

# **Écrans plats et vidéoprojecteurs**

Tout le catalogue sur  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)



**Gérard Laurent**

---

# **Écrans plats et vidéoprojecteurs**

**Principes, fonctionnement  
et maintenance**

***2<sup>e</sup> édition***

DUNOD

## Couverture : Rachid Marai

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2010, 2014

ISBN 978-2-10-070504-7

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# Table des matières

---

## AVANT-PROPOS 1

### CHAPITRE 1 – SIGNAL VIDÉO, QUALITÉ DES IMAGES

1.1	Signaux vidéo Y, (R-Y), (B-Y) et CVBS	3
1.1.1	Le signal de luminance (en bande de base)	4
1.1.2	Image couleur et signaux vidéo	6
1.1.3	Luminance Y en télévision couleur	7
1.1.4	Signaux de chrominance C	9
1.1.5	Signal vidéo composite CVBS et autres signaux vidéo	10
1.2	Mires de barres couleur et autres mires	11
1.3	Télévision numérique terrestre (TNT)	12
1.3.1	Multiplex et principe de la transmission numérique	13
1.3.2	Fonctions intégrées au téléviseur	14
1.4	Contenus vidéo SD, HD, UHD, 3D	15
1.4.1	Contenus numériques Y, $C_R$ , $C_B$	15
1.4.2	Définition, résolution des images	17
1.4.3	Contenus vidéo et systèmes avancés	20
1.5	Perception et qualité des images	23
1.5.1	Éléments de la vision humaine	24
1.5.2	Coefficients trichromatiques et couleurs de l'écran	26
1.5.3	Paramètres de réglage de l'image	29
1.6	Conclusion	33

---

### CHAPITRE 2 – ÉCRANS LCD/PLASMA/OLED ET PROJECTEURS

2.1	Introduction	35
2.2	Principes de fonctionnement des LCD-TFT	35
2.2.1	Les cristaux liquides	35
2.2.2	Lumière naturelle et lumière polarisée	37



2.2.3	Éclairage des écrans LCD	40
2.2.4	Propriétés optiques des cristaux liquides	41
2.2.5	Commande d'affichage des écrans LCD-TFT	43
2.3	Rétro-éclairage des écrans LCD à CCFL/EEFL et LED	45
2.3.1	Implantation des sources lumineuses du rétro-éclairage	45
2.3.2	Technologie et fonctionnement des lampes CCFL/EEFL	46
2.3.3	Convertisseur DC/AC pour CCFL	47
2.3.4	Convertisseur DC/AC pour EEFL	51
2.3.5	Rétro-éclairage à LED	52
2.4	Circuits de commande associés à l'écran LCD-TFT	56
2.4.1	Transfert des signaux RVB et synchro ; interface LVDS	57
2.4.2	LCD <i>drivers</i> et séquence d'affichage	58
2.5	Principe de l'écran OLED	63
2.5.1	Structure OLED	63
2.5.2	OLED-RVB et OLED « blanc »	64
2.5.3	OLED passif et AMOLED	64
2.6	Projecteur vidéo (technologies LCD, DLP, D-ILA)	65
2.6.1	Lampe de projection	65
2.6.2	Projecteur vidéo à valves LCD	66
2.6.3	Projection à moteur optique DLP®	67
2.6.4	Projection mono et tri-D-ILA	71
2.7	Écran plasma (PDP, <i>Plasma Display Panel</i> )	73
2.7.1	Principe physique, nature du plasma	73
2.7.2	Technologie des dalles plasma et commandes associées	74
2.7.3	Phases de l'affichage sur l'écran (mode ADS)	76
2.7.4	Schémas et fonctions associées au PDP, commandes d'affichage	77
2.7.5	Solutions d'amélioration du rendu des images	84
2.8	Conclusion	85

---

 CHAPITRE 3 – FLUX AUDIO-VIDÉO, SÉLECTION ET TRAITEMENT
 

---

3.1	Introduction	87
3.2	Connectique du terminal de visualisation	88
3.2.1	Liaisons analogiques	88
3.2.2	Fonctions associées aux entrées analogiques et au <i>tuner</i>	91
3.2.3	Liaisons numériques	93
3.2.4	Fonction d'identification	101
3.2.5	Gestion des flux audio-vidéo	103
3.2.6	Particularités des projecteurs de cinéma numérique	104
3.3	Conversion de format des images	105
3.3.1	Désentrelacement des images	105
3.3.2	Réduction du bruit des images analogiques SD	108
3.3.3	Fenêtrage, recadrage et redéfinition d'une image	110
3.4	Implantation des fonctions de traitement vidéo	114
3.4.1	Convertisseur vidéo, traitement vidéo	115

3.4.2	Circuit <i>scaler</i>	116
3.4.3	Mémoire SDRAM	117
3.4.4	Corrections vidéo	119
3.4.5	Exemple de circuit de traitement vidéo	121
3.5	Traitement audio	122
3.5.1	Agencement des fonctions audio du téléviseur	122
3.5.2	Amplification de puissance classe D	123
3.5.3	Processeur numérique pour amplificateur classe D	125
3.5.4	Bus I2S	126
3.5.5	Retard audio	126
3.5.6	Système audio associé au projecteur cinéma numérique	126
3.6	Conclusion	127

---

## CHAPITRE 4 – ALIMENTATIONS, SÉCURITÉS

---

4.1	Mise en situation	129
4.2	Alimentation des téléviseurs LCD	130
4.2.1	Tensions secondaires	130
4.2.2	Distribution des circuits d'alimentation	135
4.3	Alimentation des téléviseurs plasma	136
4.3.1	Les tensions d'alimentations du PDP	136
4.3.2	Alimentations des autres fonctions	137
4.3.3	Correction du facteur de puissance PFC	138
4.3.4	Circuit PFC à MC33368	140
4.3.5	Généralisation du concept des circuits PFC	141
4.3.6	Organisation générale des alimentations	144
4.3.7	Sécurités	145
4.4	Conclusion	146

---

## CHAPITRE 5 – PANNES, OUTILS DE TEST ET DE DIAGNOSTIC

---

5.1	Introduction, constitution des composants	147
5.2	Défaillance des composants électroniques	148
5.2.1	Fatigue thermique et fatigue mécanique	148
5.2.2	Autres modes de défaillance des composants électroniques	149
5.3	Défaillance des composants mécaniques	153
5.3.1	Détériorations mécaniques	153
5.3.2	Détériorations chimiques	154
5.4	Défaillance des composants informatiques	154
5.4.1	Défaillances logicielles	154
5.4.2	Défaillance par incompatibilité électromagnétique	155
5.5	Éléments de sécurité	155
5.5.1	Avertissement	155
5.5.2	Sécurité de l'utilisateur	155

5.5.3	Sécurité du technicien	156
5.5.4	Protection des principaux composants	157
5.6	Diagnostic, outils d'aide à la maintenance	158
5.6.1	Fonctionnalités et groupes fonctionnels	158
5.6.2	Panne, symptôme	159
5.6.3	Code d'erreur	162
5.7	Analyse de pannes	164
5.7.1	Panne totale (TV-LCD)	164
5.7.2	Pas de sortie de veille (TV-LCD)	166
5.7.3	Brève sortie de veille (TV-LCD)	168
5.7.4	Panne totale ou pas de sortie de veille (écran LCD)	169
5.7.5	Panne de l'alimentation de veille	174
5.7.6	Pas de sortie de veille (problème d'alimentation)	177
5.7.7	Pas de sortie de veille (problème de gestion)	180
5.7.8	Pas d'alimentation principale	183
5.7.9	Pas d'alimentation principale (vidéoprojecteur, TV)	188
5.7.10	Pas de sortie de veille (vidéoprojecteur)	191
5.7.11	Écran noir (TV-LCD)	195
5.7.12	Image fugitive puis écran noir (TV-LCD)	198
5.7.13	Scintillement de l'image (TV-LCD)	200
5.7.14	Erreur de couleurs (TV-LCD)	201
5.7.15	Écran noir (rétro-éclairage LED)	202
5.7.16	Faible luminosité de certaines zones de l'image (TV-LCD)	206
5.7.17	Couleur uniforme sur l'écran (TV-LCD)	207
5.7.18	Image composée de motifs verticaux (TV-LCD)	208
5.7.19	Transitions colorées dans l'image (TV-LCD)	209
5.7.20	Franges colorées sur l'écran (LCD)	211
5.7.21	Lignes blanches sur l'écran (LCD)	213
5.7.22	Lignes horizontales sur l'écran (PDP)	214
5.7.23	Lignes verticales sur l'écran (PDP)	216
5.7.24	Points colorés ou sombres sur l'écran (LCD ou PDP)	217
5.7.25	Défauts dans l'image (luminosité)	218
5.7.26	Défauts dans l'image	220
5.8	Conclusion	222

---

BIBLIOGRAPHIE	223
---------------	-----

---

ANNEXE – PHOTOS, ILLUSTRATIONS DE PANNES	225
--	-----

---

INDEX	231
-------	-----



# Avant-propos

Les équipements à écran LCD dominent largement le marché des téléviseurs et des périphériques informatiques de visualisation. En moindre nombre, les écrans à panneau plasma continuent d'être diffusés. Les projecteurs vidéo sont largement répandus dans l'institutionnel.

Le cinéma numérique s'impose avec des solutions technologiques de haut niveau en termes de définition (4K, 8K) et de qualité de rendu des images (gamut étendu). Ces développements tirent vers le haut les systèmes de capture et de confection des images. Des retombées apparaissent déjà dans le domaine de la télévision grand public.

Le trait commun à ces équipements est le traitement numérique des contenus vidéo auquel vient s'ajouter la technologie des écrans et/ou des moteurs optiques. La connaissance des principes et des techniques mises en œuvre est essentielle à l'installation, l'exploitation et à la maintenance de ces produits.

Cet ouvrage permet de se positionner face à l'ensemble des nouveautés. Les connaissances apportées sont suffisamment transversales pour tenir compte des évolutions en cours.

Après avoir défini les caractéristiques des signaux vidéo et rappelé brièvement les fondements de la télévision, le premier chapitre présente les principes de réception numérique (TNT, DVB-T) et précise les caractéristiques des signaux vidéo SD, HD, UHD, 3D. L'analyse de la perception et les critères de qualité de l'image terminent cette étude.

Dans le deuxième chapitre sont abordés les principes physiques et technologiques mis en œuvre dans les panneaux LCD, OLED, plasma et dans les moteurs optiques des projecteurs. L'électronique de commande est analysée. L'étude comporte également les systèmes de rétro-éclairage propres aux panneaux LCD (CCFL/EEFL ou LED) et le mode d'acheminement des contenus vidéo vers l'écran.

Le chapitre 3 est plus particulièrement consacré aux solutions de traitement vidéo – relativement nouvelles dans ce contexte – tant du point de vue des sources audiovisuelles analogiques (basse définition) ou numériques (haute définition), que des objectifs déterminés par la capacité d’affichage propre aux écrans. Le traitement audio est traité brièvement.

Les caractéristiques des alimentations et les sécurités sont présentées dans le chapitre 4. Outre les particularités propres à chaque technologie, les circuits de correction du facteur de puissance sont développés.

Enfin, le chapitre 5 est plus particulièrement consacré aux solutions d’aide à la maintenance. Les modes de défaillance des différents composants sont exposés et des outils d’aide au diagnostic sont proposés. Des analyses de pannes terminent l’exposé. Ces analyses sont faites à partir de schémas électroniques quand ils sont disponibles. La méthodologie est tout particulièrement développée.

Ce travail est le résultat de nombreuses investigations faites à partir des sites des fabricants de panneaux (LCD et plasma) et des concepteurs des différents composants intégrés spécialisés du domaine. C’est aussi à l’occasion d’études (souvent informelles) conduites à partir des produits du marché qu’il a été possible de structurer cet ouvrage.

L’auteur tient à remercier les différentes sociétés citées dans cet ouvrage.

*À Margaux et Matthis*

## Signal vidéo, qualité des images

### 1.1 Signaux vidéo Y, (R-Y), (B-Y) et CVBS

À l'origine de la télévision (noir et blanc puis couleur), les contenus vidéo sont transmis vers l'élément d'affichage (tube cathodique du téléviseur, vidéoprojecteur). Les signaux vidéo issus de la caméra sont le résultat de l'analyse de l'image lors de la prise de vue :

- l'image est analysée de haut en bas et de gauche à droite (ligne après ligne, *figure 1.1a*) ;
- la trame impaire comporte les lignes impaires de l'image analysée (1, 3, 5...);
- la trame paire est composée des lignes intercalées restantes de l'image (2, 4, 6...).

Une image n'est complètement restituée que lorsque les deux trames sont transmises et affichées. Pour une reproduction convenable, les lignes impaires et paires tracées sur l'écran par les dispositifs de balayage ou *scanning* (balayage ligne ou horizontal et balayage trame ou vertical) doivent être entrelacées (*figure 1.1b*). L'entrelacement est vertical.

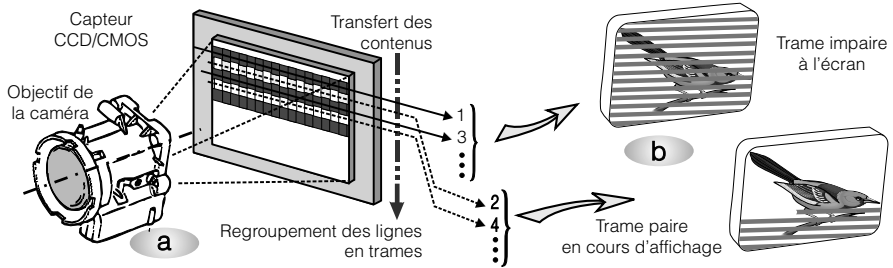


Figure 1.1 — Principe de l'analyse de l'image et reproduction des trames entrelacées.

Le balayage entrelacé des deux trames d'une image est symbolisé par l'indication  $i$  (*interlaced*). Une image composée de deux trames est également notée 2:1.

#### REMARQUE

Plus récemment et en parallèle avec les systèmes de télévision, les équipements micro-informatiques dont les micro-ordinateurs comportent une interface graphique générant des images dites à *balayage progressif* symbolisé par l'indication  $p$  (*progressive*).

En d'autres termes, une seule trame contient toutes les lignes de l'image. Ces images (ou ces trames) sont produites à une fréquence trame voisine de 60 Hz. Ces images sont conformes aux applications et formats informatiques.

Par exemple :

- l'écriture  $1\ 280 \times 720p$  désigne une image de 720 lignes à balayage progressif (une seule trame) contenant 1 280 ppl (points par ligne). Pour être complète, il faudrait ajouter à cette écriture l'indication de la fréquence trame ;
- les standards européens de télévision à 625 lignes et deux trames entrelacées diffusées à la fréquence de 50 Hz sont notés 625/50/2:1.

#### 1.1.1 Le signal de luminance (en bande de base)

À la luminosité de chaque point de l'image (palette des gris) correspond une valeur du signal de luminance  $Y$ . Le signal de luminance permet de reproduire une image en noir et blanc.

◆ **Les normes en télévision**

Les premiers développements importants de la télévision se sont faits dans les pays ayant choisi de positionner leur avancée technologique dans le domaine de la télévision (*tableau 1.1*). La qualité de l'image reproduite était différente d'un pays à l'autre.

Tableau 1.1 — Normes de télédiffusion analogique.

Norme	B	G, H	I	L, L'	D, K (K')	N	M
Pays (exemple)	Allemagne, Belgique, Espagne, Italie, etc.		Royaume-Uni, Nord Europe	France, Est Europe	Chine, etc. (DOM, TOM)	Amérique latine	États-Unis, Asie, Japon, Brésil, etc.
Lignes/image (fréquence ligne $f_H$ et trame $f_V$ )	625 (15 625 Hz ; 50 Hz)						525 (15 734 Hz ; 59,94 Hz)
Durées ligne et trame	64 $\mu$ s ; 20 ms						63,5 $\mu$ s ; 16,6 ms
Bande passante Y (MHz)	5	5	5,5	6	6 (5)	4,2	
Correction de gamma	2,8						2,2

**REMARQUE**

Les seules sources vidéo capables de fournir des signaux conformes aux normes sont les générateurs de mires normalisées, à condition que ces générateurs soient correctement étalonnés.

◆ **Contenu du signal de luminance Y**

Pour reconstruire une image en noir et blanc sur un écran, il est nécessaire de transmettre :

- une tension dont la valeur correspond à la luminosité de chaque point de l'image ;
- des signaux de synchronisation ligne (top ligne) et trame (top trame) afin d'assurer la stabilité et le positionnement correct des différents contenus de l'image.

En fait et compte tenu des technologies d'analyse et de reproduction de l'image disponibles au moment de l'établissement des normes (revoir le *tableau 1.1*), il a fallu réserver des temps de retour après l'analyse et/ou la reproduction de chaque ligne et de chaque trame. Les chronogrammes de la *figure 1.2* mettent en évidence

les caractéristiques du signal de luminance sous sa forme analogique à fréquence ligne (a) et fréquence trame (b).

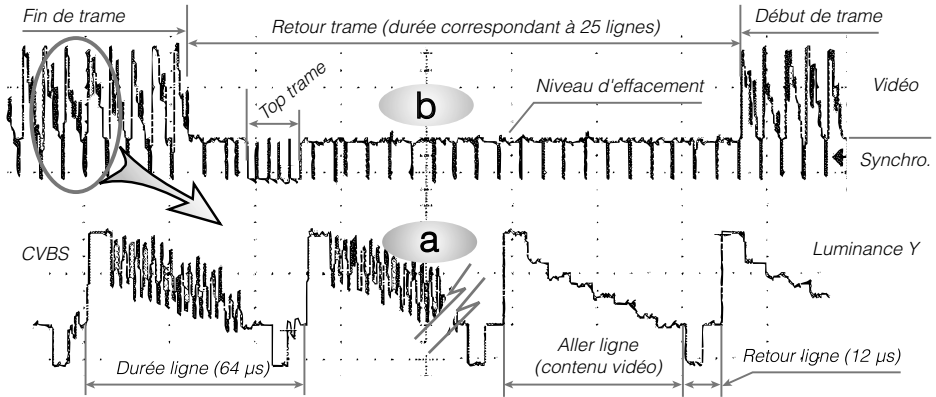


Figure 1.2 — Oscillogrammes caractéristiques du signal Y (systèmes 625 lignes).

La durée de chaque retour trame est équivalente à la durée de 25 lignes. Ces lignes n'ont pas de contenu vidéo à proprement parler et n'apparaissent donc pas sur l'écran. Le tableau 1.2 résume quelques caractéristiques du signal de luminance Y et de l'image 625/50/2:1.

Tableau 1.2 — Caractéristiques du contenu vidéo en 625 lignes.

Ligne (durées en μs)			Image (durées en nombre de lignes)			Définition (ppi, points par image ; ppl, points par ligne)	
Total	Retour	Aller	Total	Retour	Aller	Verticale	Horizontale (écran 16/9)
64	12	52	625	25 × 2	575	575 ppi	575 × 16/9 = 1 024 ppl

### 1.1.2 Image couleur et signaux vidéo

Avec le développement de la télévision en couleur, des données techniques sont modifiées.

En première approximation et afin d'assurer la compatibilité avec les équipements de reproduction monochrome (noir et blanc), on ne transmet pas les composantes primaires R (rouge), V (vert), B (bleu) de l'image. D'autre part, les expériences de Bedford ont montré que l'œil humain est sensible au piqué d'image (détails fins noirs ou blancs, contours) alors qu'il est peu sensible aux détails colorés situés hors de l'axe de la vision.

Les informations vidéo, nécessaires à la reconstitution d'une image couleur, sont codées :

- en un signal de luminance Y de qualité identique au signal Y d'une image monochrome. En particulier, on devrait pouvoir conserver la bande passante (revoir le *tableau 1.1*) ;
- en signaux de différence de couleur (R-Y) et (B-Y) qui sont codés pour constituer le signal de chrominance PAL, SECAM ou NTSC (*tableau 1.3*). La bande passante est théoriquement limitée à un quart de la bande passante du signal de luminance Y.

Dans le téléviseur, le calcul permet de retrouver les valeurs des composantes primaires RVB de chaque point de l'image colorée (pixel pour *picture element*). Chaque point de l'écran est composé des trois couleurs RVB. Le nombre de pixels ou points par ligne (ppl) est défini lors de la fabrication de l'écran.

Tableau 1.3 — Standards couleur.

Standard	Origine	Remarque
NTSC (National Television System Committee)	États-Unis (1953)	Sensible aux erreurs de phase pendant la transmission, ce qui provoque des erreurs de couleur.
SECAM (séquentiel couleur à mémoire)	Henri de France et la Compagnie Française de Télévision (1957)	Le contenu chrominance de 2 lignes est nécessaire à la reproduction des couleurs.
PAL (Phase Alternating Line)	Telefunken en Allemagne (1963)	Corrige les défauts du NTSC.

### 1.1.3 Luminance Y en télévision couleur

Dans la caméra couleur, la lumière provenant d'un point de l'image analysée est filtrée de façon à obtenir les composantes primaires RVB (rouge, vert, bleu). Les cellules des capteurs CCD ou CMOS convertissent en tensions  $E_R$ ,  $E_V$ ,  $E_B$  la luminosité des composantes primaires RVB de chaque point de l'image. Le signal Y est obtenu par matricage des signaux  $E_R$ ,  $E_V$ ,  $E_B$ .

#### ◆ Longueur d'onde des composantes primaires RVB de l'écran

Les longueurs d'onde des composantes primaires RVB (rouge, vert, bleu) adoptées en télévision (*tableau 1.4*) ne sont pas strictement identiques selon qu'on considère les paramètres correspondant au standard NTSC (États-Unis) et ceux afférant aux standards PAL/SECAM pour l'Europe.

Tableau 1.4 — Valeurs standard des composantes primaires RVB.

Item	R (rouge)	V (vert)	B (bleu)
NTSC	610 nm	535 nm	470 nm
PAL/SECAM	600 nm	546 nm	446 nm

Sur le diagramme de chromaticité (CIExy), les couleurs primaires ont donc des coordonnées chromatiques différentes selon les standards et leur zone d'applica-

tion. Le blanc de référence (blanc C) correspondant au NTSC est légèrement bleuté comparé au blanc D65 retenu pour le PAL/SECAM.

Le choix des longueurs d'onde des composantes primaires RVB détermine l'espace colorimétrique (voir le triangle des couleurs de la *figure 1.9*) ou palette des couleurs susceptibles d'être reproduites à l'écran. Le standard NTSC est pris comme élément de référence.

Les écrans LCD et les projecteurs LCD et DLP utilisent des techniques de production de la lumière (filtres colorés, spectre de la source de lumière) qui ne correspondent pas exactement au standard NTSC. Il en résulte alors des erreurs qu'il faut compenser lors la reproduction des couleurs.

#### ◆ Contenu luminance $E'_Y$ versus $Y$

Le signal de luminance  $Y$  est à la base de toute transmission vidéo. Outre les informations correspondant au contenu de l'image ( $E'_Y$ ), le signal de luminance  $Y$  comporte les signaux de synchronisation nécessaires à la reproduction de l'image (revoir la *figure 1.2*).

Pour tenir compte de la sensibilité de l'œil et de la linéarité des différents composants de la chaîne d'analyse, de codage et de reproduction de l'image, le contenu de luminance est donné par la relation :

$$E'_Y = 0,299 E'_R + 0,586 E'_V + 0,115 E'_B$$

Dans cette expression,  $E'_Y$  représente le contenu luminance de la tension  $Y$ ,  $E'_R$  représente le contenu correspondant à la composante de couleur rouge de l'image,  $E'_V$  représente le contenu correspondant à la composante de couleur verte et  $E'_B$  celui correspondant à la composante de couleur bleue.

L'écriture est généralement simplifiée en :

$$Y = 0,3 R + 0,58 V + 0,11 B$$

On note également que les caractéristiques des RVB ont été fixées il y a plus de soixante ans. Les technologies de capture et de reconstruction de l'image (filtres couleurs, sources de lumière) ont changé depuis l'origine de la télévision couleur.

Sur les écrans LCD, plasma ou OLED et les vidéoprojecteurs DLP ou à LCD (ou LCOS), il est toujours fait référence à l'espace colorimétrique du tube cathodique (conformément au standard NTSC) pour caractériser le rendu.



**REMARQUE**

Malgré les différences de caractéristique des composantes primaires et des blancs de référence, les équations utilisées pour le NTSC et permettant de déterminer Y et les signaux de différence de couleur (R-Y) et (B-Y), ont été conservées sans modification pour le PAL/SECAM.

**1.1.4 Signaux de chrominance C**

La transmission des informations de coloration de l'image est réalisée à partir des signaux de différence de couleur (R-Y) et (B-Y). Dans le récepteur, le système {Y ; R-Y ; B-Y} permet de recalculer chaque composante primaire (R, V et B) correspondant à chaque point de l'image.

Les signaux (R-Y) et (B-Y) sont pondérés (*tableau 1.5*) avant d'être appliqués :

- en entrée d'un codeur NTSC, PAL ou SECAM selon la norme de télédiffusion ;
- à la prise d'entrée d'un écran sur laquelle est connecté un périphérique audio/vidéo (lecteur DVD/BD, caméra, générateur vidéo, carte graphique...).

Tableau 1.5 – Caractéristique des signaux de chrominance.

Composante	Valeur (systèmes 525 et 625)	Remarque
<b>NTSC-I</b>	$-0,268 (B-Y) + 0,7358 (R-Y)$	$Y = 0,3 R + 0,58 V + 0,11 B$ $R-Y = 0,7 R - 0,58 V - 0,11 B$ $B-Y = -0,3 R - 0,58 V + 0,88 B$
<b>NTSC-Q</b>	$+0,4127 (B-Y) + 0,4778 (R-Y)$	
<b>PAL U ; V</b>	$0,493 (B-Y) ; 0,877 (R-Y)$	Ces valeurs tiennent compte de la correction de gamma de la caméra. Ces valeurs sont applicables aux systèmes de télédiffusion 525/59,94/2:1 et 625/50/2:1.
<b>SECAM D'r ; D'b</b>	$-1,902 (R-Y) ; 1,505 (B-Y)$	
<b>Pb ; Pr</b>	$0,564 (B-Y) ; 0,713 (R-Y)$	
<b>Cb ; Cr</b>	$Pb+350 \text{ mV} ; Pr+350 \text{ mV}$	Ces valeurs ont été définies par la SMPTE ( <i>Society of Motion Picture and Television Engineers</i> ) et s'appliquent aux connexions analogiques avec les lecteurs DVD, BD, etc.

**REMARQUES**

Les signaux Cb et Cr comportent une tension continue dite tension d'alignement (*clamp*). Ces signaux sont définis dans le but d'être numérisés par un convertisseur analogique/numérique (CAN).

Les coefficients attribués aux différences de couleur R-Y et B-Y de façon à obtenir {Y, Pb, Pr} d'une part et {Y, Cb, Cr} d'autre part sont modifiés quand on passe d'un système de définition standard SD (525/59,94/2:1 et 625/50/2:1) à un système haute définition HD (1 920 × 1 080, SMPTE 274M, par exemple).

**1.1.5 Signal vidéo composite CVBS et autres signaux vidéo**

Le signal vidéo composite CVBS (*Color Video Blanking Synchro*) ou Fbas (vidéo composite en bande de base) est analogique et est la somme :

- du signal de luminance Y ;
- de l'information de chrominance codée NTSC/PAL ou SECAM.

En sortie d'un codeur NTSC, PAL ou SECAM (*tableau 1.6*), le signal est *monté* sur une ou deux sous-porteuses dont les fréquences sont déterminées par le standard de codage couleur.

Tableau 1.6 — Caractéristiques comparées des standards PAL et SECAM.

Item	Sous-porteuse (MHz)	Bande Chroma (MHz)	Modulation	Identification automatique	Séparation
<b>PAL (625)</b>	4,43/3,582 (N)	1,1	DSB	Burst	Filtre en peigne
<b>SECAM (625)</b>	$F_{0R} = 4,406$ $F_{0B} = 4,250$	1,4	FM	Salves	Filtre cloche

La *figure 1.3* résume l'implantation des fonctions associées à la production du signal CVBS et des autres signaux vidéo. Qu'il s'agisse des fonctions montées sur la carte graphique (*figure 1.3a*) d'un système micro-informatique ou des fonctions implantées dans la caméra (*figure 1.3b*), les fonctions de codage vidéo sont développées selon les mêmes principes.

Les sous-porteuses chrominance  $F_{0R}$  et  $F_{0B}$  SECAM modulées FM se situent dans le haut du spectre du signal de luminance. Au prix d'une dégradation réduite du piqué d'image et de certaines précautions (atténuation du signal Y dans la partie

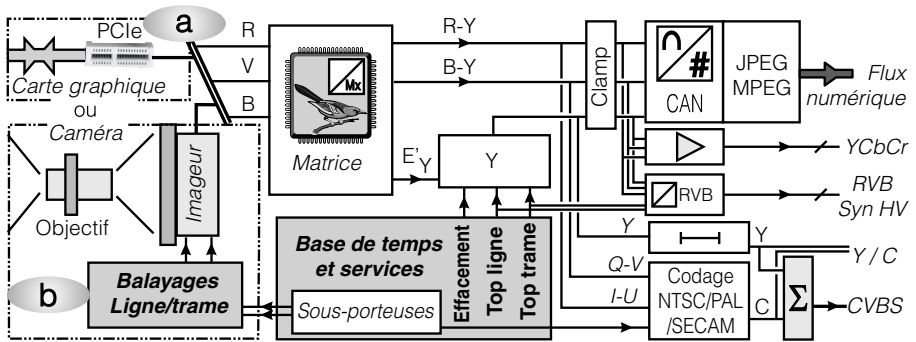


Figure 1.3 — Organisation fonctionnelle des fonctions du codage vidéo.

haute du spectre), il est alors possible d'insérer le signal de chrominance codé SECAM dans le signal de luminance.

Avec les codages NTSC et PAL, les raies spectrales de la chrominance C s'intercalent à mi-chemin des harmoniques issues de la fréquence ligne du signal Y. La séparation en composantes Y/C du signal télédiffusé est optimisée en utilisant un filtre en peigne (*comb filter*).

Les signaux vidéo Y/C ou S-vidéo (obtenu directement en composantes séparées sans passer par CVBS) sont de meilleure qualité que le signal CVBS mais la bande passante chrominance est limitée.

Les signaux {RVB ; SynHV} sont ceux transférés par une connexion VGA. On retrouve YCbCr en sortie de lecteurs DVD et de jeux vidéo.

## 1.2 Mires de barres couleur et autres mires

Le générateur de mires est un appareil de laboratoire. Il permet de faire des observations sur la qualité de l'image reproduite par le téléviseur, de mesurer les signaux reproduits par le téléviseur et de vérifier la conformité du produit.

Une fonction générateur de mires peut être intégrée aux fonctions du téléviseur ou du vidéoprojecteur. Cette fonction est généralement suffisante pour effectuer les réglages courants et les contrôles de qualité de l'écran (opérations de maintenance et recherche de pannes).

Pour le contrôle de l'uniformité de restitution des couleurs sur l'écran, des mires de pureté R, V, B et blanc sont utilisées. À l'affichage d'une mire de pureté, on obtient un écran rouge, vert, bleu ou un écran blanc. La mire en damier noir et blanc (figure 1.4a) est généralement utilisée pour vérifier l'équilibrage des couleurs (absence de dominante de couleur sur l'écran).

Les signaux fournis par le générateur de mires de barres couleur (figure 1.4b) peuvent être analysés et divisés en composantes primaires RVB.

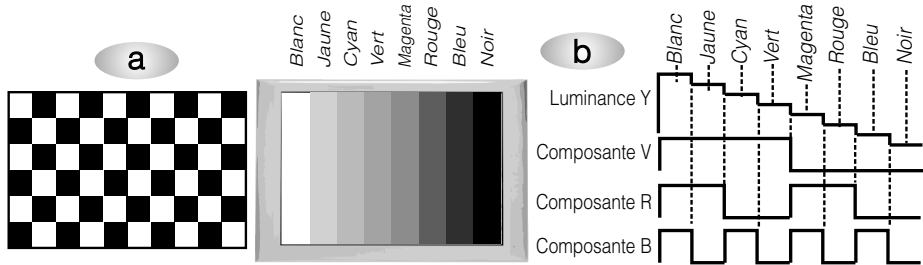


Figure 1.4 — Mire en damier et composantes de la mire de barres couleur.

Calculés à partir de Y et RVB, les valeurs des signaux de différence de couleur (R-Y) et (B-Y) sont utilisés pour transmettre l'information couleur. La figure 1.5 en donne l'aspect (contenu d'une ligne vidéo) et le tableau 1.7 reprend les différentes valeurs.

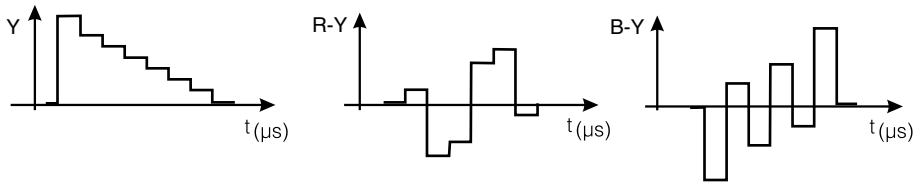


Figure 1.5 — Allure des signaux Y, R-Y et B-Y de la mire de barres couleur.

Tableau 1.7 — Niveaux des signaux de différence de couleur (R-Y) et (B-Y).

	Blanc	Jaune	Cyan	Vert	Magenta	Rouge	Bleu	Noir
Y	1	0,89	0,7	0,59	0,41	0,3	0,11	0
R-Y	0	0,11	-0,7	-0,59	0,59	0,7	-0,11	0
B-Y	0	-0,89	0,3	-0,59	0,59	-0,3	0,89	0

### 1.3 Télévision numérique terrestre (TNT)

Comme son appellation le suggère, aux signaux transmis correspondent des symboles numériques. Les informations audio et vidéo des programmes sont numérisées, compressées (MPEG-2, MPEG-4) puis mélangées aux données de service (contrôle d'accès, abonnement, sous-titrage, système d'information...) et agencées en paquets.

Globalement, la transmission hertzienne TNT est conforme à la norme DVB-T (*Digital Video Broadcasting-Terrestrial*).