

Mots clés :

- conducteurs-supraconducteurs-

// Les conducteurs électriques.**Corrigé** cristaux liquides**a) Présentation d'une utilisation agréable d'un conducteur électrique.**

Sièges chauffants activables par des commandes régulatrices.

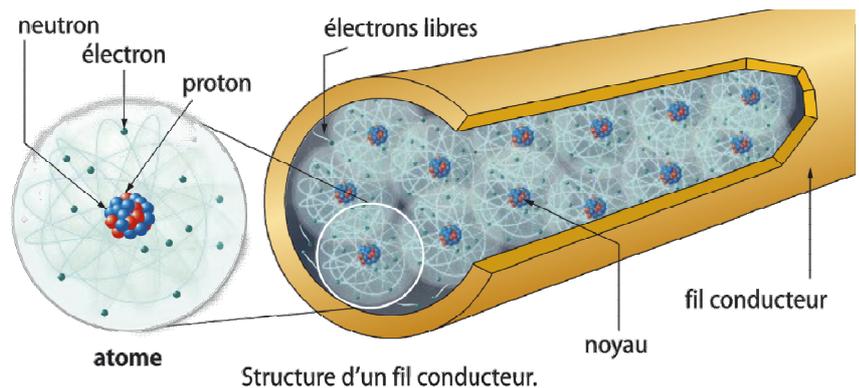
Plusieurs constructeurs automobiles proposent des véhicules équipés de sièges chauffants, qui peuvent faire varier la chaleur ressentie par les passagers grâce à une commande régulatrice présente sur le tableau de bord.

Le principe est d'intégrer dans le siège des fils résistifs, qui sont des fils conducteurs présentant une certaine résistance au passage du courant électrique, transformant ainsi de l'énergie électrique en énergie thermique.

En électricité, un conducteur est un matériau susceptible de laisser passer le courant électrique, autrement dit de permettre le mouvement des porteurs de charge (des électrons libres dans le cas des matériaux métalliques).

Les fils résistifs sont généralement formés d'alliages de métaux. Comme le matériau n'est pas pur, le débit de charges est d'autant plus freiné, ce qui explique l'échauffement du matériau : c'est l'effet Joule.

En laboratoire, les ingénieurs automobiles étudient le comportement des fils résistifs pour pouvoir choisir celui qui sera le plus adapté à telle ou telle utilisation. Ils disposent des paramètres suivants pour changer les caractéristiques du fil résistif : **longueur, section, nature.**



En laboratoire, les ingénieurs automobiles étudient le comportement des fils résistifs pour pouvoir choisir celui qui sera le plus adapté à telle ou telle utilisation. Ils disposent des paramètres suivants pour changer les caractéristiques du fil résistif : **longueur, section, nature.**

Remarque : une solution ionique conduit l'électricité, elle peut donc être étudiée comme un dipôle électrique.

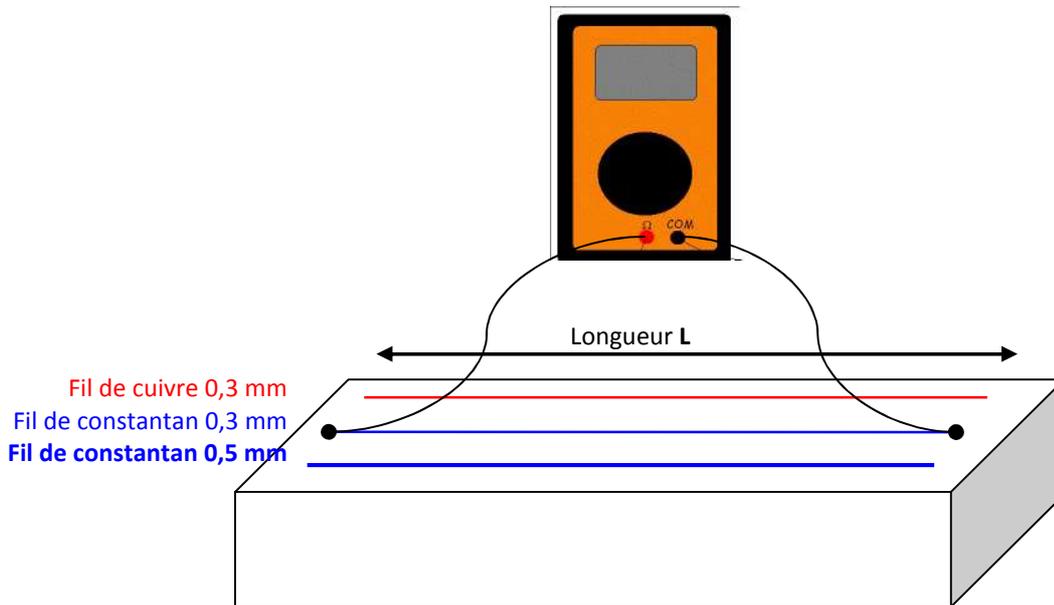
b) Expérimentation : de quoi dépend la valeur de la résistance du fil résistif ?

1.1 Proposer un protocole expérimental pour déterminer dans quel sens les paramètres du fil résistif (L, S, nature) changent la valeur de sa résistance. Les résultats expérimentaux doivent permettre de conclure.

Matériel :

1 Ohmmètre - 2 fils de connexion - 2 pinces crocodiles - 3 fils résistifs de nature et de section différentes

On mesure la résistance R en Ohm des différents fils, de différentes sections et pour différentes longueurs (il suffit de déplacer la pince croco).



- ▶ Influence de la section : Plus le fil est fin et plus sa résistance électrique est grande donc quand S diminue, R augmente : R est inversement proportionnelle à S
- ▶ Influence de la longueur : Plus le fil est long et plus sa résistance électrique est grande donc quand L augmente, R augmente : R est proportionnelle à L
- ▶ Influence de la nature du matériau : A longueur et section égales, la résistance du constantan est supérieure à celle du cuivre

1.2 Parmi les relations suivantes, laquelle traduit la valeur R de la résistance ?

$$R = \rho S L ; R = \rho \frac{S}{L} ; R = \rho \frac{L}{S} \quad \text{où } \rho \text{ est un coefficient de proportionnalité.}$$

On a vu que R augmente si L augmente (proportionnelles) et S diminue (inversement proportionnelles), donc relation 3.

1.3 ρ est appelé résistivité du matériau. Quelle est son unité et dépend-elle de l'un des paramètres testés ?

Pour avoir homogénéité des unités, il faut que la résistivité soit en **$\Omega \cdot m$** .

$$\Omega \leftarrow R = \rho \frac{L}{S} \rightarrow m$$

$$\Omega m \leftarrow \rho \rightarrow m^2$$

De façon générale, ρ **dépend de la nature du matériau**.

Cuivre : $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$

Constantan : $\rho = 49 \cdot 10^{-8} \Omega m$

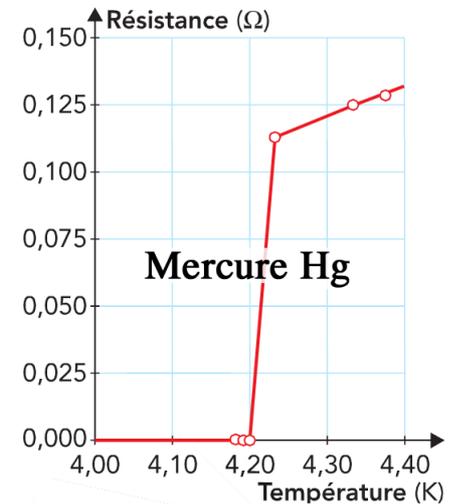
II/ Les supraconducteurs.

Document annexe : « Coup de projecteur sur les supraconducteurs – une journée de visite dans les laboratoires du campus Paris-Saclay ».

2.1 Quels sont les matériaux concernés par la supraconductivité ?

Métaux et alliages + cuprates (oxydes de métal, Cu ou Hg par ex.) + pnictures (Fe).

- 2.2 Qui a découvert ce phénomène (après avoir réussi la liquéfaction de l'hélium à -269 °C) et il y a combien de temps ? **Heike Onnes (NL), 100 ans (cuprates et pnictures — de 30 ans).**
- 2.3 Qu'est-ce que la supraconductivité ?
C'est la capacité de conduire parfaitement un courant électrique, sans résistance.
- 2.4 A quoi est-elle due, et quelle condition doit être atteinte ?
Les électrons se regroupent par paire et forment une onde quantique, se propageant sans pertes d'énergie. Le matériau doit être à sa température critique T_c (≈ 1 à 33 K pour SC classiques, 55 à 135 K pour cuprates et pnictures).
- 2.5 D'après la courbe ci-contre, donner la valeur de la température critique du mercure, en K et en $^{\circ}\text{C}$. Expliquer.
 $T_{c\text{Hg}} = 4,20\text{ K}$, car $R = 0,000\ \Omega$.
 $T_{c\text{Hg}} = -273,15 + 4,20 = -268,95\text{ °C}$. ($T_{\text{fusion Hg}} = -39\text{ °C}$)
- 2.6 Qu'appelle-t-on l'effet Meissner ? **C'est l'effet d'exclusion de tout champ magnétique d'où lévitation d'un aimant au-dessus d'un supraconducteur.**
- 2.7 Quelles sont les principales applications pratiques de l'utilisation des supraconducteurs ?
La supraconductivité permet d'obtenir des champs magnétiques très grands sans énormes pertes par effet Joule et intensité de courant colossale : \Rightarrow primordial dans accélérateurs de particules, imageries médicales (IRM, RMN...), développement de la fusion nucléaire contrôlée, trains en lévitation, etc.

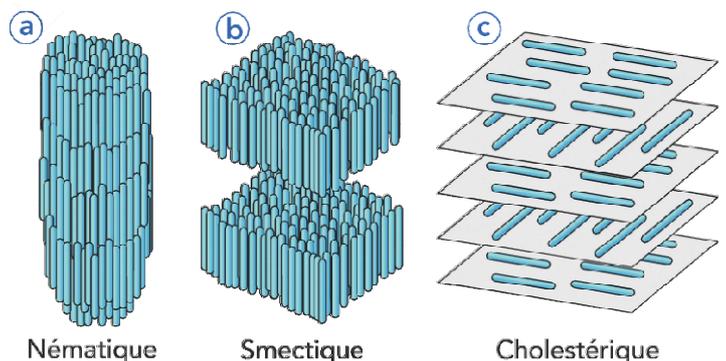


III/ Les cristaux liquides.

Un nouvel état de la matière aux multiples applications.

Un cristal liquide est un état de la matière, état mésomorphe, qui présente à la fois des caractéristiques des liquides et des solides. Il est souvent constitué de molécules organiques dissymétriques, généralement polaires, relativement « rigides », allongées en bâtonnets ou en forme de disques qui, selon les conditions expérimentales (température, action d'un champ électrique, etc.), peuvent se déplacer et s'orienter parallèlement les unes aux autres donnant ainsi un ordre local, comme dans un solide.

Les cristaux liquides se présentent sous trois phases différant par l'arrangement des molécules. Dans la phase nématique (du grec nema, « fil ») (a), les molécules ont une orientation selon une direction donnée ; dans la phase smectique (du grec smegma, « savon ») (b), les molécules sont ordonnées en couches, comme dans le savon ; dans la phase cholestérique (c), l'orientation des molécules est unique dans chaque plan, mais varie d'un plan à l'autre conduisant à une structure en hélice dont le pas dépend de la température. D'après P. A.

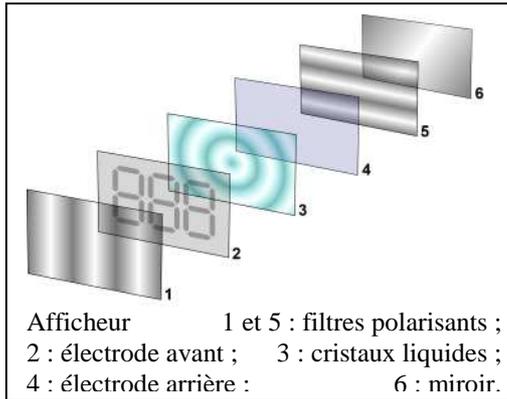


Phases nématique (a), smectique (b) et cholestérique (c).

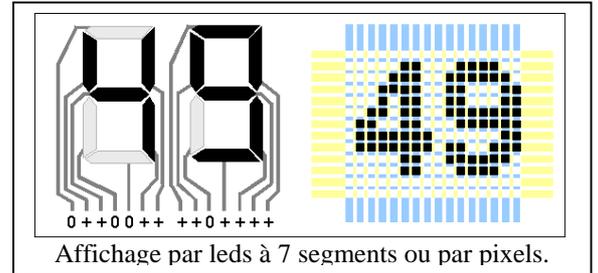
Écran à cristaux liquides (http://fr.wikipedia.org/wiki/Écran_à_cristaux_liquides).

« Cristaux liquides monochromes.

L'écran à cristaux liquides est constitué de deux polariseurs dont les directions de polarisation forment un angle de 90° , disposés de chaque côté d'un sandwich, formé de deux plaques de verre enserrant des cristaux liquides.



Les 2 faces internes des plaques de verres comportent une matrice d'électrodes transparentes pour le noir et blanc. L'épaisseur du



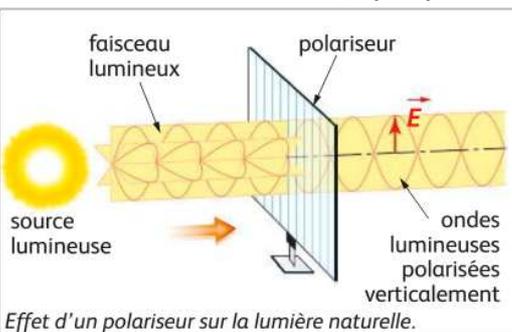
dispositif et la nature des cristaux liquides sont choisis de manière à obtenir la rotation désirée du plan de polarisation, en l'absence de tension électrique (90° dans les écrans TN, technologie de base).

L'application d'une différence de potentiel plus ou moins élevée entre les deux électrodes d'un pixel entraîne un changement d'orientation des molécules, une variation du plan de polarisation, et donc une variation de la transparence de l'ensemble du dispositif.

Cette variation de transparence est exploitée par un rétro-éclairage, par réflexion de la lumière incidente ou par projection. »

Effet de tension.

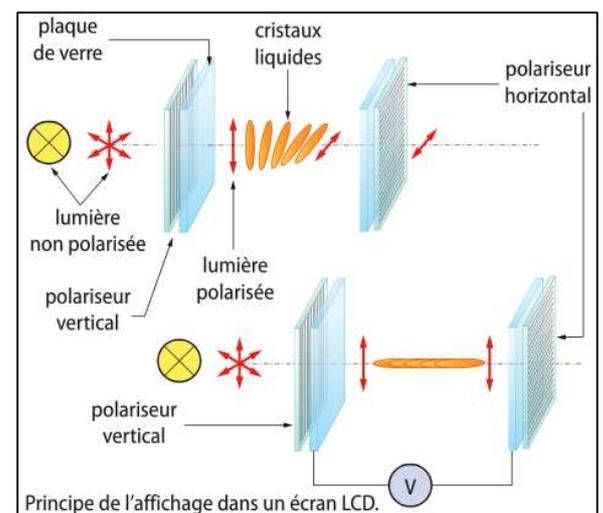
La lumière « naturelle » (non polarisée) peut être décrite comme une onde qui vibre dans toutes les directions, perpendiculairement à sa direction de propagation. Une lumière

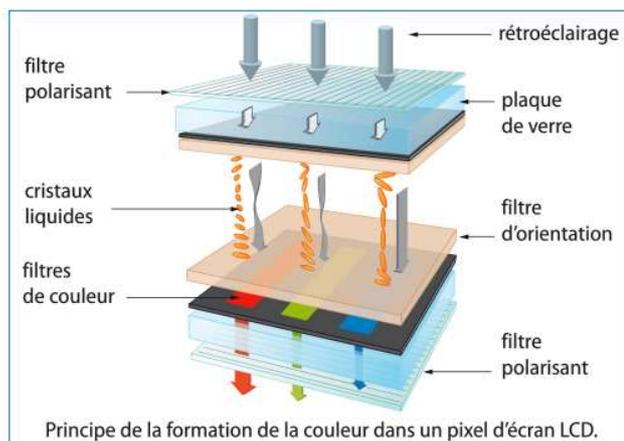


polarisée ne vibre que dans une seule direction. Ce type de lumière peut être obtenu grâce à un polariseur, ou filtre polarisant. Un polariseur ne laisse

passer la lumière que selon une certaine direction de vibration. Les cristaux liquides ont la propriété de faire varier la direction de polarisation de la lumière selon la façon dont ils sont eux-mêmes orientés.

Entourés de polariseurs, ils peuvent donc laisser passer ou non la lumière.





La formation des pixels pour un écran LCD.

Un écran LCD couleur est constitué de pixels comportant chacun 3 zones correspondant aux couleurs primaires du codage RVB.

Chaque zone est commandée par une tension. Dans chaque zone, selon la tension appliquée, les cristaux liquides laissent passer plus ou moins la lumière.

D'après Bordas, collection Espace, Spécialité PC 2012.

3.1 Pourquoi les cristaux liquides sont-ils nommés ainsi ?

Ils présentent à la fois des caractéristiques des liquides et des solides.

3.2 Comment peut-on modifier les propriétés des cristaux liquides ?

Il faut modifier les conditions expérimentales : température, champ électrique, etc.

3.3 Donner une utilisation courante des cristaux liquides.

Ils sont utilisés dans les écrans (TV, calculatrice, etc).

3.4 Quelle propriété des cristaux liquides est modifiée quand ils sont soumis à une tension électrique ? Leur capacité à diffuser de la lumière se trouve modifiée par une tension électrique.

3.5 Sur la figure ci-dessus, quel est le pixel le plus lumineux ? C'est le rouge, à gauche.

3.6 Comparer l'orientation des cristaux liquides et l'intensité lumineuse transmise.

Cristaux liquides orientés dans le sens de propagation de la lumière, pas transmise.

CL orientés perpendiculairement au sens de propagation de la lumière, transmise.

3.7 Quel est l'intérêt d'utiliser des cristaux liquides dans un écran LCD ?

Ainsi, on dispose d'un matériau dont les propriétés optiques sont modifiées avec une tension, qui permet donc de réguler l'éclairage de filtres RVB.