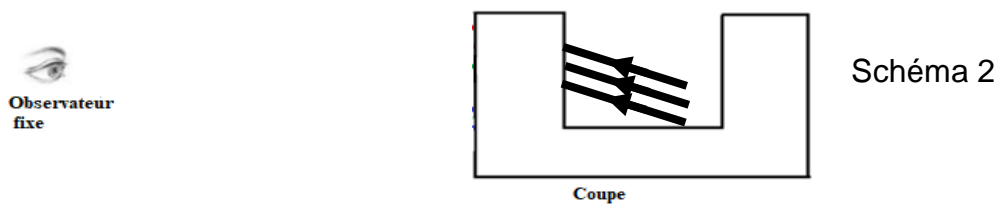
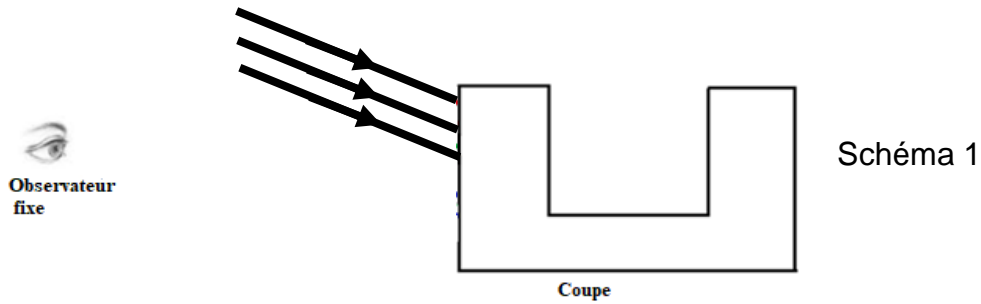
## Deuxième partie (sur 10 points)

### COUPE DE LYCURGUE

Le but du travail demandé est de comprendre comment fonctionne le filtre dichroïque utilisé dans la coupe de Lycurgue. Dans notre étude, nous ne nous intéresserons qu'aux rayons présents à l'extérieur de la coupe. En effet, le trajet des rayons à l'intérieur de la coupe de Lycurgue sont trop compliqués à modéliser.

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

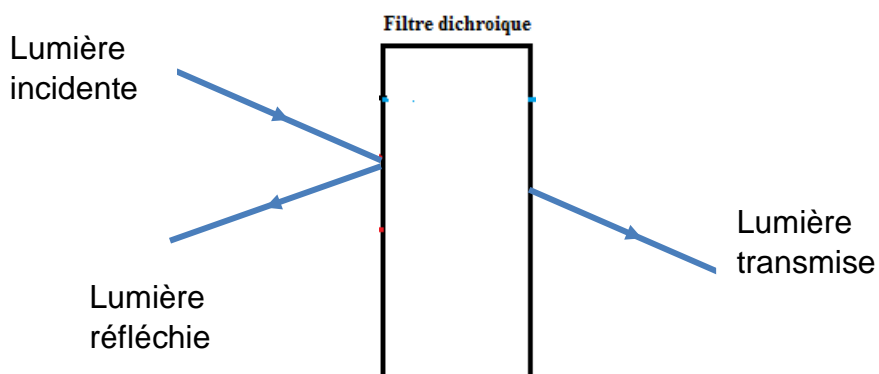
1. Citer l'origine du dichroïsme du verre de la coupe de Lycurgue.
2. Rappeler ce qu'est une synthèse additive de couleurs en physique.
3. Valider ou invalider par un calcul et une argumentation l'affirmation suivante :  
« La coupe de Lycurgue est constitué d'un verre qui réfléchit des radiations lumineuses visibles de fréquences voisines de  $f = 5 \times 10^{14}$  Hz ». On rappelle que  $f = c/\lambda$  avec  $\lambda$  la longueur d'onde.
4. Après avoir reproduit sur votre copies le schéma 1 et le schéma 2 présentés ci-dessous, compléter alors ces deux schémas ; ils permettent de modéliser les deux situations décrites dans le document 3, en continuant le trajet (uniquement à l'extérieur de la coupe) suivi par les trois rayons lumineux issus de la lampe et correspondant au rouge, au vert et au bleu. La légende retenue est alors : R pour rouge, V pour vert et B pour bleu.
5. À partir de ces schémas complétés, justifier les couleurs perçues par l'observateur quand la lampe est à l'extérieur, puis à l'intérieur de la coupe de Lycurgue.
6. En admettant que les propriétés du verre ne changent pas en fonction de la nature de la source qui l'éclaire, quelles seraient la couleur réfléchiée et la couleur transmise si la source de lumière qui éclaire la coupe de Lycurgue était : rouge, verte puis bleue ?



### Document 1

Un **filtre dichroïque** (du grec, littéralement «deux-couleurs») ou **filtre interférentiel** est un filtre dont les propriétés de transmission et de réflexion de la lumière dépendent fortement de la longueur d'onde.

En pratique, parmi les plages principales de longueurs d'onde de lumière « renvoyées » par le filtre on distingue la lumière réfléchie et la lumière transmise.



Les filtres colorés standards ne sont pas dichroïques: ils ne séparent pas la lumière en deux faisceaux (réfléchi et transmis) mais absorbent une partie du spectre lumineux.

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre\\_dichroïque](https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_dichroïque)

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## Document 2

Formellement, le terme dichroïque qualifie tous les objets capables de séparer un faisceau lumineux en deux faisceaux dont les longueurs d'onde sont différentes.

Le verre n'est pas naturellement dichroïque. Cependant, il est possible d'obtenir des propriétés de dichroïsme en dopant le verre, c'est-à-dire en lui ajoutant de petites quantités d'impuretés (par une suspension colloïdale de métaux) ou par un traitement de surface multicouches (méthode la plus répandue actuellement).

## Document 3

Les filtres dichroïques ont été utilisés à de nombreuses reprises dans l'art. L'exemple le plus classique est probablement la coupe de Lycurgue, laquelle date du IV<sup>e</sup> siècle de notre ère.

Le verre a une couleur verte (longueur d'onde de l'ordre de 600 nm) lorsqu'il est illuminé depuis l'extérieur par une lampe à incandescence\*.

Lorsqu'on l'illumine de l'intérieur avec la même source, la lumière traverse le verre et la coupe de Lycurgue apparaît magenta.

Le verre constituant cette coupe contient une suspension colloïdale d'or et d'argent figés dans la matrice de verre.



Coupe de Lycurgue

\* Le spectre continu et visible d'émission d'une lampe à incandescence se situe entre les radiations de couleurs bleues de longueurs d'onde voisines de 400 nm et les radiations de couleurs rouges de longueurs d'onde voisines de 800 nm. Dans l'air, la vitesse des radiations lumineuses est proche de la célérité  $c$  de la lumière dans le vide avec  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .