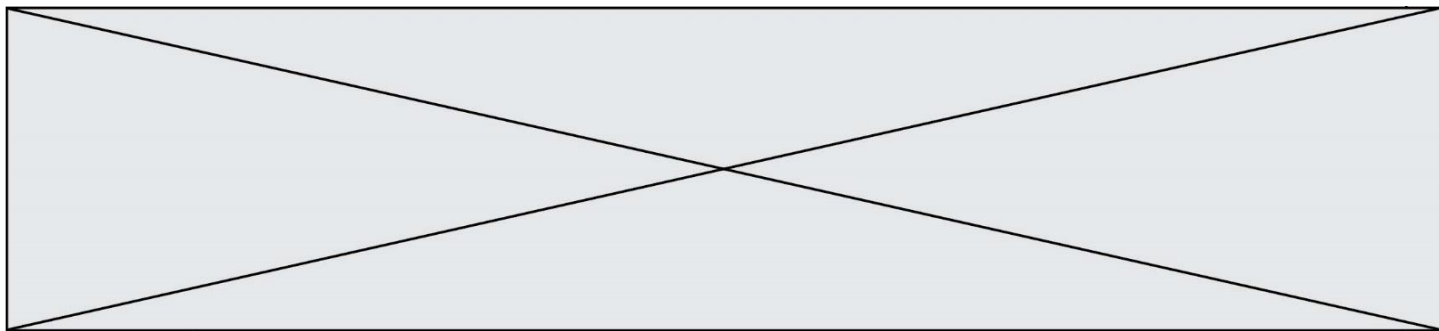




Première partie (10 points)

UN FLACON DE SHAMPOING VRAIMENT « VERT » ?

Actuellement, la plupart des flacons de shampoing sont réalisés en polytéréphtalate d'éthylène (PET) ou en polyéthylène haute densité (HDPE). Même si ces flacons sont recyclables, ils restent issus de la chimie du pétrole. La publication « Actualité du Parlement Européen » du 19 décembre 2018 considère que seulement un tiers des plastiques sont actuellement recyclés en Europe. « Recyclable » ne signifie donc pas nécessairement « recyclé » ! Ces plastiques ne sont pas sans poser de gros problèmes de pollution environnementale.

Une entreprise de cosmétiques souhaite donner un nouveau souffle à sa gamme de flacons de shampoing pour mieux se démarquer face à la forte concurrence sur ce marché. L'équipe packaging et design de l'entreprise fait la proposition de communiquer sur le packaging en faisant le choix résolument écologique d'un plastique « vert » pour la fabrication du flacon.

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

1. Citer les deux principaux types de réactions de polymérisation et indiquer, en le justifiant, celle qui concerne la synthèse du polytéréphtalate d'éthylène (PET).
2. Citer le type de réaction de polymérisation correspondant à la synthèse du polyéthylène haute densité (HDPE) et identifier le motif élémentaire de ce polymère. Donnée : la formule semi-développée de l'éthylène est : $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$
3. Un débat vif au sein de l'équipe packaging et design de l'entreprise débouche sur trois propositions pour le choix d'un plastique pour le nouveau flacon :
Proposition n°1 : utilisation du polyéthylène « l'm green » d'une entreprise brésilienne.
Proposition n°2 : utilisation d'un plastique obtenu par polycondensation, la polycaprolactone (PCL).
Proposition n°3 : utilisation d'un plastique à base d'acide polylactique (PLA).

3.1 Pour faire sortir la dose de shampoing du flacon, les solutions sont les suivantes :

- Un flacon rigide équipé d'un système de pompage avec bec verseur qui sera donc assez coûteux en fabrication et vente.
- Un flacon plus souple qui permettra par simple pression de prélever la dose de shampoing voulue et sera moins onéreux à produire.

3.1.1 Expliquer la différence entre un plastique thermodurcissable et un plastique thermoplastique.

3.1.2 Définir la température de transition vitreuse d'un polymère. Le PLA peut-il être utilisé pour fabriquer un flacon souple ?

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

3.2 Reproduire et compléter le tableau suivant :

	biosourcé ou pétrosourcé ?	biodégradable ou non ?	recyclable ou non ?	thermoplastique ou thermodurcissable ?
Polyéthylène « l'm green »				
PCL				
PLA				

4. Pour mériter le qualificatif de « vert », un plastique devrait être à la fois biosourcé et biodégradable. Indiquer s'il existe parmi les trois propositions de l'équipe packaging et design un plastique vraiment « vert » permettant de fabriquer le flacon.

Rédiger la réponse argumentée de manière brève : 10 lignes maximum.

Document 1 - Des micro-plastiques dans l'air de nos montagnes

Si la présence massive du plastique dans les océans est maintenant assez connue, une étude récente a montré que l'atmosphère est également concernée, y compris dans une région en apparence préservée.

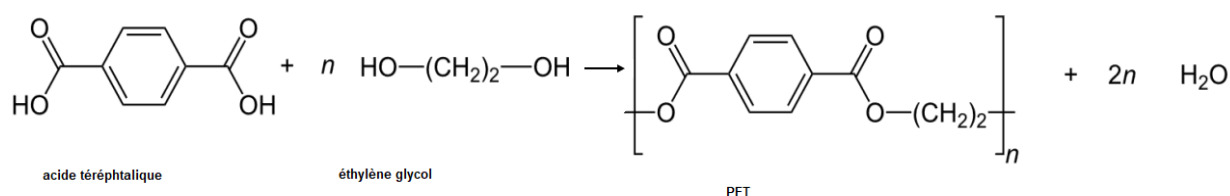
L'étude, publiée le lundi 15 avril 2019, a été menée par une équipe composée de chercheurs des universités de Toulouse, Orléans et Strathclyde (Écosse). Des échantillons ont été récoltés en zone Natura 2000 des Pyrénées, dans la vallée de Vicdessos en Ariège, à près de 1 500 m d'altitude. Des particules microscopiques de plastique y ont donc été retrouvées, dans des quantités comparables à ce que l'on peut trouver à Paris d'après les chercheurs. Celles-ci ont tout simplement été transportées par le vent, depuis les aires urbaines.



(presse locale Midi-Pyrénées)

Document 2 – Le polytéréphtalate d'éthylène

Le PET ou polytéréphtalate d'éthylène est un polymère obtenu par réaction entre deux monomères différents : l'éthylène glycol et l'acide téréphtalique. Ces deux monomères réagissent pour former une chaîne polymère avec expulsion de molécules d'eau :



Document 3 - Proposition n°1

Qu'est-ce que le polyéthylène « l'm green™ » ?

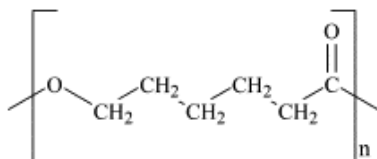
Le polyéthylène est un thermoplastique, traditionnellement produit à partir de ressources fossiles comme le pétrole ou le gaz naturel ; on peut aujourd'hui trouver du polyéthylène dans de nombreux produits de la vie courante : packaging alimentaire, produits cosmétiques, boissons, sacs en plastique... Les plastiques « verts » ou « green », aussi connus sous le nom de polyéthylène « l'm green™ », sont des plastiques fabriqués à partir de ressources renouvelables : l'éthanol en provenance de la canne à sucre brésilienne.

Les polyéthylènes « l'm green™ » possèdent les mêmes caractéristiques techniques qu'un polyéthylène d'origine pétrolière : application, performance et recyclage... aucune différence ne peut être observée. Leur température de transition vitreuse est de - 110 °C. Leur température de fusion varie de 85 °C à 110 °C suivant la densité.

Source : Site résinex.fr

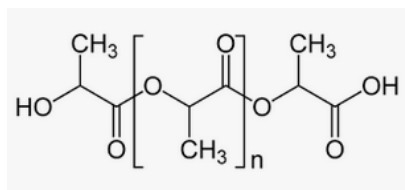


Document 4 - Proposition n°2



La polycaprolactone (PCL) est un polyester, l'un des rares qui est thermodurcissable. Il est obtenu à partir du pétrole et peut être composté. Il est utilisé entre autres en médecine pour sa biocompatibilité, pour des fils de suture qui se résorbent naturellement lors de la cicatrisation. La température de fusion de ce polymère est de 60 °C. Sa température de transition vitreuse est de - 60 °C.

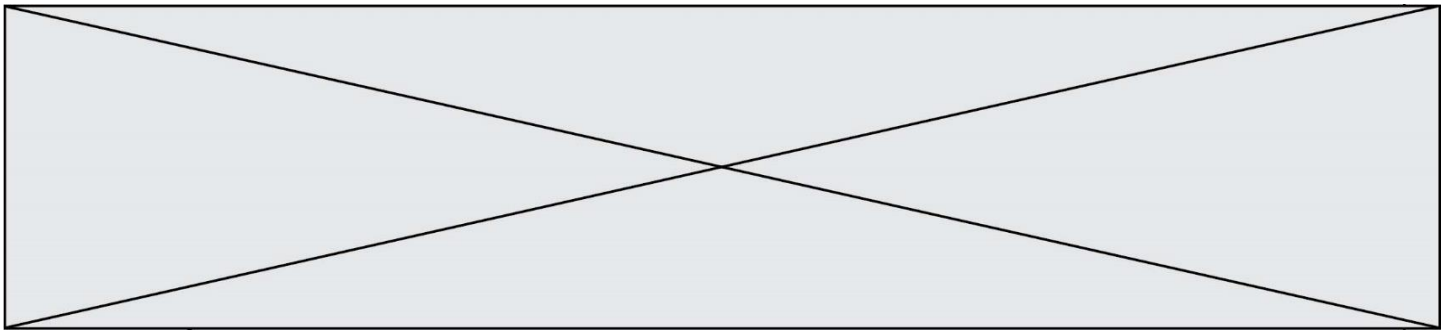
Document 5 - Proposition n°3



L'acide polylactique (PLA) est un polymère thermoplastique obtenu à partir de l'amidon de maïs.

Il peut être composté mais de manière industrielle car sa dégradation nécessite une température supérieure à 60 °C. Des études ont montré qu'en conditions naturelles (mélange de sable et d'eau de mer), au bout d'un an, seulement 20 % du PLA s'est dégradé et la biodégradation semble atteindre un plateau et ne pouvoir aller au-delà dans ces conditions. Il n'est pas recyclé car il est fabriqué en faibles quantités.

Sa température de transition vitreuse est de 60 °C, sa température de fusion de 175 °C.



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 λ 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 réfléchie et la couleur transmise si la source de lumière qui éclaire la coupe de Lycurgue était : rouge, verte puis bleue ?

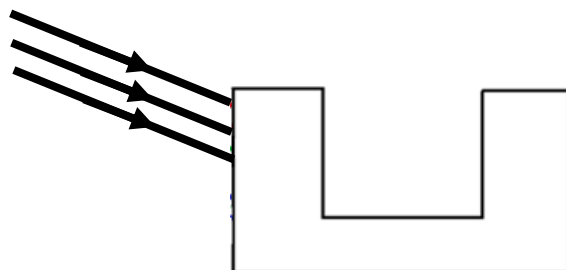
Observateur
fixe

Schéma 1

Coupe

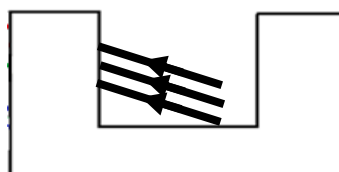
Observateur
fixe

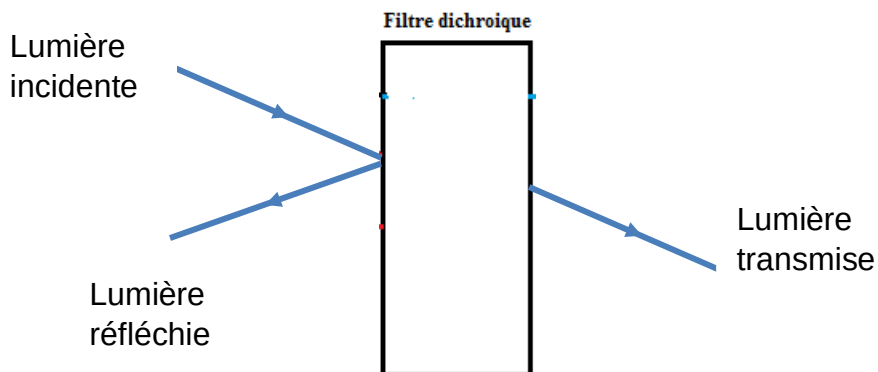
Schéma 2

Coupe

Document 1

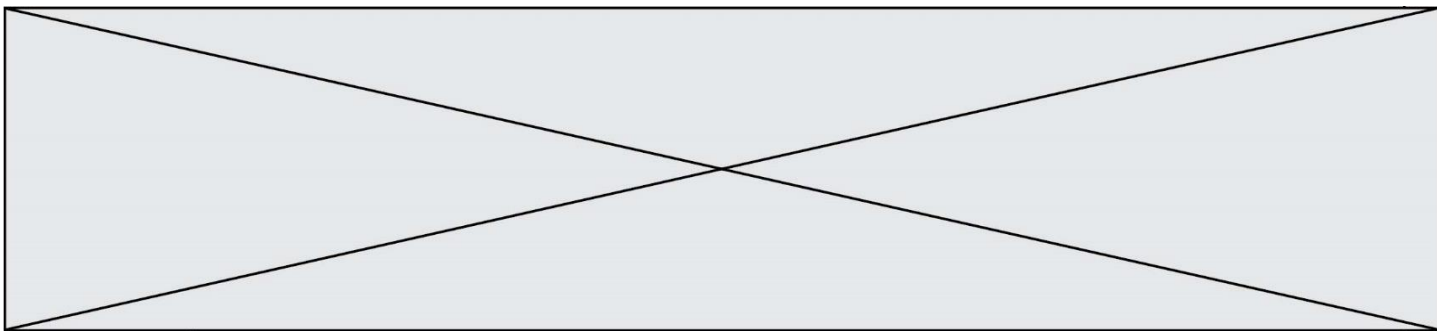
Un **filtre dichroïque** (du grec, littéralement «deux-couleurs») ou **filtre interférentiel** est un filtre dont les propriétés de transmission et de réflexion de la lumière dépendent fortement de la longueur d'onde.

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



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^e 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 $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.