



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 :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

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.

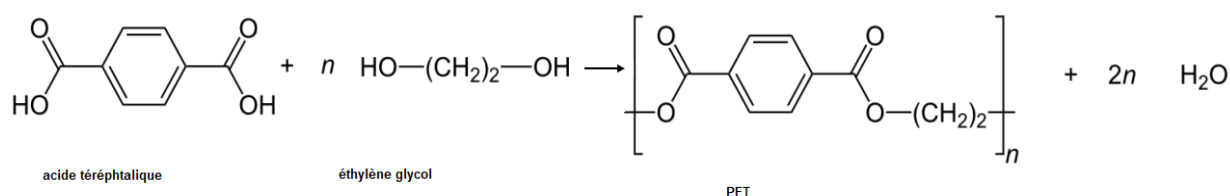
L'étude, publiée le lundi 15 avril 2019, a été menée par une équipe composée de chercheurs des universités de Toulouse, Orléans et Strathclyde (Écosse). Des échantillons ont été récoltés en zone Natura 2000 des Pyrénées, dans la vallée de Vicdessos en Ariège, à près de 1 500 m d'altitude. Des particules 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™ » ?

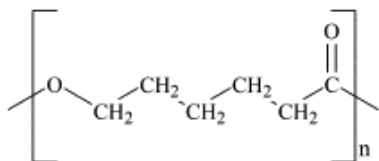
Le polyéthylène est un thermoplastique, traditionnellement produit à partir de ressources fossiles comme le pétrole ou le gaz naturel ; on peut aujourd'hui trouver du polyéthylène dans de nombreux produits de la vie courante : packaging alimentaire, produits cosmétiques, boissons, sacs en plastique... 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

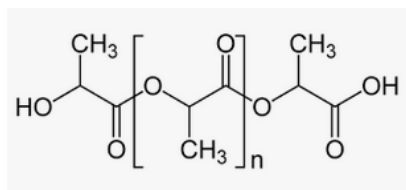


Document 4 - Proposition n°2



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)

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.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

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 λ 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.

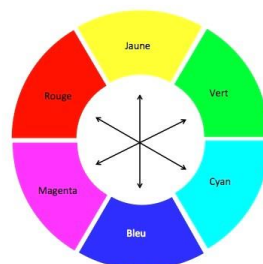
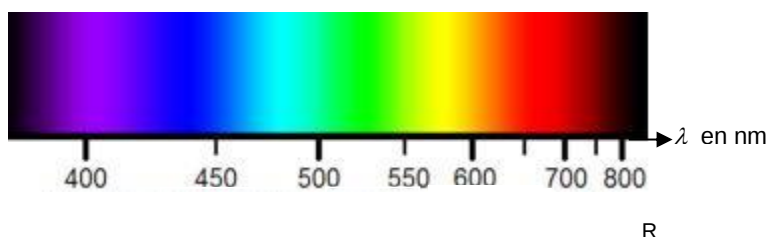
Nommé professeur de chimie et directeur des teintureries de la manufacture des Gobelins en 1824, il s'intéresse au mécontentement des teinturiers qui observent que certaines teintures ne donnent pas, sur la laine, les couleurs qu'ils attendent. Il devine que les problèmes les plus complexes ne sont pas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

En 1839, Chevreul écrit un essai sur la loi du contraste simultanée 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





Document 3 - Définition de la réflectance

En photométrie, la réflectance, également nommée facteur de réflexion, est la proportion de lumière réfléchi par la surface d'un matériau. Elle est définie comme le rapport entre le flux lumineux réfléchi et le flux lumineux incident. Elle s'exprime généralement sous la forme d'un pourcentage.

La réflectance d'une surface varie généralement en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente.

Document 4 - Spectres de réflectance de deux pigments en fonction de la longueur d'onde λ .

