

# *Les beamers*

Par  
Mathieu Gilliéron et Stéphane Kirchner

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction :</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Principaux systèmes de projection</b> .....	<b>3</b>
2.1	LCD :.....	3
2.2	DLP.....	4
2.3	Tri-tubes :.....	5
2.4	Laser.....	6
2.5	LCOS.....	6
2.6	Hybrides.....	6
2.6.1	Lasers à la place de la lampe.....	6
2.6.2	Ruban à diffraction (GLV) et Tube cathodique réflectif (ILA).....	6
<b>3</b>	<b>Avantages, Inconvénients :</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Vidéoprojecteur DIY</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Principales caractéristiques des beamers</b> .....	<b>9</b>
5.1	Luminosité.....	9
5.2	Résolution.....	9
5.3	Contraste.....	9
5.4	Bruit.....	9
<b>6</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Sources :</b> .....	<b>10</b>

## 1 Introduction :

Dans ce document, nous allons parler des vidéoprojecteurs, pour commencer remontons dans le temps :

**1892** : La lanterne magique est inventée. Elle est formée de trois éléments, une source lumineuse, une plaque de verre peinte et une lentille convergente. La lumière traverse la plaque de verre puis la lentille et est projetée sur un écran.



Figure 1: Lanterne magique, source: Wikipédia

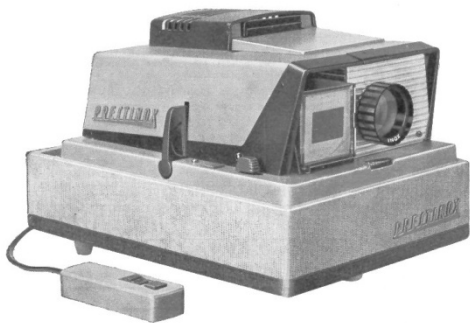


Figure 2: Projecteur de diapositives, source: Wikipédia

Dans les années **1950**, le projecteur de diapositives est déjà répandu dans les ménages du monde entier, et ceci seulement quelque année après son invention. Le principe est le même (avec des améliorations techniques) que pour la lanterne magique. Une lumière passe au travers de diapositive et est projetée contre un écran. Ce qui a fait la popularité des projecteurs de diapositives est le fait que les diapos peuvent être faites par l'utilisateur (photographie).

Le principal inconvénient de ces systèmes est que l'image projetée est statique. A la fin des années **1980** les premiers vidéoprojecteurs arrivent se le marcher. A l'heure actuelle, les technologies, ainsi que les fournisseurs sont multiples. Citons les principaux constructeurs :

- Acer
- Epson
- Mitsubishi
- Panasonic
- Samsung
- Sharp
- Sony
- Texas Instruments
- Toshiba

Nous allons maintenant rentrer plus en détail dans le domaine optique en expliquant les principes plus répandus pour les vidéoprojecteurs actuels.

## 2 Principaux systèmes de projection

### 2.1 LCD :

Au début des années 90 le vidéoprojecteur mono LCD fait son apparition : Vu ses mauvaises performances il est assez vite remplacé par les Tri LCD. Nous allons nous intéresser plus profondément à cette technologie.

Une lampe à vapeur de métal, crée une lumière blanche, mise en forme par un polariseur et concentrée par 2 matrices de lentille. Le faisceau lumineux passe par des miroirs dichroïques, qui ont la particularité de laisser passer une seule longueur d'onde et de refléter les autres. Donc, la lumière blanche va arriver sur le premier miroir qui va laisser passer le rouge et renvoyer du cyan sur un deuxième miroir. Celui-ci va séparer le vert et le bleu. Maintenant au lieu d'avoir un faisceau polychrome nous avons trois faisceaux monochromes RGV. Chaque faisceau va illuminer un panneau LCD, ce qui va créer trois images identiques, mais avec chaque une, une composante des couleurs primaires. Les trois images vont passer dans un prisme qui va reconstruire une seule image polychrome. Qui passera pour finir dans un objectif, pour être projeté contre un écran.

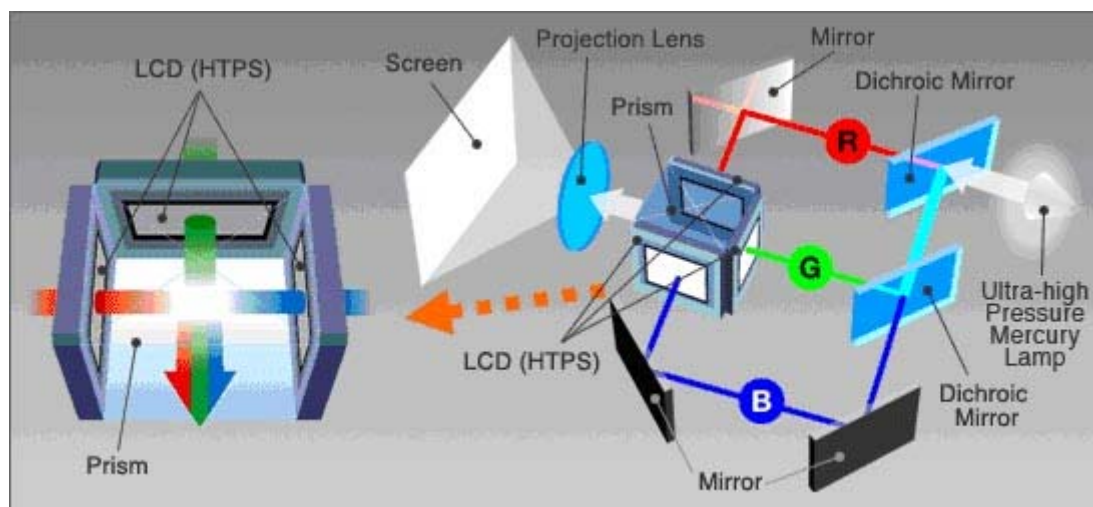


Figure 3: Principe de fonctionnement d'un vidéo projecteur LCD, source:<http://www.videoprojecteur-news.com>

Les Tri-LCD sont des appareils dits "transmissif", la lumière doit traverser le panneau LCD, par conséquent les circuits de commande sont logés entre les pixels ce qui génère une grille opaque visible à l'écran. La résolution et la luminosité sont donc limitées.

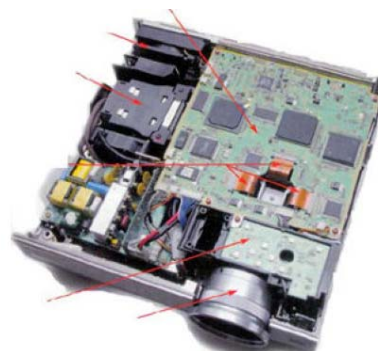


Figure 4: Coupe d'un vidéoprojecteur, source:<http://www.videoprojecteur-news.com>

## 2.2 DLP

La technologie DLP a été développée par Texas Instruments (venant de *Digital Light Processing*). Chaque pixel est formé par son micromiroir qui, étant actionnable, choisit sur le filtre tricolore, la couleur et la luminosité voulue.

Ce système offre un excellent contraste sans la moindre rémanence. Cependant, ceci sera à la perte de la luminosité, car le flux lumineux créé par la lampe doit traverser le disque coloré (filtre).

On notera aussi que c'est le système le plus bruyant. En effet, en plus du ventilateur pour la lampe, le disque en rotation fait lui aussi du bruit.

Tout comme le LCD, cette technologie est aussi disponible en tri-DLP, faisant intervenir 3 matrices de micro-miroirs (une pour chaque couleur primaire). Mais cette technologie reste assez onéreuse.

La matrice DLP est donc la pièce maîtresse de ce système. La première image ci-dessous est une vue d'ensemble d'une matrice de Texas Instruments. La seconde est vue rapprochée des micromiroirs de la matrice.

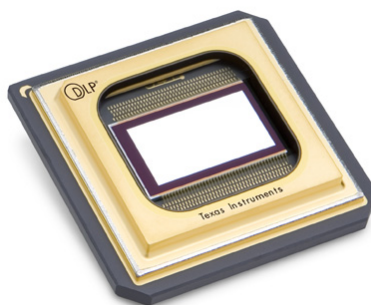


Figure 6: Vue d'ensemble de la matrice des micromiroirs. Source: [www.aboutprojectors.com](http://www.aboutprojectors.com)

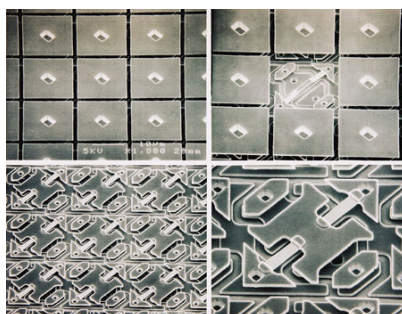


Figure 7: Vue des micromiroirs. Source: [www.hometheatermag.com](http://www.hometheatermag.com)

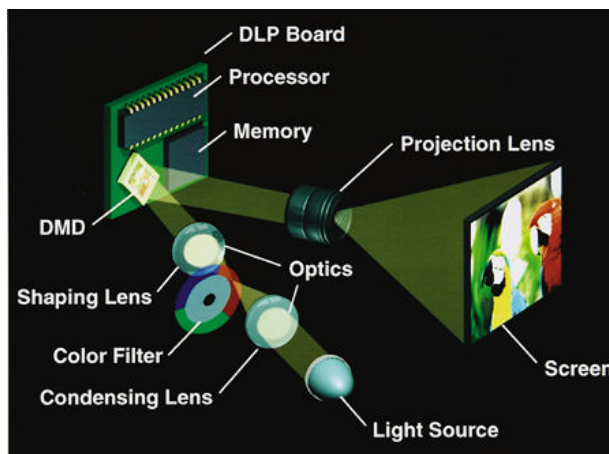


Figure 5: Vue d'ensemble du système DLP. Source: [www.hometheatermag.com](http://www.hometheatermag.com)

### 2.3 Tri-tubes :

Les vidéoprojecteurs Tri-tubes sont plus vieux que ceux LCD, mais moins répandus. Ils fonctionnent de la même manière que les télévisions à tubes cathodiques. En effet, le vidéoprojecteur Tri-tubes est constitué de trois tubes cathodiques de petite taille, mais de haute résolution et de haut rendement. Il y a un tube pour chaque couleur primaire. Chaque image primaire passe par un jeu de lentille propre, la superposition des trois images (rouge, vert, bleu) se fait dans l'air lors de la projection.

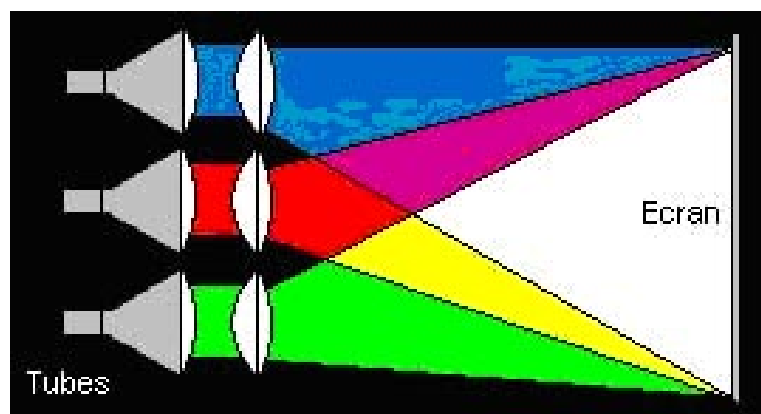


Figure 8: Principe de fonctionnement Tri-Tubes, source:<http://www.videoprojecteur-news.com>

Contrairement au LCD, le faisceau ne passe pas à travers un panneau pour créer l'image, mais celle-ci est directement créée par les tubes cathodiques, ce qui rend la qualité de l'image bien meilleure. Pour arriver à cette qualité, il faut de multiples réglages très fins, ce qui rend le prix élevé donc peu populaire.



Figure 9: Vidéoprojecteur Tri-tubes, source:<http://www.le-homecinema.com>

## **2.4 Laser**

Méthode ancienne, elle consiste à balayer en x-y chaque pixel par laser (ligne par ligne) et avec la persistance rétinienne, on verra apparaître une image alors qu'un seul pixel est réellement éclairé. Ce système a cependant un gros inconvénient, la résolution. En effet, on ne peut afficher plus de 100 lignes, car la persistance rétinienne reste assez courte et on est limité par la dynamique du système.

## **2.5 LCOS**

Le système LCOS, de Liquid Cristal On Silicon, fonctionne de la manière suivante. Le flux lumineux est envoyé sur une surface réfléchissante en silicium qui est recouverte d'une couche de cristaux liquides. Cette couche peut bloquer ou réfléchir les rayons lumineux. C'est donc une évolution du système LCD avec des idées du système DLP. Ce système est cependant très cher.

## **2.6 Hybrides**

### **2.6.1 Lasers à la place de la lampe**

Ce système est possible en LCD ou DLP :

Dans le premier cas, la source de lumière est remplacée par trois lasers R-V-B qui vont fournir leur flux aux trois panneaux à cristaux liquides.

Pour le système DLP, la source lumineuse est aussi remplacée par ces trois lasers. Un affichage séquentiel des couleurs permet l'utilisation de toutes les couleurs sur une seule puce (matrice DLP).

### **2.6.2 Ruban à diffraction (GLV) et Tube cathodique réflectif (ILA)**

Ces systèmes sont bien moins présents et donc moins importants. Traitons juste leurs caractéristiques dans les grandes lignes :

Le premier système consiste à utiliser trois rubans verticaux de 1080 pixels qui modulent la lumière de trois lasers R-V-B par diffraction. Ce système offre une très grande luminosité ainsi qu'un très grand contraste (supérieur à 10000 : 1). Mais c'est aussi la solution la plus coûteuse (pour les salles de cinéma les plus exigeantes par exemple).

Le second est un système qui avait été conçu pour des écrans de grandes tailles dans les années 80 et est aujourd'hui oublié au profit des autres systèmes. Il offrait une bonne luminosité, mais au détriment du contraste, du taux de rafraîchissement ainsi que des couleurs qui étaient moins bonnes.



### 3 Avantages, Inconvénients :

	LCD	DLP	Tri-tubes	LCOS
<b>Avantages</b>	<p>Peuvent atteindre une définition de 1280x720</p> <p>Moins cher que les projecteurs DLP</p> <p>Ne nécessite pas d'être dans une pièce très sombre pour être visionnée</p> <p>Pas de réglage de convergence nécessaire</p> <p>Pas de scintillement ni de lignage.</p>	<p>Contraste de 3000 à 5500 :1</p> <p>Couverture de 97% par les pixels</p> <p>Temps de réponse rapide, pas de rémanence</p> <p>Peu de perte de lumière car moins d'obstacles à traverser</p> <p>Pixels quasiment invisibles car faible distance entre les micromiroirs</p> <p>Bon rendu des niveaux de noir</p> <p>Pas de réglage particulièrement à faire</p> <p>Pas de pixels morts</p> <p>Image très définie et nette.</p>	<p>Bonne luminosité, donc pas besoin d'être dans une pièce sombre pour visionner l'image</p> <p>Très bonne qualité d'image, difficilement égalable</p>	<p>Qualité supérieure aux DLP et LCD</p> <p>Espace inter-pixel quasi invisible</p> <p>Image plus douce que DLP, et couleurs bien mélangées</p> <p>Pas d'effets arc en ciel et pas de roue codeuse</p>
<b>Inconvénients</b>	<p>Faible contraste de 300 à 1200 :1</p> <p>Mauvais rendu des teintes sombres</p> <p>Couverture de l'écran de 60 à 70% par les pixels</p> <p>Pertes de lumière</p> <p>Rémanence dans les gris</p> <p>Peut présenter des pixels morts (noir) ou bloqué sur une couleur</p> <p>Persistance de marquage</p> <p>Couleur irrégulière discutable</p> <p>Pixelisation trop visible</p>	<p>Perte lumineuse à cause du disque coloré</p> <p>Définition de 848x480 pixels</p> <p>Effet « arc en ciel » lors à cause de la roue codeuse, mais tout le monde ne le voit pas</p> <p>Exceptionnellement, un pixel peut se bloquer</p> <p>Plus cher que LCD</p> <p>Qualité d'image inférieure à celle des tri-tubes</p> <p>Bruit et chaleur dégagés par le système de refroidissement</p> <p>Nécessité de changer la lampe toute les 1000 à 2000 heures</p> <p>La roue codeuse à pour effet de provoquer des la fatigue oculaire.</p>	<p>Halo central de luminosité</p> <p>Convergence à régler</p> <p>Noir pas toujours sombre</p> <p>Contraste pas très bon</p> <p>Scintillement des lignes souvent gênant</p> <p>Recul important nécessaire à cause du lignage.</p>	<p>Prix supérieur à LCD et DLP</p> <p>Poids important, supérieur à 5kg</p> <p>Contraste de 500 à 800 :1</p> <p>Lampe de courte vie (1000 à 1500h) et plus chère que pour LCD et DLP</p>

## 4 Vidéoprojecteur DIY

Depuis certains temps, certaines personnes construisent elles-mêmes leur projecteur (d'où le DIY : Do It Yourself). Pour réaliser son propre projecteur, on a besoin du matériel suivant :

- Système d'éclairage (les plus utilisés sont les lampes HQI d'aquarium)
- Deux lentilles de type Fresnel (on peut récupérer les lentilles de Fresnel de rétroprojecteurs)
- Une dalle à cristaux liquide (par exemple la récupération d'un écran LCD de PC)
- Un objectif

L'avantage est le faible coût des ampoules, contrairement au beamer acheté où une lampe peut atteindre plusieurs centaines de francs (voir même milliers). Mais en contre partie, ce système reste peut lumineux est souvent très encombrant (en fonction de la dalle LCD).



Figure 10: Beamer DIY



## 5 Principales caractéristiques des beamers

### 5.1 Luminosité

La luminosité s'exprime en Lumen ANSI. C'est en quelque sorte la puissance lumineuse du système. Cette valeur est extrêmement importante, car, mal dimensionné, un projecteur peut ne pas suffisamment éclairer un écran.

Pour une pièce sombre, par exemple son propre home cinéma, il n'est pas utile d'avoir beaucoup de lumens. Par contre, pour une salle de conférence, une grande luminosité s'impose, car ces salles ne sont pas plongées dans un noir complet.

Il faut aussi s'avoir que la luminosité doit être étudiée à la grandeur de l'écran. En effet, plus l'écran est grand, plus la luminosité doit l'être aussi pour garantir un même éclairage (en lux), ce qui est justement la grandeur perceptible par l'oeil.

### 5.2 Résolution

La résolution d'un vidéoprojecteur indique le nombre de lignes et de colonnes de pixels. Pour bien choisir la résolution, il faut distinguer deux cas :

Si le beamer est utilisé pour la projection de films, il ne sert à rien d'avoir une grande résolution. 800x600 suffisent largement. Dans ce cas, il faut mieux choisir un vidéoprojecteur qui a un bon contraste et peu de rémanence.

Si le beamer est utilisé pour de projection de type informatique, avec des images statiques, il faut opter pour une plus grande résolution. Car c'est dans ce cas que le nombre de pixels se rend visible.

### 5.3 Contraste

Le contraste est le résultat du calcul suivant :

$$\frac{\text{Eclairement pixel blanc} - \text{Eclairement pixel noir}}{\text{Eclairement pixel noir}}$$

Ce résultat s'exprime par exemple de la manière suivante : 4000 : 1

Ce quotient indique la qualité de l'image (plus il est grand, plus la qualité est bonne). Pour un home cinéma, cette valeur doit donc être élevée.

### 5.4 Bruit

Le bruit est exprimé en dBA. La nuisance sonore est principalement due au ventilateur, mais aussi, pour les systèmes DLP, par la roue colorée. Cette valeur est importante pour un bon confort à l'utilisation du vidéoprojecteur.

## 6 Conclusion

Il n'y a pas de système parfait, il faut choisir un beamer en fonction de l'utilisation voulue, que ce soit pour un home cinéma personnel, un cinéma professionnel, une salle de présentation, etc...

Avec toutes les améliorations sur ces produits ces derniers temps, on peut s'attendre à voir apparaître encore d'autres systèmes projections, qui auront eux aussi, leurs avantages et inconvénients.

Mathieu Gilliéron

Stéphane Kirchner

*Mathieu Gilliéron*

*Stéphane Kirchner*

## 7 Sources :

<http://fr.wikipedia.org>

<http://www.le-homecinema.com>

<http://www.videoprojecteur-news.com>

<http://www.aboutprojectors.com>

<http://www.hometheatermag.com>