

# AFFICHEURS A CRISTAUX LIQUIDES

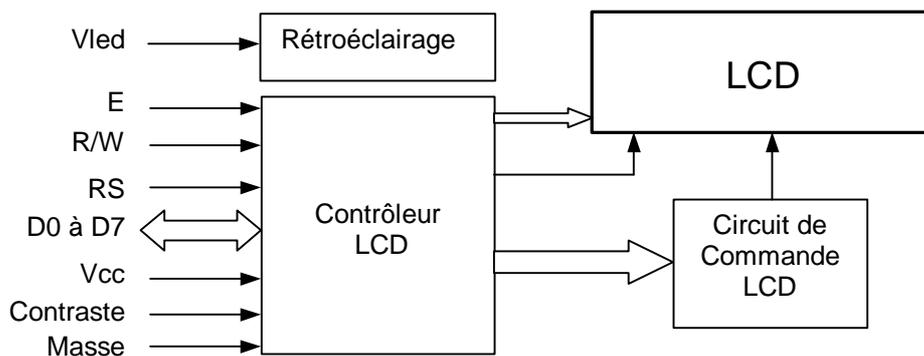
## 1- Généralités

### 1-1 Description :

Les afficheurs à cristaux liquides sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité.

Plusieurs afficheurs sont disponibles sur le marché et ne diffèrent les uns des autres, non seulement par leurs dimensions, (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères), mais aussi par leurs caractéristiques techniques et leurs tensions de service. Certains sont dotés d'un rétro éclairage de l'affichage. Cette fonction fait appel à des LED montées derrière l'écran du module, cependant, cet éclairage est gourmand en intensité (250 mA max.).

### 1-2 Schéma fonctionnel :



Comme le montre le schéma fonctionnel, l'affichage comporte d'autres composants que l'afficheur à cristaux liquides (LCD) seul. Un circuit intégré de commande spécialisé, le *LCD-controller*, est chargé de la gestion du module. Le "contrôleur" remplit une double fonction : d'une part il commande l'affichage et de l'autre se charge de la communication avec l'extérieur.

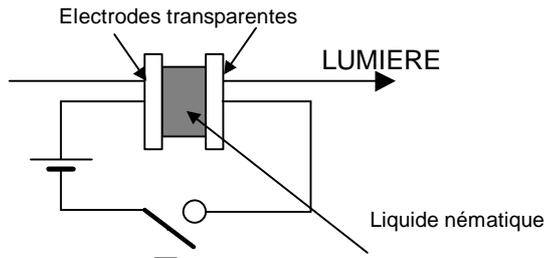
### 1-3 Connexions :

Les connexions à réaliser sont simples puisque l'afficheur LCD dispose de peu de broches. Il faut, évidemment, l'alimenter, le connecter à un bus de donnée (4 ou 8 bits) d'un microprocesseur, et connecter les broches **Enable** (validation), **Read/Write** (écriture/lecture) et **Register Select** (instruction/commande).

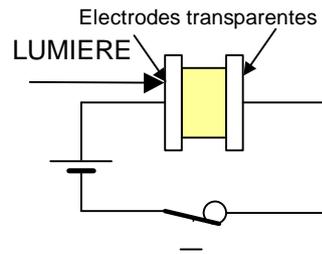
## 2- Principe d'un afficheur à cristaux liquides

Un afficheur à cristaux liquides n'émet aucune lumière en l'absence de source lumineuse extérieure.

Le principe physique est de soumettre un corps pur dont l'état est plus proche de l'état liquide que de l'état cristallin à l'effet d'un champ électrique. Cet état intermédiaire entre liquide et solide est désigné par état nématique caractérisé par une orientation différente des molécules du cristal liquide, qui laisse passer la lumière en l'absence de tension et qui s'opposent au passage de la lumière en présence de tension.

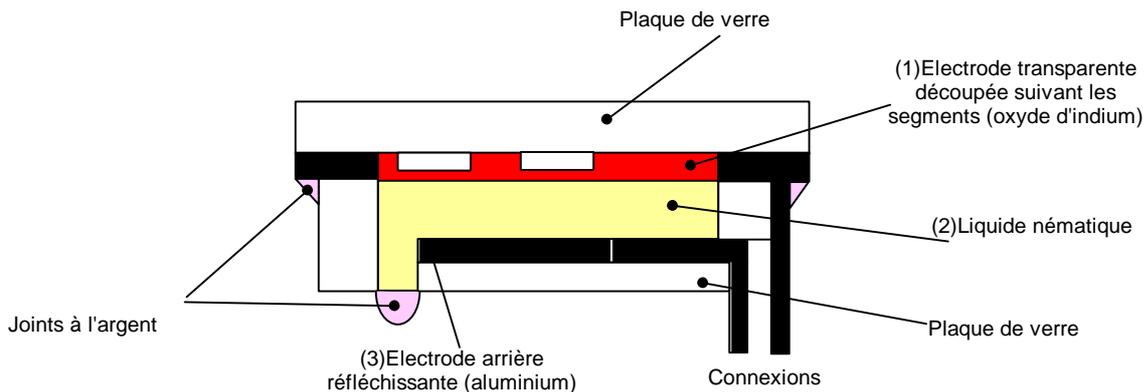


La lumière traverse le cristal liquide



Le cristal liquide est rendu opaque  
La lumière ne traverse plus.

Coupe d'un afficheur à cristaux liquide :



La différence de potentiel est appliquée entre l'électrode transparente et découpée suivant les segments à afficher (1) et l'électrode réfléchissante (3).

Eclairé par une lumière extérieure :

➤ En l'absence de tension entre les deux électrodes le liquide nématique (2) est transparent et la lumière est totalement réfléchi par l'électrode métallique (3).

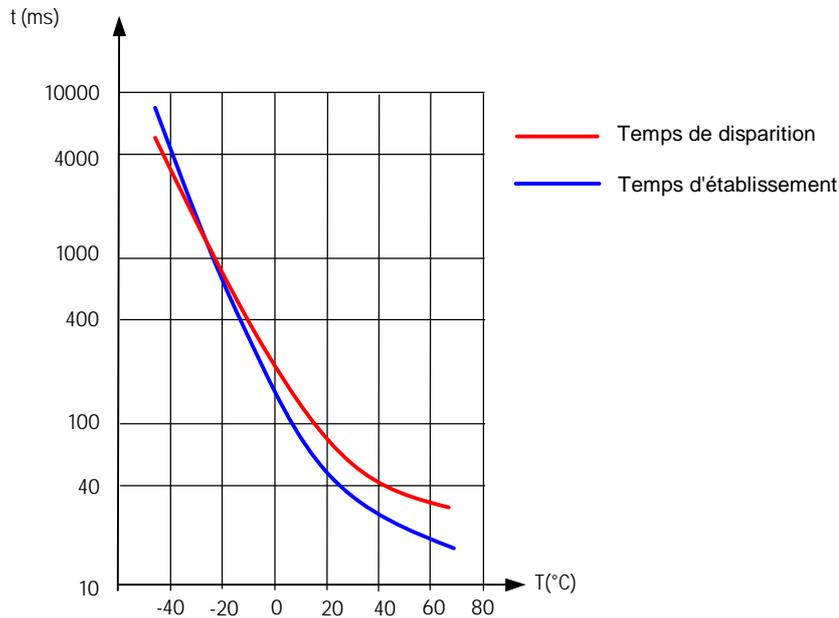
➤ En présence de tension entre les deux électrodes le liquide nématique est opacifié, la lumière n'est plus réfléchi, le segment est affiché.

## 3- Propriétés d'un afficheur à cristaux liquides

### 3-1 Temps de commutation ou temps de réponse :

Après la mise sous tension, un temps de retard à la mise en fonctionnement s'écoule jusqu'à ce qu'une variation de contraste apparaisse. Le temps de montée est mesuré entre 10% et 90% du contraste. De la même manière, il existe un temps de retard ou de retombée.

Les temps de réponse sont fonction de la viscosité de la substance ainsi que de l'épaisseur de la cellule : la viscosité et les temps de réponse décroissent quand la température croit. A 25°C, les temps de réponse sont de l'ordre de 40 ms pour le temps d'établissement et de l'ordre de 40 à 80ms pour le temps de disparition. Ce paramètre représente un des gros inconvénients des LCD.

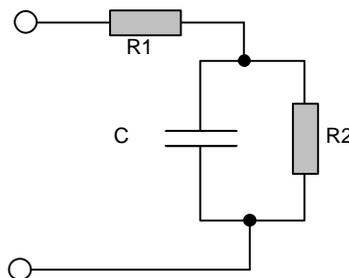


### 3-2 Tension de fonctionnement :

Le contraste et le temps de commutation dépendent de la tension de fonctionnement. Avec une tension de fonctionnement croissante, le temps de la mise en fonctionnement diminue alors que le temps de disparition augmente. Le dépassement de la tension maximale de fonctionnement réduit considérablement la durée de vie du LCD.

### 3-3 Courant de fonctionnement :

➤ Le schéma équivalent d'un LCD peut se représenter comme ci-dessous :



R1 est la résistance série des électrodes et R2 la résistance du cristal. C représente la capacité de la substance nématique. Les valeurs typiques sont  $R1 = 10 \text{ K}\Omega$ ,  $R2 = 1 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}^2$  et  $C = 1,5 \text{ nF/cm}^2$ . Les unités sont cohérentes car R1 est fonction uniquement de la longueur des électrodes et peut être considérée comme constante. R2 diminue et C augmente quand la surface du segment croit, ce qui correspond à une mise en parallèle des segments unitaires.

Les afficheurs à cristaux liquides sont donc une charge capacitive pour la source de tension; le courant de fonctionnement est de ce fait, linéairement dépendant de la tension et de la fréquence de commande. La faible capacité entraîne une très faible consommation en courant. Pour 3 Volts et 33Hz, il est d'environ  $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ , où seule la surface des segments sollicités absorbe ce courant. Ce paramètre est le point fort des LCD.

### 3-4 Fréquence de fonctionnement :

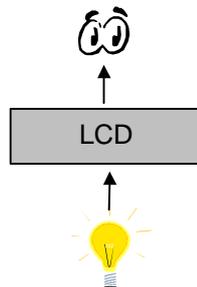
Les afficheurs doivent être alimentés en tension alternative. La fréquence est limitée vers le bas par un effet de scintillement sur l'œil et vers le haut par la constante de temps RC de la résistance d'alimentation des pistes et de la capacité des segments. Le phénomène de scintillement apparaît pour des fréquences inférieures à 30 Hz. La fréquence supérieure est généralement de l'ordre de 200 Hz. L'application de tensions continues supérieures à 50 mV n'est pas admissible, parce que ces tensions provoqueraient alors des réactions d'électrolyse sur le cristal liquide qui peuvent réduire fortement la durée de vie (segment qui reste visible en permanence).

### 3-5 Contraste :

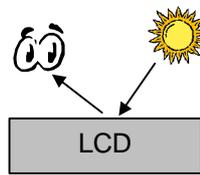
Le contraste C est le rapport de brillance pour une tension appliquée par rapport à une tension coupée. Il croit quand la tension de fonctionnement augmente. Le contraste maximum dépend beaucoup des polariseurs de lumière utilisés mais aussi de l'éclairage de l'afficheur.

En fonction du mode d'éclairage et des polariseurs, on différencie :

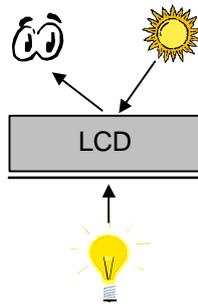
➤ Les afficheurs transmissifs (seulement pour éclairage par transmission) : l'afficheur est éclairé par l'arrière.



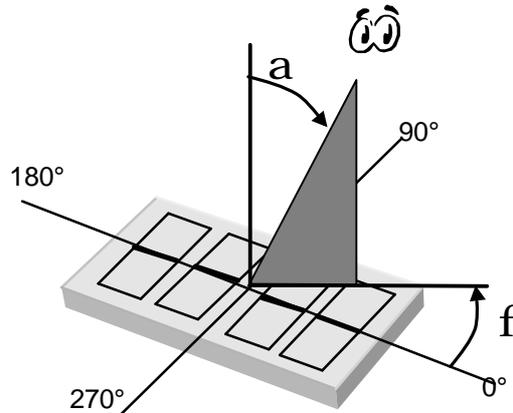
➤ Les afficheurs réfléchissants (seulement pour éclairage par réflexion) : Une feuille réfléchissante est placée derrière l'afficheur. Cet afficheur s'utilise uniquement en lumière ambiante. Ce mode de fonctionnement présente une très bonne lisibilité et un contraste élevé.



➤ Les afficheurs transflectifs (pour éclairage par réflexion et transmission) : Une feuille semi-transparente est placée derrière l'afficheur transmissif. Cette feuille transmet environ 47% de la lumière incidente et en réfléchit environ 52%.



Le contraste dépend de l'angle de visée  $\alpha$  et de la direction de visée  $\phi$ .  $\alpha$  est considéré comme "angle Zénith" des perpendiculaires à la surface et  $\phi$  comme azimut de la direction "3 heures".



Le contraste diminue quand l'angle  $\alpha$  augmente.

### 3-6 Maniement :

Abstraction faite de la température de stockage, les afficheurs à cristaux liquides sont très robustes et peuvent être manipulés comme de simples plaques de verre. Il faut seulement tenir compte du fait que les polariseurs sont en matière plastique et donc sensibles aux rayures et aux solvants. Les segments non utilisés doivent être reliés à l'électrode arrière (Back plane) pour empêcher les allumages intempestifs.

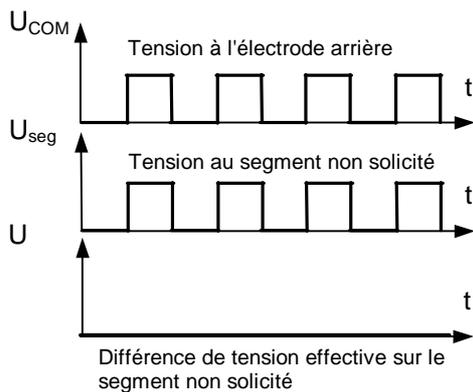
En manipulant les afficheurs, des irisations peuvent apparaître. Cela correspond à une désorientation transitoire du cristal liquide, due à la déformation de l'afficheur.

### 3-7 Commande :

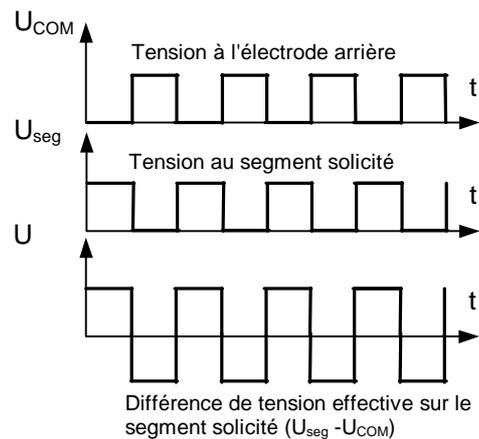
#### ➤ Commande directe :

Chaque segment est connecté séparément. On utilise une commande par inversion de phase. Un signal carré est appliqué au commun (Electrode arrière). Le même signal en phase ou en opposition de phase, est appliqué sur chaque segment (Electrode avant). La différence de tension entre l'électrode avant et arrière détermine le niveau de tension de commande de l'afficheur.

Lorsque les tensions sont en phase, le segment est éteint (OFF). Lorsque les tensions sont en opposition de phase, le segment est allumé (ON) et la tension efficace résultante est égale à deux fois la tension de commande des circuits utilisés.



SEGMENT ETEINT

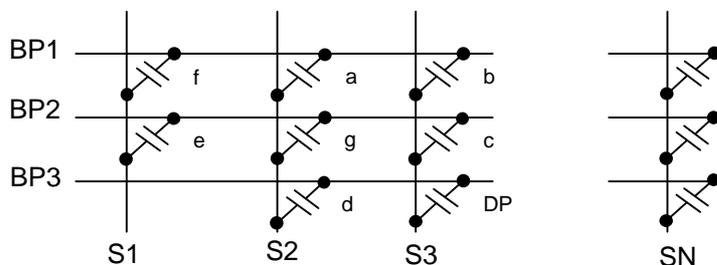
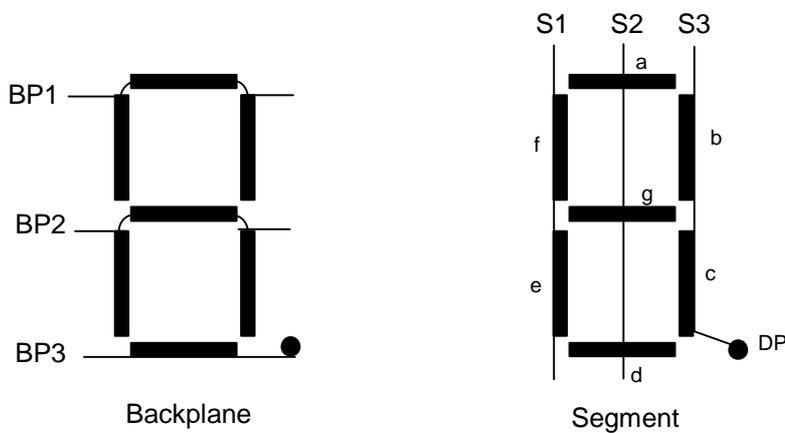


SEGMENT ALLUME

Ce mode de commande est généralement utilisé pour les afficheurs comprenant un nombre limité d'informations.

➤ **Commande multiplexée :**

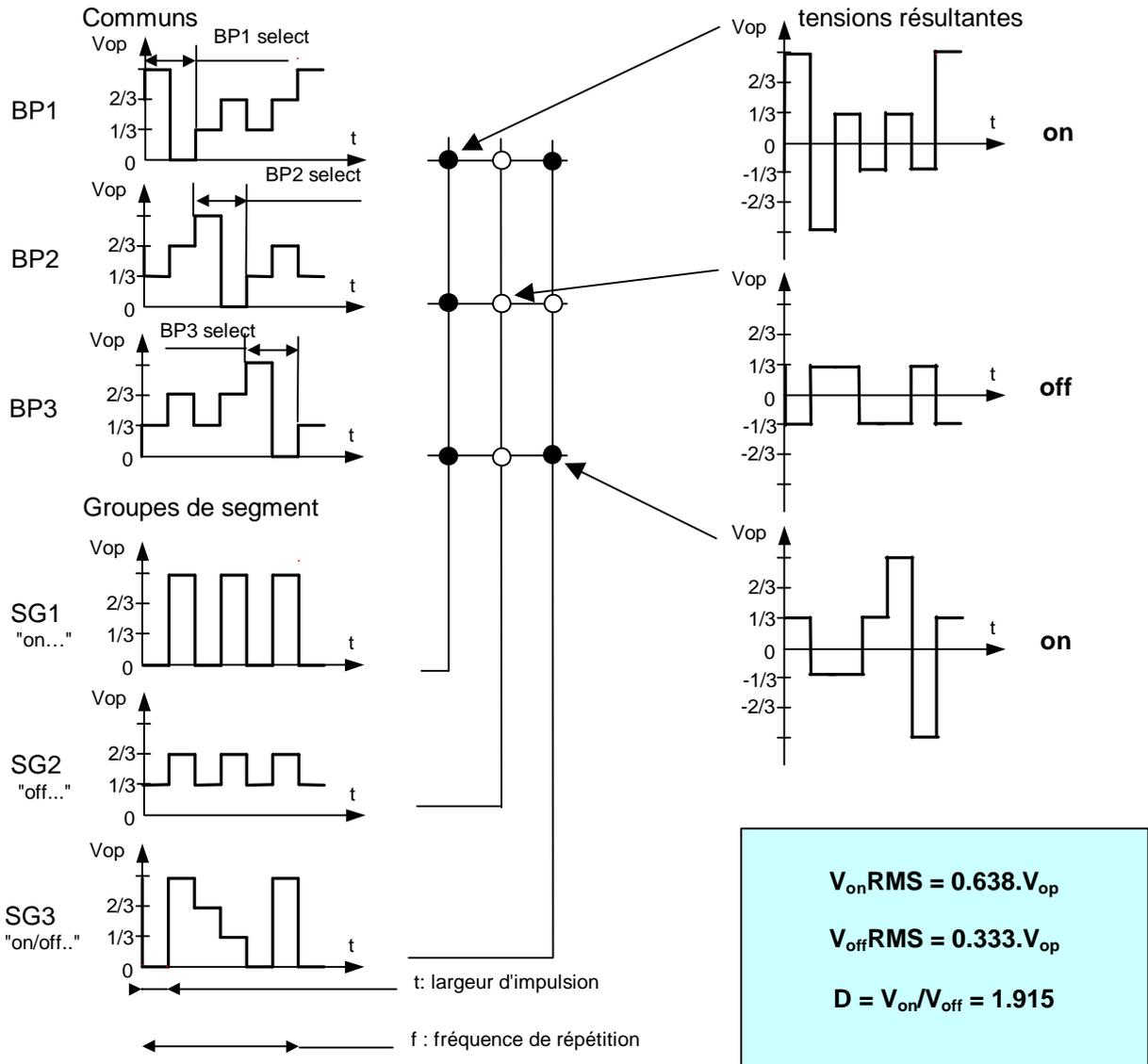
Ce type de commande a pour but de réduire le nombre de connexions. La configuration des liaisons de l'afficheur est conçue pour avoir autant de communs que de segments reliés entre eux par la même électrode. C'est le nombre de communs qui détermine le nombre de multiplexage. Cet arrangement équivaut à une matrice dont les intersections lignes-colonnes représenteraient les segments à commander. Les lignes figurent les communs et les colonnes les groupes de segments.



Les afficheurs étant des éléments capacitifs, on ne peut comme dans les LED commandés par courant avoir un état totalement bloqué ou totalement passant. Les LCD nécessitent que la valeur

efficace de la tension alternative résultante à l'intersection ligne-colonne se situe soit au-dessus soit au-dessous de  $V_s$  pour que le segment s'allume ou non.

L'électronique de commande devra à chaque instant reconnaître à chaque instant chaque point de la matrice. La commande multiplexée d'un afficheur LCD pourra se définir comme la gestion de  $n$ (lignes) par  $m$ (colonnes). Ci-dessous un exemple de signaux de commande relatif à un mux 1:3 (multiplexage sur 3 communs).



Les performances de l'afficheur sont déterminées par la valeur du rapport  $V_{on}/V_{off}$ . C'est le facteur  $P = (V_{on}/V_{off}) / V_{off}$  qui détermine les capacités de multiplexage.