
OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD



Cristaux liquides

LYCÉE

Lycée International - 01210 Ferney-Voltaire (*Lyon*)

PARTICIPANTS

Professeur

B. HAGUENAUER

Élèves

Mariam BAIRI, Xavier BONNEVILLE, Nathalie COIN, Matthieu VITAL-DURAND.

OBJECTIFS

Mettre en évidence une propriété essentielle des cristaux liquides, *l'anisotropie*, et l'exploitation de cette propriété pour les applications technologiques en *visualisation* (affichage LCD, écrans de téléviseur...).

LE PRISME NÉMATIQUE

Une petite cuve en forme de prisme, réalisée à l'aide de plaques de Plexiglas collées avec une colle époxy, contient un peu de cristal liquide. Avant le collage, les surfaces obliques du prisme ont été frottées avec du coton dans la direction parallèle à l'arête du prisme.

Un faisceau laser, perpendiculaire à l'arête du prisme, permet de montrer la *biréfringence* du prisme nématique. L'indice ordinaire n_o vaut 1,45. L'indice extraordinaire n_e vaut 1,66.

 OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

En insérant sur le trajet des deux rayons un polariseur, on constate que le rayon ordinaire est polarisé perpendiculairement à l'arête du prisme. Le rayon extraordinaire est polarisé parallèlement à l'arête.

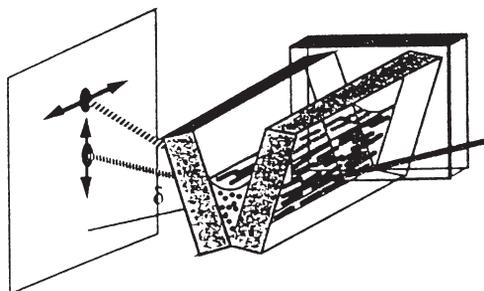


Figure 1 : Prisme nématique (H. KITZEROW, TU, Berlin).

On retrouve donc, avec le prisme nématique, le phénomène de biréfringence de certains cristaux «classiques» tel le spath d'Islande. Le fait d'avoir frotté les parois du prisme dans la direction parallèle à l'arête a permis l'orientation des molécules du nématique. Les molécules sont des molécules en «bâtonnet», avec une partie centrale rigide et des chaînes souples aux extrémités.

LES NÉMATIQUES EN HÉLICE

La figure 2 schématise le principe de fonctionnement d'une cellule nématique en hélice. Un film mince (de quelques micromètres) de cristaux liquides nématiques est inséré entre deux lames de verre recouvertes d'un conducteur transparent et traitées pour induire un «*ancrage*» des molécules. Les deux directions d'alignement sont tournées de 90° . En simplifiant, on peut dire qu'une telle structure fait tourner de 90° la direction de polarisation d'une lumière incidente linéairement polarisée. Lorsqu'un analyseur et un polariseur sont disposés comme indiqué sur la figure, la cellule transmet la lumière. Lorsqu'une tension suffisante est appliquée aux bornes de la cellule les molécules de cristal liquide s'orientent parallèlement au champ électrique et la lumière ne passe plus. C'est le mode d'affichage dit «blanc» ; l'écran est clair lorsqu'il n'est pas activé. Plus de 90 % des afficheurs sont actuellement fabriqués sur ce principe, simple et peu coûteux.

 OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

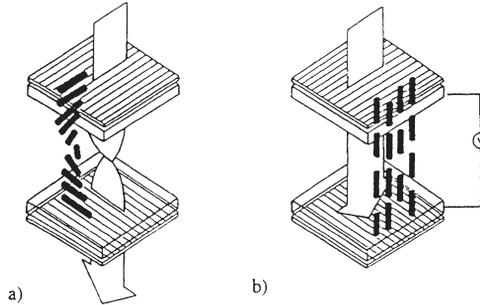


Figure 2 : Principe de l'affichage à cristaux liquides
 a) sans champ électrique (transparent) - b) avec champ électrique (opaque).

MESURE DU TEMPS DE RÉPONSE D'UNE CELLULE PDLC

Les composites cristal liquide-polymère

Le matériau est formé de gouttes de cristaux liquides de quelques micromètres de diamètre, dispersées dans un polymère ayant un indice de réfraction n égal à l'indice ordinaire du cristal liquide.

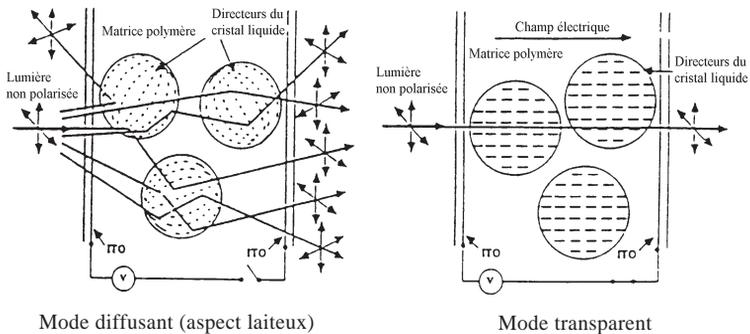


Figure 3

Mise en fonction d'une cellule PDLC

Une cellule de 10 micromètre d'épaisseur est soumise à une tension électrique obtenue en multipliant un signal carré avec un signal sinusoïdal. Un faisceau laser traverse la cellule et arrive sur une photodiode.

OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIADES DE PHYSIQUE – OLYMPIAD

Le courant inverse dans le circuit de la photodiode est analysé sur l'écran d'un oscilloscope.

On observe un *temps de montée* de l'ordre de quelques *dizaines de milliseconde*. Le *temps de descente* lui est un peu supérieur. La rapidité de changement d'état d'un tel cristal est donc compatible avec le temps caractéristique de la persistance rétinienne et le choix de 25 images par seconde pour les écrans de téléviseur.

AIDE ET MATÉRIEL

Nous avons obtenu le matériel nématique, des idées et des conseils par :

- P. PIERANSKI* (Laboratoire de Physique des solides - ORSAY),
- J.-P. JACQUET (LCD-MERCK),
- P. LE BARNY (THOMSON-CSF).

* **NDLR** : Rappelons l'article de P. PIERANSKI «*Cristaux liquides en classe*», publié dans le BUP n° 795, cahier n° 2, juin 1997, pp. 161-224 (+ errata concernant les figures dans le n° 805, cahier n° 2, juin 1998, pp. 215-216).