

## VOIE TECHNOLOGIQUE

STD2A : sciences et technologies du design et des arts appliqués

2<sup>DE</sup>

1<sup>RE</sup>

T<sup>LE</sup>

Physique-chimie

ENSEIGNEMENT  
SPÉCIALITÉ

## TEXTILE ÉCLAIRANT DANS L'AUTOMOBILE

### Type d'activité

Travail par groupes.

### Éléments du programme

Notions et contenus - Capacités exigibles

- **Fibre optique**
  - Expliquer le guidage de la lumière dans la fibre optique.
- **Éléments de photométrie visuelle**
  - Exploiter la relation entre le flux lumineux et l'éclairément.

### Compétences travaillées

S'approprier, raisonner, communiquer.

## Documents

### Document 1 : Les textiles intelligents se préparent à prendre la route

La voiture du XXI<sup>e</sup> siècle devait ressembler à un vaisseau spatial se faufilant entre les gratte-ciel. Finalement, elle ressemblera davantage à une extension du «home sweet home» avec des tissus antistress, chauffants, éclairants... « Nous travaillons sur les prestations de confort, l'ambiance, le silence et sur les prestations fonctionnelles », confirme Anne Bardot, responsable «perception et facteurs humains» de PSA Peugeot Citroën.

Pour augmenter le confort, les équipementiers suivent aussi la piste des textiles éclairants obtenus grâce au tissage de fibres optiques et de fibres naturelles. Un plafond lumineux serait ainsi plus sécurisant pour les longs trajets de nuit sur autoroute. Les procédés actuels permettent déjà d'intégrer la fibre au tissage, sans qu'elle casse et tout en conservant les qualités originelles du textile, telles que la souplesse.

D'après un article intitulé les textiles intelligents se préparent à prendre la route du site [usinenouvelle.com](http://usinenouvelle.com).

Retrouvez éduscol sur :



## Document 2 : Tissus lumineux

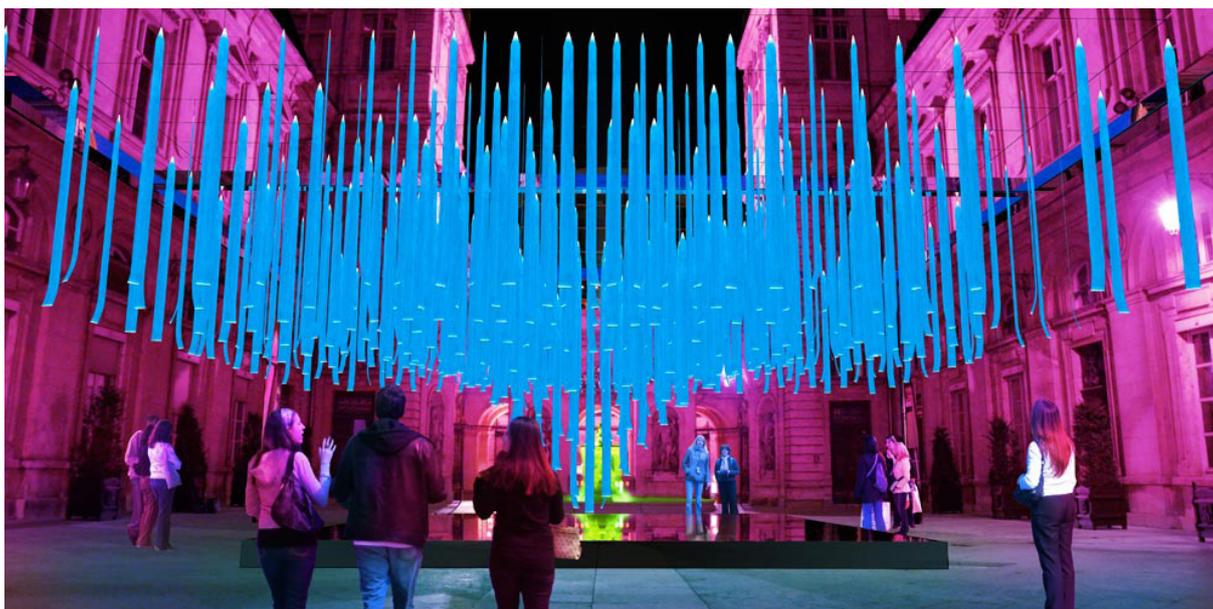
Le tissu lumineux est fait de fibres optiques ultra-fines directement tissées avec des fibres synthétiques. Les fibres optiques sont spécialement traitées, afin de leur permettre d'émettre de la lumière sur toute leur longueur (fibres à émission latérale). Les fibres optiques sont ensuite connectées à des LED (dissimulées dans des bordures sur le pourtour du tissu ou sur un rail), qui injectent de la lumière dans le tissu. [...] Il résiste à l'eau et peut-être lavé. Le tissu peut être plié parallèlement aux fibres optiques sans risque. Le tissu lumineux peut être alimenté par un adaptateur secteur 110 ou 220 V pour les applications fixes ou par piles (jetables ou rechargeables).

En fonction du type de module électronique utilisé, la lumière peut être de différentes couleurs (RVB).

Différentes couleurs peuvent être mélangées au sein du tissu créant des effets visuels très originaux.

D'après la page « Tissus lumineux fibres optiques » du site internet de l'entreprise MIDLIGHTSUN.

Vue de la cour haute de l'Hôtel de Ville de Lyon avec la suspension monumentale.



Crédit : © CNRS, Éric Michel, Adagp Paris 2015 & Akari Lisa Ishii (ICON). Visuel Alban Perret.

L'illustration est issue de la page intitulée « [Le Vortex : la soie au service de l'art](#) » du site du CNRS.

Retrouvez éduscol sur :



### Document 3 : Fibre optique

Une fibre optique est un fin tuyau constitué d'un cœur entouré d'une gaine.

Le cœur et la gaine sont fabriqués dans des matériaux transparents.

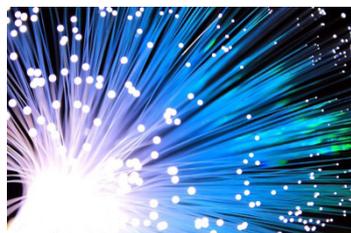
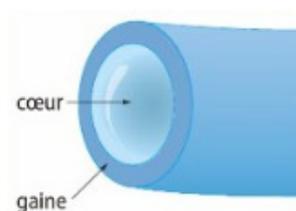
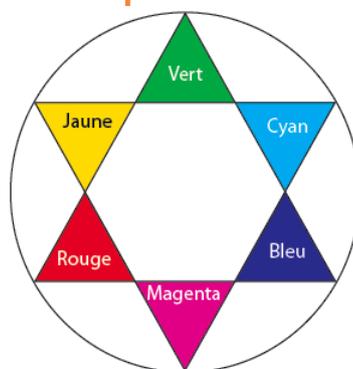


Illustration d'après pixabay.com.



### Document 4 : Cercle chromatique



### Document 5 : La fontaine lumineuse

Vidéo sur la [fontaine lumineuse](#) présente sur le site « Physique à main levée ».

Retrouvez éduscol sur :



## Document 6 : Protocole de fabrication d'une fibre optique en gélatine

### Matériel à disposition

- une feuille de gélatine
- eau
- deux béchers
- un tube à essai
- un dispositif chauffant
- un réfrigérateur
- une spatule
- un laser
- un support élévateur

### Protocole expérimental

- Laisser une feuille de gélatine tremper dans un bécher d'eau pendant 5 min.
- Faire bouillir 100 mL d'eau et insérer la feuille de gélatine humidifiée.
- Après entière dissolution, verser l'ensemble dans un tube à essai.
- Laisser refroidir à l'air libre ou au réfrigérateur. (environ 30 minutes).
- Passer le tube à essai quelques secondes sous l'eau chaude.
- Démouler l'eau gélifiée sur le plateau du support élévateur.
- Placer le laser pour que son faisceau pénètre dans le cylindre d'eau gélifiée.
- Observer.

## Document 7 : Quelques ordres de grandeur d'éclairement de différentes sources lumineuses

Source lumineuse	Éclairement
Soleil direct	$10^5$ lx
Lumière du jour	$10^4$ lx
Ciel couvert	$10^3$ lx
Éclairage artificiel correct	100 lx
Éclairage public	50 lx
Crépuscule	10 lx
Pleine lune	0,2 lx
Ciel étoilé	$10^{-3}$ lx

Retrouvez éduscol sur :



## Document 8 : Éclairement lumineux d'une surface S

L'éclairement d'une surface correspond au flux lumineux (quantité de lumière émise) qu'elle reçoit par unité de surface. L'éclairement  $E$  se mesure avec un luxmètre et s'exprime en lux (lx).

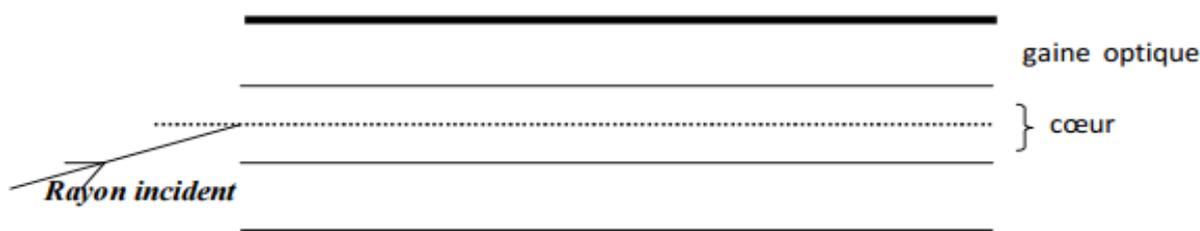
L'éclairement est défini par la relation :

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Avec,  $\Phi$  le flux lumineux en lumen (lm) et  $S$  la surface éclairée en mètre carré (m<sup>2</sup>).

### Questions

1. La voiture du XXI<sup>e</sup> siècle doit être confortable et donc dotée d'accessoires équipés de textiles intelligents de type chauffant, à mémoire de forme, etc. Par exemple, une marque de voiture offre la possibilité d'apposer un tissu de donner au plafond de la voiture un effet de ciel étoilé. Comment qualifiez-vous le tissu du plafond ?
2. Quelles sont les fibres constituant un tissu lumineux ?
3. D'où provient la lumière permettant d'éclairer le tissu ?
4. Décrire la structure d'une fibre optique.
5. On cherche à comprendre le fonctionnement de la fibre optique.
  - 5.1. Réaliser l'expérience du document 6.
  - 5.2. Rédiger les observations issues de cette expérience.
  - 5.3. Compléter le schéma ci-dessous en traçant le cheminement d'un rayon lumineux dans le cœur de la fibre optique.



6. Rédiger une synthèse sur la propagation de la lumière à l'intérieur de la fibre optique du tissu lumineux en utilisant l'ensemble des documents.
7. Marie assise sur le siège arrière de la voiture, décide de bouquiner. Pour lire confortablement son livre, il faut que l'éclairement soit au minimum de 50 lx.
  - 7.1. Sera-t-elle en mesure de faire sa lecture sous l'éclairage « ciel étoilé » de la voiture ? Justifier votre réponse.
  - 7.2. La lampe du plafond de la voiture émet un flux lumineux de 20 lm. Sera-t-il possible qu'elle lise son livre de poche aux dimensions 20 cm x 20 cm ou faudra-t-il qu'elle utilise la lampe de son téléphone portable qui produit un éclairement de 500 lx ? Justifier votre réponse.

Retrouvez éduscol sur :



8. Marie et ses parents se déplacent en pleine nuit en voiture. Marie porte un joli top rouge et un jean slim bleu avec des chaussettes blanches. Elle est assise à l'arrière de la voiture et s'ennuie. Elle décide de changer la lumière du plafond à l'aide de son téléphone connecté et choisit la couleur jaune.

8.1. Quelles sont les couleurs de lumières activées ? Justifier votre réponse.

8.2. De quelles couleurs voit-elle son top, son jean et ses chaussettes ?

Vêtement	Top	Jean	Chaussette
Couleur vue			

Coup de pouce :

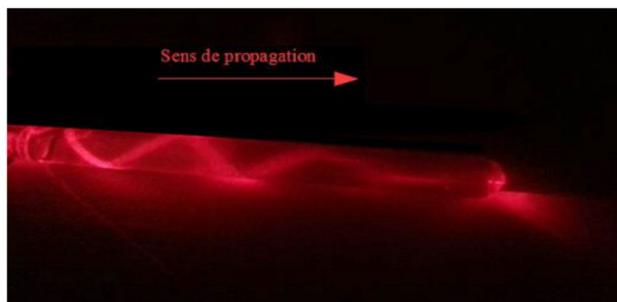


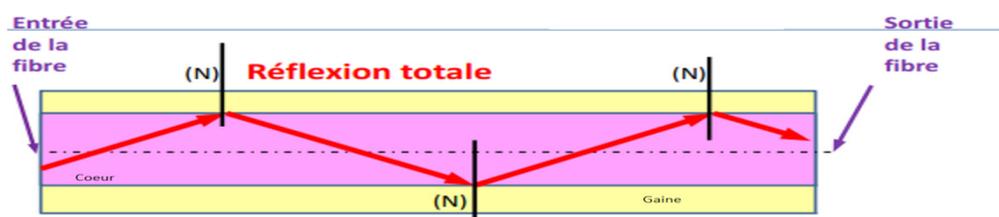
Illustration extraite d'une [ressource d'accompagnement de l'académie de Strasbourg](#).

Retrouvez éduscol sur :



## Correction

1. Il s'agit d'un tissu éclairant.
2. Le tissu lumineux est constitué de fibres optiques tissées avec des fibres synthétiques et /ou naturelles.
3. La lumière provient de sources lumineuses de type LED alimentées soit grâce au secteur soit grâce à des piles jetables ou rechargeables.
4. Une fibre optique est constituée d'un cœur et d'une gaine.
5. On cherche à comprendre le fonctionnement de la fibre optique.
  - 5.1. Réaliser l'expérience du document 6
  - 5.2. On observe la lumière faisant des zigzags à l'intérieur du cylindre de gélatine.
  - 5.3.



**La lumière se propage dans la fibre optique par réflexions totales successives**

6. Un tissu lumineux est constitué de fibres optiques tissées avec des fibres synthétiques et /ou naturelles. Les fibres optiques reçoivent de la lumière de sources lumineuses de type LED alimentées soit grâce au secteur soit grâce à des piles jetables ou rechargeables. Après analyse de l'expérience et du document vidéo, on peut déduire que la lumière chemine dans le cœur de la fibre, en zigzag par réflexions totales successives.
7. Marie assise sur le siège arrière de la voiture, décide de bouquiner. Pour lire confortablement son livre, il faut que l'éclairage soit au minimum de 50 lx. Pour lire confortablement son livre, il faut que l'éclairage soit au minimum de 50 lx.
  - 7.1. La source lumineuse ciel étoilé a un éclairage de  $10^{-3}$  lx, valeur très inférieure à la valeur préconisée. Donc Marie ne sera pas en mesure de faire sa lecture confortablement avec un éclairage ciel étoilé.
  - 7.2. La lampe du plafond de la voiture émet un flux lumineux de 20 lm. Déterminons l'éclairage du livre de poche aux dimensions 20 cm x 20 cm pour ce flux lumineux.
 
$$E = \Phi/S = 20 / (20 \times 20 \times 10^{-4}) \text{ lx} = 500 \text{ lx}$$
 La lampe du plafond de la voiture fournit un éclairage de 500 lx valeur très supérieure à la valeur préconisée 50 lx. Elle pourra lire son livre de poche avec la lampe du plafond de la voiture. Si Marie le souhaite, elle pourra aussi lire son livre avec la lampe de son téléphone portable qui produit un même éclairage.

Retrouvez eduscol sur :



## 8. Question fun

8.1. Les lumières activées sont de couleurs rouge et verte, car le jaune est obtenu par synthèse additive du rouge et du vert.

8.2.

Vêtement	Top	Jean	Chaussettes
Couleur vue	Rouge	Noir	Jaune

Complément pour le professeur : d'autres applications des tissus luminescents existent comme l'illustre la vidéo du CNRS intitulée « [Dépolluer avec... des tissus luminescents](#) » (cette vidéo est également disponible en s'identifiant sur [éduthèque.fr](#)).

Retrouvez éduscol sur :

