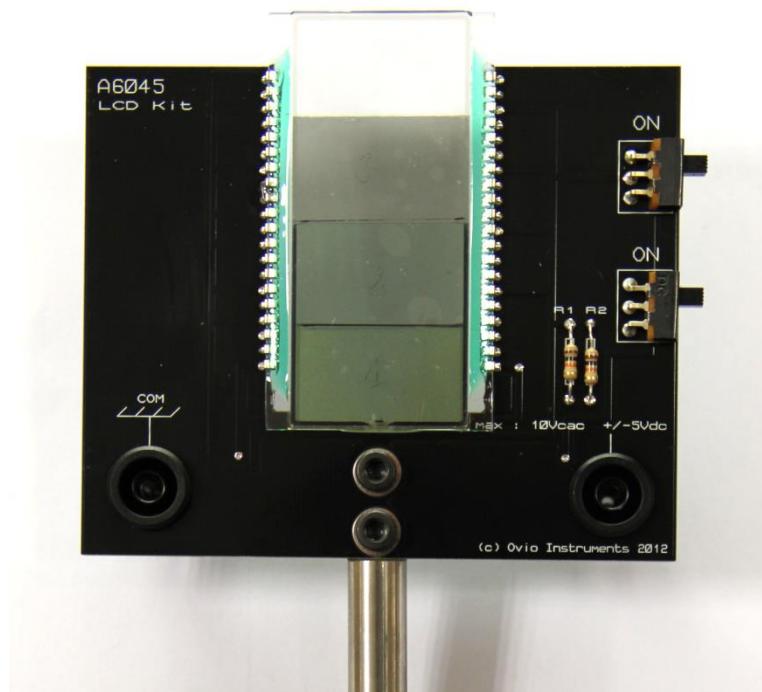


Notice afficheur à cristaux liquides



204054 – LCD D'ETUDE

Introduction

L'acronyme LCD signifie Liquid Crystal Display, il s'agit donc d'un écran à cristaux liquides. Les cristaux liquides appartiennent à un état intermédiaire de la matière entre l'état liquide et l'état solide.

Il est facile d'agir sur leur structure notamment en appliquant un champ électrique qui va contraindre l'alignement des molécules du cristal liquide ce qui aura pour effet de modifier les propriétés optiques de ce dernier, **en particulier sa polarisation**. Le principe de fonctionnement est simple, en l'absence de champ électrique les molécules s'orientent naturellement (effet de twist) et la substance sera parfaitement transparente. A l'opposé, l'action d'un champ électrique crée une modification du milieu et la substance s'obscurcit. Le cristal liquide est inséré entre deux plaques de verre distantes d'environ 10 µm.

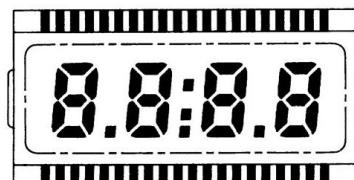
Afficheur & Dispositif

❖ Caractéristiques de l'afficheur

Il s'agit d'un afficheur à cristaux liquides comprenant 4 digits et fonctionnant en utilisation directe.

Spécifications techniques :

- tension : 5V recommandés
- composante continue : 50 mA maxi
- température d'utilisation : -30 °C à +80 °C

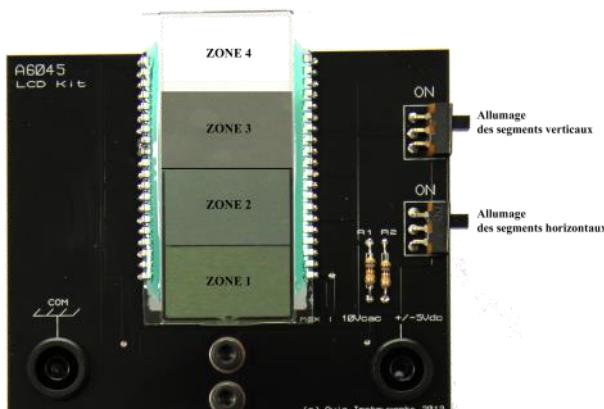


❖ Description du dispositif

L'afficheur LCD est installé sur un support sur lequel des connections électriques ont été réalisées. La borne « C » correspond aux broches communes et la borne « V » permet d'appliquer un champ électrique sur certaines broches du composants.

L'afficheur est constitué de l'empilement suivant :

- un film polariseur sur la face avant, P1
- la cellule à cristaux liquides, CL
- un film polariseur sur la face arrière, P2
- un film réfléchissant, R



Les films ont été en partie retirés sur différentes zones, chaque zone représentant un digit, afin de permettre l'étude du fonctionnement de l'afficheur.

- zone 1 : P1/CL/P2/R
- zone 2 : P1/CL/P2
- zone 3 : P1/CL
- zone 4 : CL

Trois modes d'affichage sont possibles :

- uniquement les segments verticaux,
- uniquement les segments horizontaux,
- le digit complet.

Idées d'expériences

➤ *Etude du fonctionnement de l'écran LCD*

- 1.1 En l'absence de champ
- 1.2 Avec l'application d'un champ électrique

➤ *Mesure du coefficient de transmission & Etude du temps de réponse*

- 2.1 Mesure de l'intensité transmise
- 2.2 Analyse de la courbe de transmission
- 2.3 Etude du temps de réponse

➤ *Etude de la biréfringence*

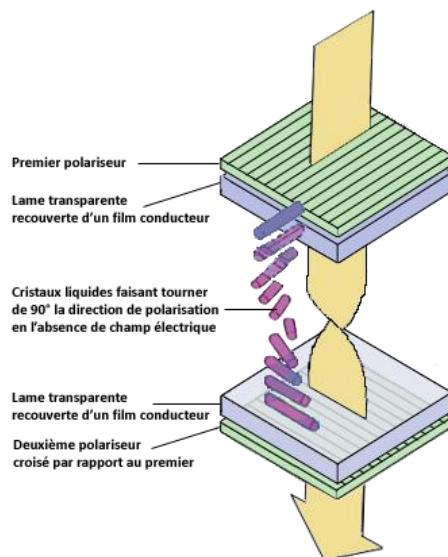
➤ **Etude du fonctionnement de l'écran LCD**

Matériel nécessaire supplémentaire

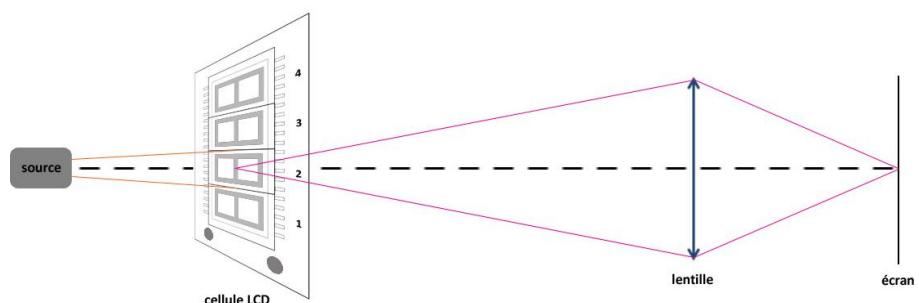
- 1 banc
- 6 cavaliers
- 2 polariseurs de précision
- 1 source de lumière blanche
- 1 lentille convergente
- 1 écran blanc
- 1 alimentation continue
- 1 générateur basses fréquences

1.1 En l'absence de champ

En l'absence de champ électrique, les molécules du cristal sont orientées parallèlement aux plaques de verre. En pratique, l'orientation des molécules est déviée de 90° entre les deux plaques de façon à former une hélice. Des polariseurs extérieurs de matière synthétique sont collés de chaque côté de la cellule, dont le sens de polarisation est dévié de 90° de telle sorte que la lumière puisse entrer par le polariseur de dessus et ressortir par le polariseur du dessous.

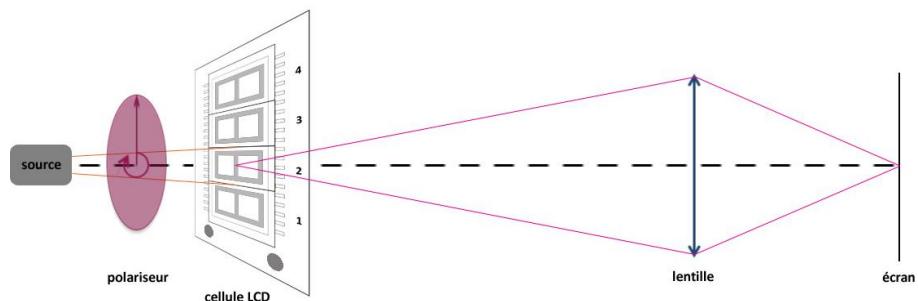


- Eclairer la cellule LCD avec la source de lumière blanche et en faire l'image sur l'écran à l'aide de la lentille de projection.



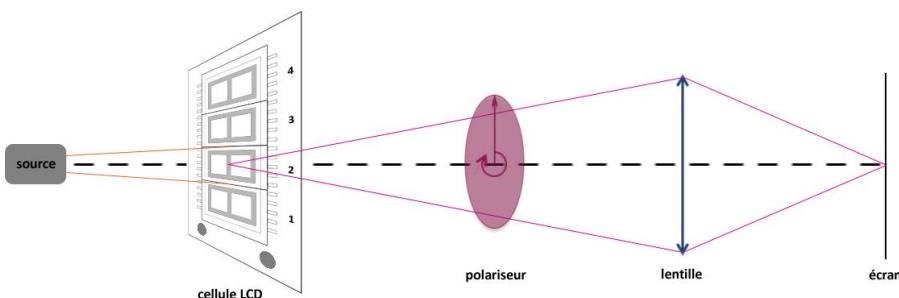
- Placez-vous sur la zone 2 :

- Placer un polariseur devant la cellule LCD et déterminer l'axe du polariseur P1.



L'axe du polariseur P1 est orienté à 135° .

- De même, en plaçant désormais le polariseur derrière la cellule LCD, en déduire l'axe du polariseur P2.

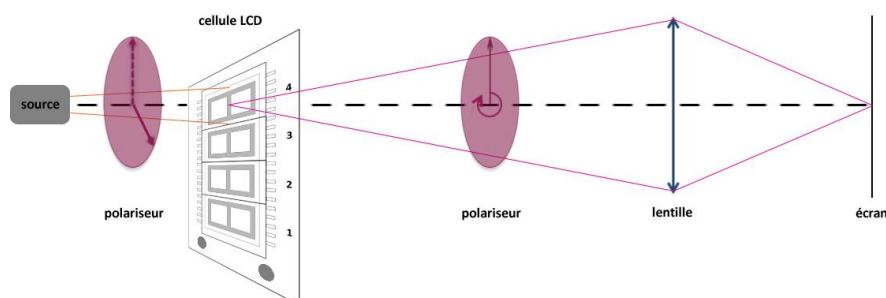


L'axe du polariseur P2 est orienté à 45° .

Pour pouvoir laisser passer la lumière, les polariseurs P1 et P2 doivent être croisés, c'est à dire à 90° l'un de l'autre. Nous nous attendions à avoir des axes de polarisation respectivement horizontal pour P1 et vertical pour P2 or ce n'est pas le cas. De part sa construction, la cellule LCD étudiée possède des axes propres orientés respectivement à 45° et 135° (nous pourrons le vérifier dans une expérience ultérieure). Il est donc nécessaire d'orienter également les polariseurs en fonction de ces derniers.

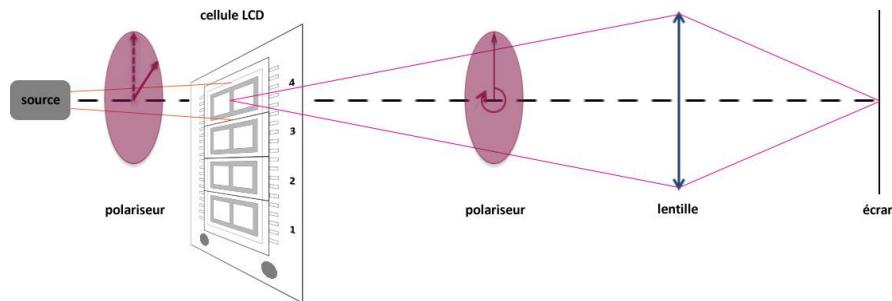
- Placez-vous sur la zone 4 :

- Disposer de part et d'autre de la cellule LCD un polariseur.
- Placer l'index du premier polariseur sur la graduation 135° (c'est à dire dans la même direction que P1) et analyser la polarisation à la sortie du deuxième polariseur.



Nous retrouvons bien la rotation de 90° induite par la cellule LCD et donc une polarisation de 45° pour le deuxième polariseur.

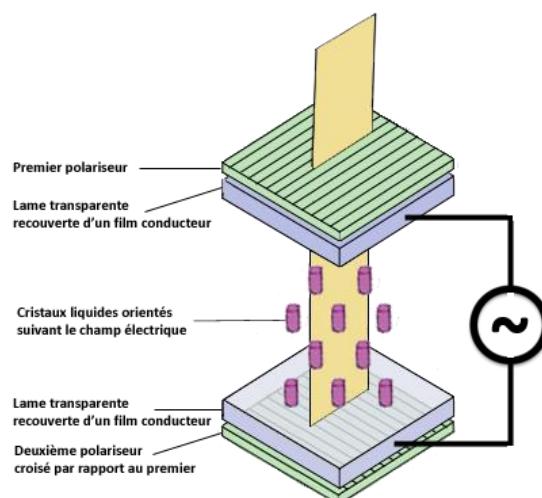
- Placer l'index du premier polariseur sur la graduation 45° (c'est à dire perpendiculairement à la direction qu'aurait P_1) et analyser la polarisation à la sortie du deuxième polariseur.



Nous pouvons voir que même lorsque la polarisation est perpendiculaire aux molécules en entrée, celle-ci a tourné de 90° en sortie.

1.2 Avec l'application d'un champ électrique

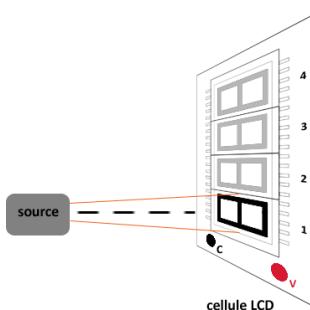
Les deux plaques de verre entre lesquelles le cristal liquide est inséré comportent des électrodes transparentes. Sous l'influence d'un champ électrique, les molécules du cristal liquide s'alignent perpendiculairement aux plaques de verre. Il n'y a plus de déviation de la polarisation de la lumière et celle-ci est alors absorbée par le second polariseur.



1.2.1 Etude du fonctionnement de la cellule LCD en fonction du champ appliqué

- Placez-vous sur la zone 1 :

- Eclairer la zone sélectionnée de la cellule LCD avec la source lumière blanche. Lors de l'application d'un champ, le digit apparaîtra en réflexion.



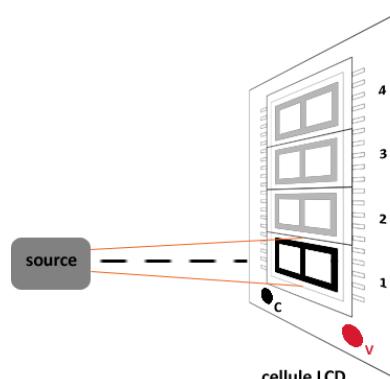
- Appliquer successivement les champs suivants et observer leur effet sur l'affichage du digit.
 - tension continue de 2V
 - tension continue de 5V
 - fréquence 100Hz, amplitude 2Vpp, offset 3V
 - fréquence 100Hz, amplitude 5Vpp, offset 2,5V
 - fréquence 100Hz, amplitude 5Vpp, offset 0V
 - fréquence 100Hz, amplitude 7Vpp, offset 0V
 - fréquence 100Hz, amplitude 10Vpp, offset 0V
 - fréquence 10Hz, amplitude 10Vpp, offset 0V
 - fréquence 1Hz, amplitude 10Vpp, offset 0V

Conclure quant au champ le mieux adapté à la lecture du digit.

Il est conseillé d'alimenter un afficheur LCD en tension alternative afin d'éviter les réactions d'électrolyse sur le cristal liquide qui peuvent le détruire ou réduire fortement sa durée de vie (nb : appliquer une tension d'offset non nulle revient à appliquer une composante continue au système). Le choix de la fréquence sera supérieur à 30Hz de part l'effet de scintillement perçu par l'œil et inférieur à 200Hz puisque le dispositif est limité par la résistance des pistes conductrices et la capacité des segments.

1.2.2 Etude du comportement des différentes zones avec l'application d'un champ de référence

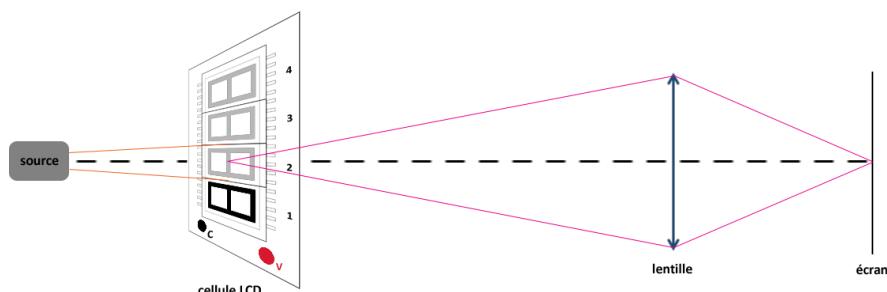
- Relier les deux bornes (V et C) à un générateur de tension. Appliquer une tension alternative sinusoïdale de 10V crête à crête sans offset et de fréquence 100Hz.
 - Placez-vous sur la zone 1 :
- Eclairer la zone sélectionnée de la cellule LCD avec la source lumière blanche et observer l'affichage.



Le digit apparaît en réflexion.

- Placez-vous sur la zone 2 :

- Eclairer la zone sélectionnée de la cellule LCD avec la source lumière blanche et en faire l'image sur l'écran à l'aide de la lentille de projection. Observer l'affichage sur l'écran.

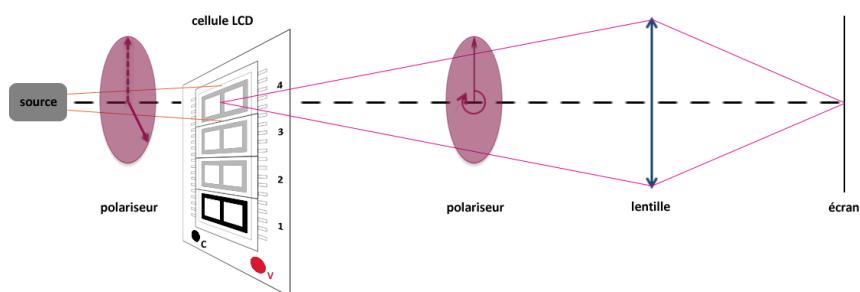


Le digit apparaît en transmission.

- Placez-vous sur la zone 4 :

- Eclairer la zone sélectionnée de la cellule LCD avec la source lumière blanche et en faire l'image sur l'écran à l'aide de la lentille de projection.
- Placer un premier polariseur devant la cellule LCD et l'orienter à 135° . Placer ensuite un second polariseur à la sortie de la cellule LCD.

Chercher l'orientation de ce deuxième polariseur permettant l'affichage sur l'écran du digit noir avec un bon contraste. Noter l'orientation du polariseur à l'aide de l'index.

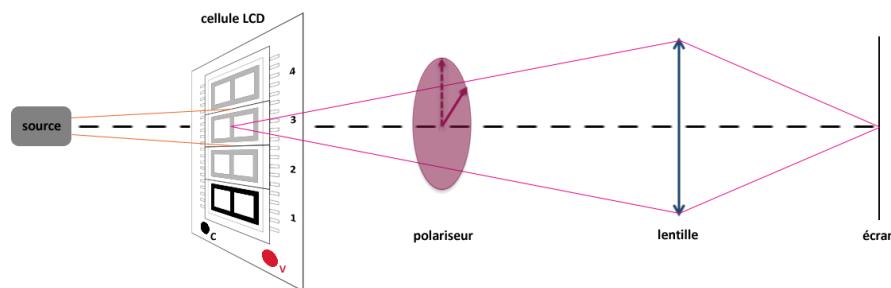


Pour obtenir un bon contraste de l'affichage du digit, il faut que les deux polariseurs soient croisés c'est à dire le deuxième polariseur doit être orienté à 45° .

- Placez-vous sur la zone 3 :

- Eclairer la zone sélectionnée de la cellule LCD avec la source lumière blanche et en faire l'image sur l'écran à l'aide de la lentille de projection.
- Placer un polariseur derrière la cellule LCD.

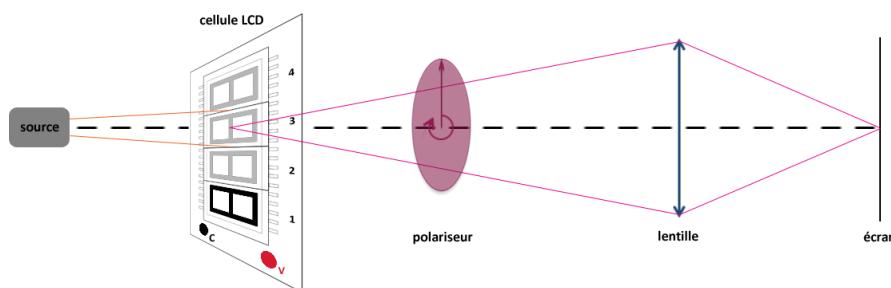
- Orienter ce polariseur à 45°. Observer et décrire l'affichage sur l'écran.



Le digit apparaît sur l'écran noir sur fond blanc, ceci correspond à un contraste positif.



- Rechercher l'orientation permettant d'inverser le contraste de l'affichage. Noter l'orientation du polariseur à l'aide de l'index.



Le digit apparaît sur l'écran blanc sur fond noir (contraste négatif) lorsque les deux polariseurs sont parallèles. Dans notre cas, cet affichage est obtenu pour une orientation à 135° et à 315°.



➤ Mesure du coefficient de transmission

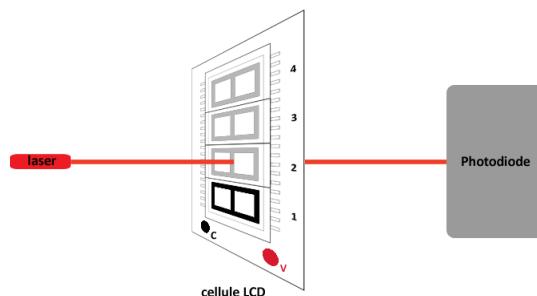
Matériel nécessaire supplémentaire

- 1 banc
- 4 cavaliers
- 1 laser rouge 630-650 nm
- 1 lentille convergente
- 1 détecteur photodiode
- 1 alimentation continue
- 1 générateur basses fréquences
- 1 oscilloscope

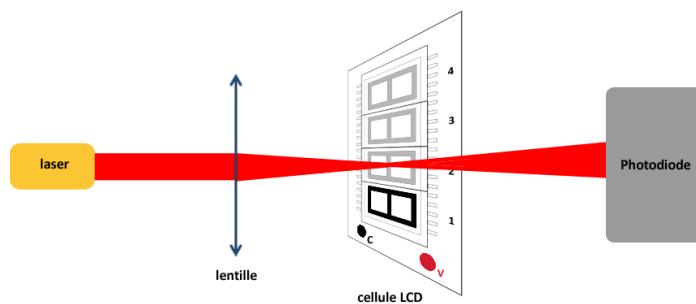
2.1 Mesure de l'intensité transmise

La mesure de l'intensité transmise sera réalisée à l'aide d'une photodiode dont la tension de sortie est proportionnelle à l'éclairement. Les mesures devront être réalisées dans l'obscurité totale ou partielle pour ne pas saturer le détecteur.

- Placer et aligner le laser jeton et la photodiode. Intercaler entre ces derniers la cellule LCD de telle sorte que le faisceau laser traverse la zone 2 qui possède encore 2 polariseurs.
- Brancher la sortie de la photodiode sur l'oscilloscope.
- Placer le faisceau laser au milieu d'un segment.



Si le faisceau est plus large que le segment, placer une lentille convergente devant la cellule LCD de façon à focaliser le faisceau sur le segment.



- Appliquer, à l'aide d'une alimentation, une tension continue U comprise entre 0 et 6V. Faire varier progressivement la tension et observer la variation de l'intensité lumineuse transmise en mesurant la tension V en sortie de la photodiode.

La tension obtenue lorsque le segment est passant, c'est à dire pour $U = 0V$, sera notée V_{max} et celle lorsque le segment est absorbant, pour $U = 6V$, V_{min} .

On peut définir un coefficient d'absorption dont l'expression est la suivante : $T = \frac{V - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$.

On obtient les résultats suivants :

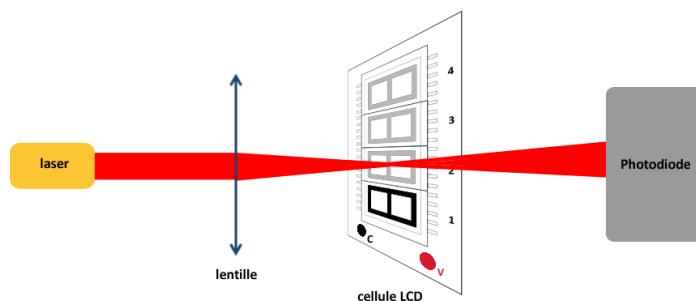
U (en V)	0	1,22	2,6	2,8	3,38	4,13	5,03	6,15
V (en V)	1,5	1,5	1,48	0,960	0,368	0,200	0,184	0,160
T	1	1	0,985	0,597	0,155	0,029	0,017	0

avec $V_{max} = 1,5V$ et $V_{min} = 160mV$.

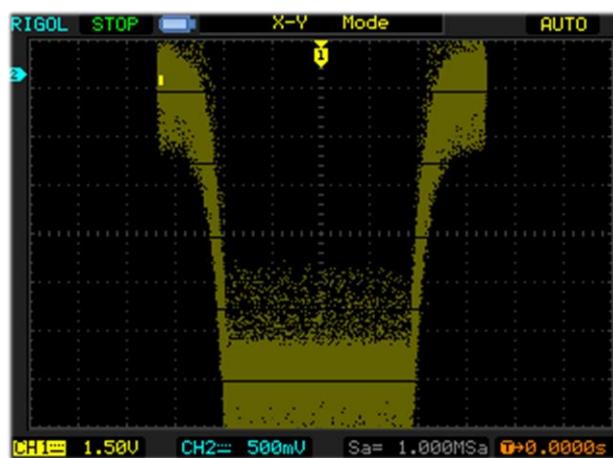
2.2 Analyse de la courbe de transmission

Dans cette partie, on souhaite analyser plus en détails la transmission de la cellule LCD.

- Conserver le montage précédent.



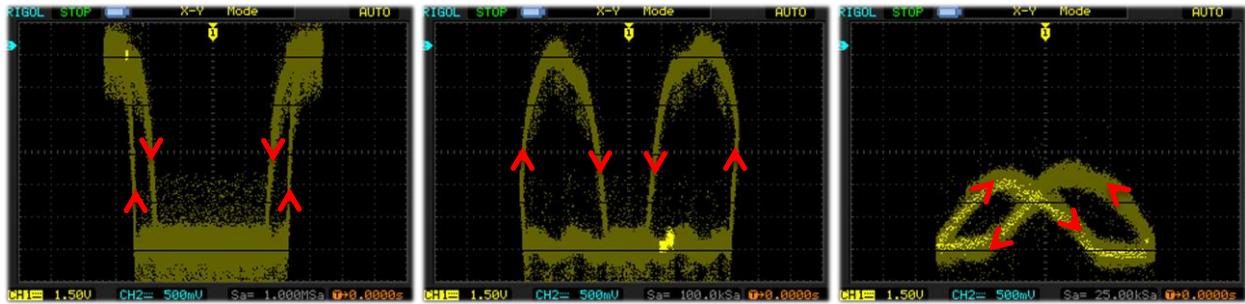
- Appliquer, à l'aide d'un générateur basse fréquence, une tension alternative U en dents de scie de $10Vpp$ et de fréquence $20mHz$. Tracer, à l'aide d'un oscilloscope en mode XY et persistance infinie, la caractéristique V en fonction de U .



On constate une chute brutale de l'intensité pour une certaine tension seuil, ici $V_{seuil} \approx 3,6V$ ainsi qu'un petit pic de transmission juste avant ce seuil. Cette chute correspond à la transition de Fredericks lors de laquelle les molécules basculent dans la direction du champ électrique lorsque la tension seuil est franchie. On peut noter une symétrie pour U positif et négatif.

Il est possible d'observer la présence d'un phénomène d'hystérésis entre la montée et la descente sachant qu'aux alentours de $20 mHz$, l'hystérésis est minimum.

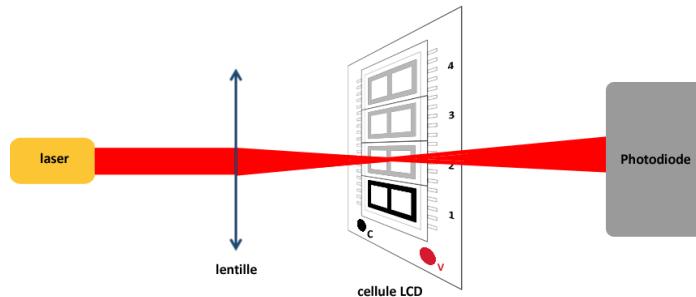
- Augmenter la fréquence progressivement et observer l'évolution de l'hystérésis en fonction de celle-ci.



L'hystérésis apparaît (inversée) au delà de 700mH, elle traduit le fait que la tension varie plus vite que le temps de réponse des cristaux liquides. A partir de 30Hz, la transition disparaît, la cellule ne voit plus qu'une tension moyenne dont la valeur détermine si le segment est passant ou absorbant.

2.3 Etude du temps de réponse

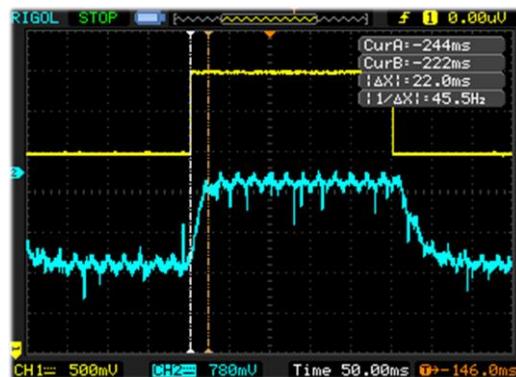
- Conserver le montage précédent.



- Appliquer, à l'aide d'un générateur basse fréquence, un échelon de tension $U(t)$ variant autour de U_{seuil} et de fréquence 2Hz. Pour faire simple, appliquer une tension de 1Vpp et une tension d'offset égale à U_{seuil} . On note $U_0 = U_{\text{seuil}} - 500\text{mV}$ et $U_1 = U_{\text{seuil}} + 500\text{mV}$. Le passage de U_0 vers U_1 correspond à un échelon positif et de U_1 vers U_0 à un échelon négatif.

Nous nous placerons à $U_{\text{seuil}} \approx 3,6\text{V}$.

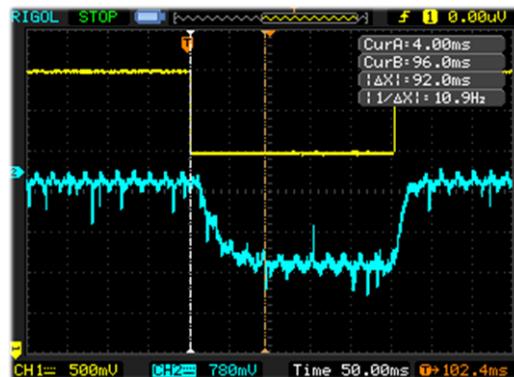
- Régler le déclenchement de l'oscilloscope sur « normal » pour visualiser l'échelon positif. Faire une acquisition du signal en appuyant sur le bouton « stop » et mesurer le temps de réponse directement à l'écran (en vous aidant des curseurs par exemple).



Le temps de réponse, pour un échelon positif, est de l'ordre de 20ms. Ceci est très supérieur au temps de réponse de la photodiode qui est de quelques 100μs.

On s'intéresse désormais à l'échelon négatif.

- Régler le déclenchement de l'oscilloscope sur « inverser » pour visualiser l'échelon négatif. Faire une acquisition de la même façon que précédemment et mesurer le temps de réponse.



Le temps de réponse, pour un échelon négatif, est d'environ 90ms. Celui-ci est plus long que la réponse à un échelon positif. Ceci s'explique par le fait que les cristaux liquides réagissent à l'application d'une tension alors qu'ils se replacent dans leur configuration de « repos » naturellement sans catalyseur.

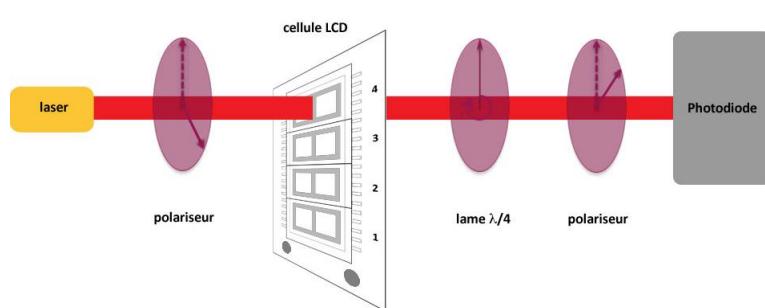
➤ Etude de la biréfringence

Matériel nécessaire supplémentaire

- 1 banc
- 6 cavaliers
- 1 laser rouge 630-650 nm
- 2 polariseurs de précision
- 1 lame $\lambda/4$
- 1 détecteur photodiode
- 1 oscilloscope ou voltmètre

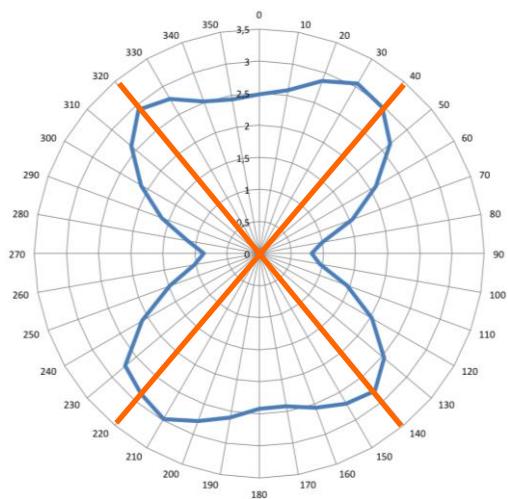
Cette expérience devra être réalisée dans l'obscurité totale ou partielle afin de ne pas saturer le détecteur.

- Placer et aligner le laser jeton et la photodiode. Intercaler entre ces derniers la cellule LCD de telle sorte que le faisceau laser traverse la zone 4 qui ne possède aucun polariseur.
- Placer un premier polariseur, orienté à 135°, devant la cellule LCD et un second, orienté à 45° derrière cette dernière.
- Brancher la sortie de la photodiode sur l'oscilloscope.
- Placer une lame $\lambda/4$ entre la cellule LCD et le second polariseur.



Mesurer la tension en sortie de photodiode, à l'aide d'un oscilloscope ou d'un voltmètre, en faisant varier l'axe de la lame $\lambda/4$ de 10° en 10°.

Le profil de réponse obtenue est de la forme suivante :



Ce profil nous permet donc de déterminer que les axes propres (représenté en orange) de notre cellule LCD sont respectivement orientés à 45° et 135°.

Des services au quotidien

Obtenir des conseils, un devis, une demande de démo



> Service technico-commercial

Pour la Métropole

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : optique@ovio-instruments.com

Web : www.ovio-optics.com

Pour l'International

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : export@ovio-instruments.com

Commander, suivre une commande

> Administration des ventes

Passer une commande

Fax : +33 (0)1 30 44 25 40

E-mail : optique@ovio-instruments.com

Courrier : OVIO Instruments - Service Clients

468, rue Jacques-Monod

CS 21900, 27019 Evreux CEDEX France

Suivre une commande

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : optique@ovio-instruments.com



Obtenir des conseils, un devis, une demande de démo



> Support technique, SAV

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : SAV@ovio-instruments.com

Web : www.ovio-optics.com

Pour l'International

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

Attention : pour tout retour de matériel en SAV, merci de nous appeler au préalable.