



# Les écrans d'ordinateurs

L'écran est un périphérique dont l'achat constitue un investissement à plus long terme que pour les autres constituants de l'ordinateur. A lui seul il représente une bonne part du prix de l'ordinateur mais puisqu'il est moins vite obsolète, il peut être réutilisé avec plusieurs générations successives de PC.

Toutes sortes d'écrans font maintenant partie de notre environnement quotidien. Aux écrans des ordinateurs et des télévisions se sont ajoutés ceux des téléphones, des tablettes, des GPS etc. Raison de plus pour savoir comment ils fonctionnent et surtout quelles sont leurs caractéristiques.

## Caractéristiques des écrans

### Taille de l'écran

= Mesure de la diagonale en pouces      1 pouce = 2,54 cm

Tailles courantes : 15 ; 17 ; 19 ; 20 ; 21 ... pouces

Format de l'image = rapports largeur / hauteur = 4/3, 5/4, 16/9 et 16/10

### Résolution / Définition

Les puristes font une distinction entre la « définition » et la « résolution ». Nous ne pinaillerons pas trop sur ces détails puisque bien souvent, ces deux termes désignent tantôt les **dimensions** d'une image ou d'un écran, tantôt la **densité des points** pour l'affichage sur un écran ou lors d'une impression ou d'un scan.

- Les dimensions (définition) des images ou des écrans sont données en pixels (largeur \* hauteur)
- La densité des points (résolution) plutôt que d'être donnée en points par unité de surface est le plus souvent exprimée en points par unité de longueur. Pour les écrans comme pour les imprimantes ou les scanners elle s'exprime en **ppp** = points par pouce ou en **dpi** = dots per inch.

Quelques définitions standards :

Standard	Définition	largeur / hauteur
VGA ( <i>Video Graphic Array</i> )	640x480	4/3
SVGA ( <i>Super VGA</i> )	800x600	4/3
XGA ( <i>Extended Graphics Array</i> )	1024x768	4/3
WXGA-H	1280x720	16/9
SXGA ( <i>Super XGA</i> )	1280x1024	5/4
WXGA ( <i>Wide XGA</i> )	1366x768	16/9
WXGA+	1440x900	16/10
UXGA ( <i>Ultra XGA</i> )	1600x1200	4/3
WSXGA+ ( <i>Wide SXGA plus</i> )	1680x1050	16/10
WUXGA ( <i>Wide Ultra XGA</i> )	1920x1200	16/10
QXGA ( <i>Quad XGA</i> )	2048x1536	4/3

A titre indicatif, les définitions en télévision sont les suivantes :

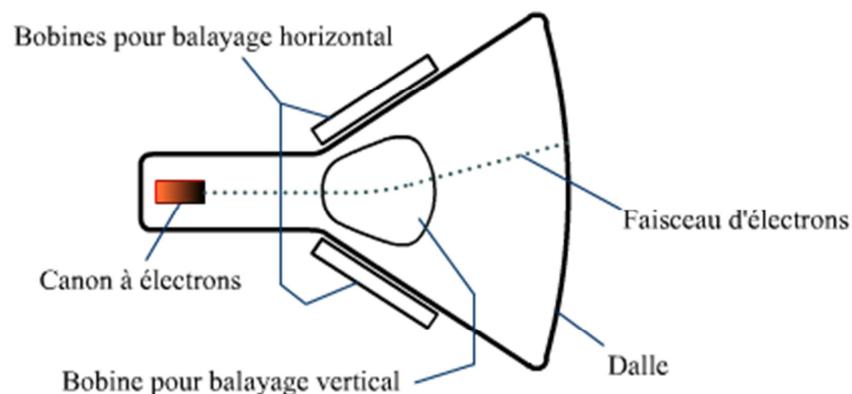
SD=576 lignes \* 720 pixels, HD=720 lignes \* 1280 pixels, Full HD 1080 \* 1920

## L'écran à tube cathodique

L'écran CRT (*Cathodic Ray Tube*) est un « tube » de verre épais mis sous vide. A l'arrière trois canons à électrons projettent des faisceaux d'électrons vers les luminophores électroluminescents<sup>1</sup> qui recouvrent la paroi intérieure de la "dalle" à l'avant du tube.

Un canon à électron est réalisé à partir d'une électrode métallique à laquelle est appliquée une tension négative. L'électrode appelée cathode est chauffée de sorte que des électrons s'en échappent. Ils reviendraient vers la cathode si un champ électrique intense ne les attirait vers la face avant du tube (anode). Les flux d'électrons sont concentrés par d'autres électrodes pour prendre la forme de rayons étroits. Ces faisceaux d'électrons (*electron beam*) sont déviés par des champs magnétiques ou électriques avant d'aboutir sur la surface de l'écran.

Les champs magnétiques sont générés par des bobines situées au-dessus et au-dessous du tube pour le balayage horizontal et deux bobines situées sur la gauche et la droite du tube pour commander le balayage vertical. Les champs électriques sont créés par des plaques de déflexions situées dans le tube de part et d'autre du faisceau d'électrons.



## Balayages et définitions des écrans de télévision

Les balayages sont suffisamment rapides pour ne pas être perceptibles.

En télévision classique, le balayage est (on devra bientôt dire «était») de 25 images à la seconde. La fréquence des images étant relativement faible on réduit l'effet de scintillement (*flickering*) par un **balayage entrelacé**. Cela consiste à afficher alternativement les lignes paires puis les lignes impaires, le tout en 1/25 s. Le balayage vertical est donc alors de 50 Hz.

En télévision haute définition, le balayage vertical est maintenant de 50 Hz en Europe (60 Hz aux Etats-Unis) l'entrelacement des lignes n'est plus nécessaire on est donc revenu au **balayage progressif**. La fréquence de rafraîchissement de l'écran est alors le double de celle des images.

## Balayage et définition des écrans d'ordinateur

La définition<sup>2</sup> de l'image est supérieure sur les écrans d'ordinateur. On les regarde de plus près et il faut au moins 75 balayages verticaux par seconde pour ne pas être incommodé par le scintillement. C'est un minimum auquel tous les moniteurs actuels arrivent sans même devoir recourir à l'entrelacement.

<sup>1</sup> Electroluminescent : qui produit de la lumière visible quand il est frappé par des électrons

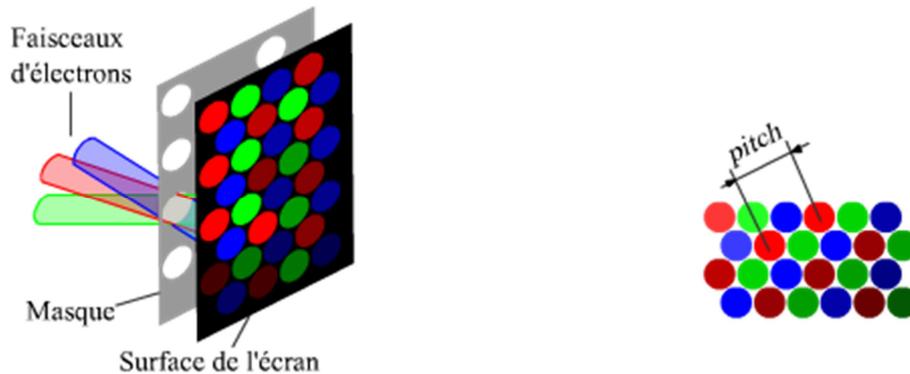
<sup>2</sup> Définition en télévision SD = 576 lignes \* 720 pixels, HD : 720 lignes \* 1280 pixels, Full HD : 1080 \* 1920

## Les couleurs

Elles sont obtenues à partir de la synthèse additive des trois couleurs de base RVB (rouge, vert, bleu) (*RGB – Red, Green, Blue*) La modulation de l'intensité de chacun des trois faisceaux d'électron permet de rendre presque toutes les couleurs.

### Tube à masque

Le masque (*shadow mask*) est une feuille métallique<sup>3</sup> perforée placée à proximité de la surface de l'écran de manière à ne laisser passer que les faisceaux d'électrons vers les luminophores de la couleur à laquelle ils sont destinés.



Le *pitch* ou pas de masque est la distance entre deux luminophores de même couleur. Cette distance est en général de 0,22 à 0,28 mm. Plus cette dimension est petite et plus la résolution de l'image pourra être fine. L'image sera plus nette.

### Tube à grille (Trinitron)

Le masque est une grille faite de fils verticaux. Il n'y a qu'un seul canon à électron. L'image est plus lumineuse.



## Température des couleurs

La température d'une couleur est la température à laquelle il faudrait porter un corps noir pour qu'il émette par son échauffement une lumière de la couleur considérée. Ainsi le filament d'une lampe à incandescence, en chauffant progressivement émettra d'abord des rayons infra rouge, puis une lumière visible rouge de plus en plus orangée, jaune, blanche puis bleutée.

La couleur blanche elle-même, selon les sources ou l'intensité d'éclairage, va de la même manière avoir des dominantes allant du rouge au bleu. La température de couleur d'un écran serait la  $t^\circ$  de la couleur blanche pour cet écran.

9300 kelvin	« blanc moniteur »	image lumineuse mais bleutée
6500 kelvin	« blanc lumière du jour »	pour vidéo
5500 kelvin	« blanc papier »	pour tirages en couleur

<sup>3</sup> Le métal constituant du masque est un alliage de fer (64%) et de nickel (36%) appelé invar en raison de son faible coefficient de dilatation thermique

## Réglages d'un écran CRT

**Luminosité** : Quantité de lumière émise

**Contraste** : Différences entre zones sombres et claires  
(si exagérée réduit la vie de l'écran)

Pour obtenir un maximum de nuances :

1° Régler la luminosité d'abord afin que le noir paraisse bien noir

2° Régler le contraste ensuite pour obtenir un blanc valable

**Dimensions** : idéalement l'image doit occuper tout l'écran

## Avantages (+) et Inconvénients (-) des écrans CRT

- + Coût inférieur aux écrans plats
- + Meilleures couleurs
- Ecrans volumineux et lourds
- Ecrans bombés, ce qui donne des reflets
- S'ils paraissent plats, les images sont légèrement déformées dans les coins
- Scintillement de l'image, émission de radiations nocives

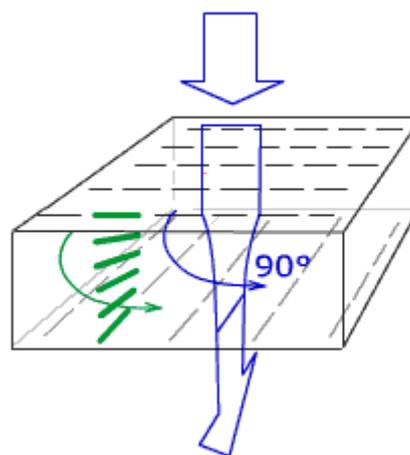
## LCD Ecran à cristaux liquides

"Cristaux" et "liquides" sont deux termes contradictoires. Ces cristaux ne sont donc pas solides ? Il s'agit d'un liquide où les molécules, de formes particulières tendent à s'orienter selon des dispositions bien définies (structure cristalline)

Il s'agit ici de molécules en forme de bâtonnets qui s'alignent en parallèle dans des plans qui se superposent de manière hélicoïdale.

L'orientation des cristaux liquides est influencée par différents facteurs physiques : la pression et les champs électriques et la température. (thermomètre cutané)

On observe ces variations par leurs effets sur la lumière polarisée.



## Lumière polarisée

La lumière est une onde électromagnétique transversale. Les ondes ont une amplitude qui varie perpendiculairement au sens de propagation. Le plan dans lequel ont lieu ces oscillations est généralement de direction quelconque. Pour la lumière polarisée toutes ces oscillations se font dans des plans parallèles.

Ce phénomène est mis en évidence à l'aide de feuilles polaroïds. Elles ne sont transparentes que pour une orientation particulière du plan d'oscillation des ondes.

Plaçons deux feuilles polaroïds l'une sur l'autre. La lumière polarisée par la première feuille ne parvient à traverser la seconde que si toutes deux ont la même direction de polarisation. L'ensemble devient opaque si ces deux directions sont perpendiculaires.

## Afficheurs LCD

Les cristaux liquides, de par la disposition de leurs molécules, ont la propriété de faire tourner le plan de polarisation de la lumière mais cet effet de rotation peut être réduit et même supprimé par un champ électrique.

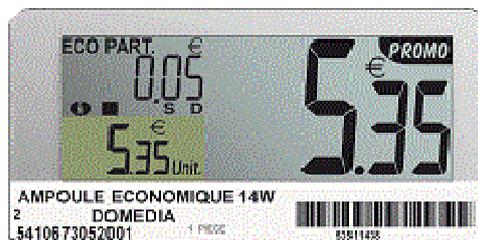
Une mince couche de cristaux liquides est mise en sandwich entre deux lames de verre recouvertes d'électrodes métalliques transparentes et de filtres polarisants placés à angle droit. Quand le dispositif est hors tension, les rayons lumineux qui entrent par une face tournent de 90° en traversant les cristaux liquides et traversent la face opposée. Une tension de 3V redresse la disposition en hélice des cristaux liquides et la lumière polarisée par la face avant ne parvient plus à passer au travers du second filtre.

On distingue deux technologies : la matrice passive et le TFT.

### Matrice passive (bas de gamme)

Les électrodes sont deux grilles de fils conducteurs horizontaux sur une face et verticaux sur l'autre. Cela forme des lignes et des colonnes qui balayées par des signaux électriques commandent l'orientation des cristaux aux intersections de ce quadrillage. Le système est simple mais lent. L'écran est balayé car il n'est possible de ne commander qu'un seul point à la fois. Il lui faut donc une certaine rémanence ce qui va à l'encontre de la vitesse d'affichage. Le contrôle en voltage est imprécis et donc les contrastes approximatifs.

La technologie à matrice passive ne coûte pas cher, elle peu gourmande en énergie et convient tout à fait pour les afficheurs qui n'ont pas besoin d'être très dynamique. Horloges et téléphones portables anciens, calculatrices, étiquettes de prix etc.

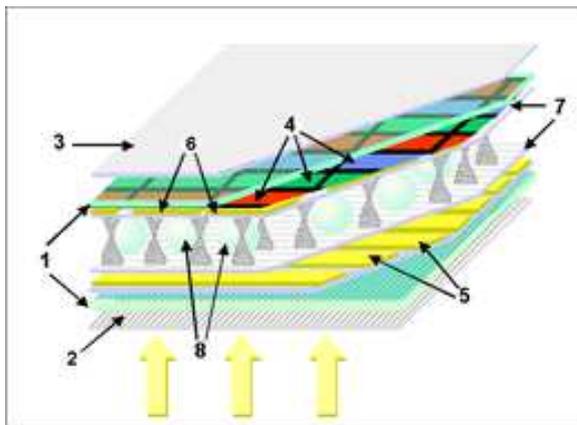


**TFT :** *Thin Film Transistor* = matrice active (écrans plats de bureau)

Une couche de transistors et un petit condensateur contrôle chaque pixel. Lors du balayage Ligne/colonne une charge précise est envoyée dans le condensateur. Cette charge est suffisante pour commander le transistor jusqu'au prochain rafraîchissement. La visibilité est meilleure et on parvient à créer une échelle de 256 gris.

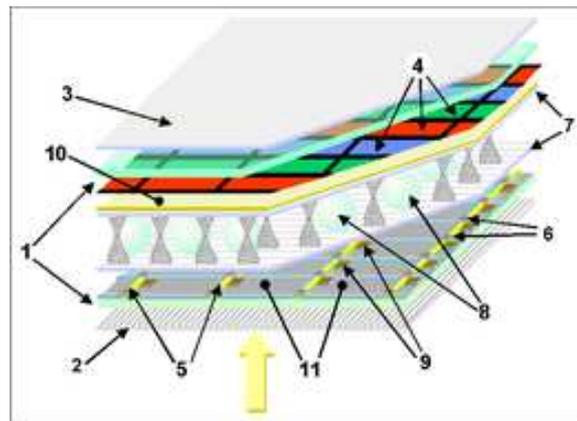
Les écrans couleur s'obtiennent en interposant des filtres rouge, vert et bleu. Chaque pixel nécessite donc 3 transistors. Un écran ayant une définition de 1024 points sur 768 est donc composé de  $1024 \times 768 \times 3 = 2.359.296$  transistors ! Le moindre transistor défectueux donne un mauvais pixel. Les pertes à la production sont élevées ; 40% des écrans sont rejetés lors de premiers essais d'où les coûts élevés.

LCD à matrice passive



- 1 : Plaques de verre
- 2 et 3 : Filtres polarisants
- 4 : Filtre de couleur
- 5 et 6 : Lignes de commande
- 7 : Couche de polymère rayé
- 8 : billes d'espacement

TFT



- 9 : Transistors en film mince
- 10 et 11: électrodes

Source : Wikipedia

### *Sites pour en savoir plus les sujets de ce chapitre*

- Vidéo sur Youtube : KEZAKO : Comment fonctionne un écran LCD  
[http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=1CRCKkvkrKU](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=1CRCKkvkrKU)
- Choisir son écran d'ordinateur, comparatif de moniteurs  
<http://www.configspc.com/ecrans.html>