

## Plan

1. Quelle distance ?
2. Pourquoi 4/3 et 16/9 ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Synchronisation Analogique
5. Caractéristiques
6. Echantillonnage C
7. Interface SDI
8. Interface HDMI

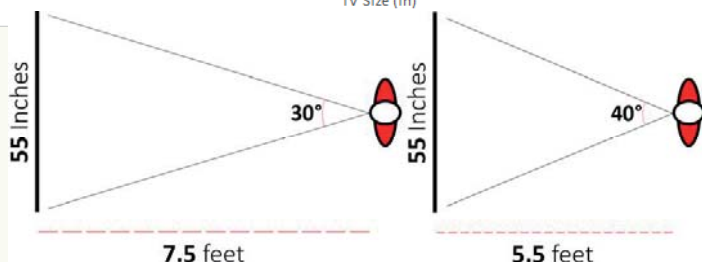
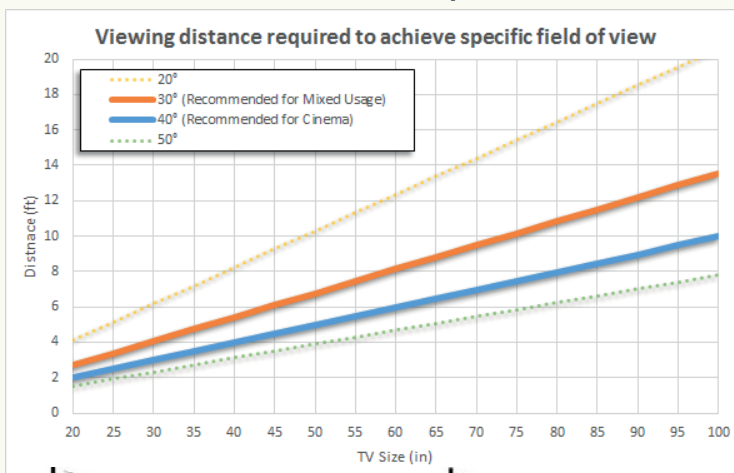
# Distance

Comment est définie la distance de visionnage pour regarder la télévision?

Les tubes cathodiques de l'époque présents sur tous les écrans de télévision émettaient en plus des informations lumineuses attendues des quantités non négligeables de rayons X. Aussi pour des raisons de sécurité une distance minimale entre le spectateur et l'écran a été définie à quatre fois la diagonale de l'écran : **d=4D** cette distance de sécurité servira de référence.

# Distance

La distance nécessaire pour la HD suivant le visionnage voulu.



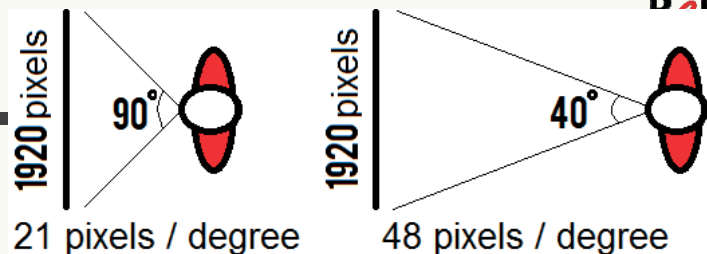
Screen Size	Recommended Mixed Usage Distance (30°)	Recommended Cinema Distance (40°)
25"	3.4' (1.04 m)	2.5' (0.77 m)
30"	4.1' (1.24 m)	3' (0.92 m)
35"	4.8' (1.45 m)	3.5' (1.07 m)
40"	5.5' (1.66 m)	4' (1.22 m)
45"	6.1' (1.86 m)	4.5' (1.37 m)
50"	6.8' (2.06 m)	5' (1.53 m)
55"	7.5' (2.28 m)	5.5' (1.68 m)
60"	8.2' (2.48 m)	6' (1.83 m)
65"	8.9' (2.69 m)	6.5' (1.98 m)
70"	9.5' (2.9 m)	7' (2.13 m)
75"	10.2' (3.1 m)	7.5' (2.29 m)
80"	10.9' (3.31 m)	8' (2.44 m)
85"	11.6' (3.52 m)	8.5' (2.59 m)

# Distance

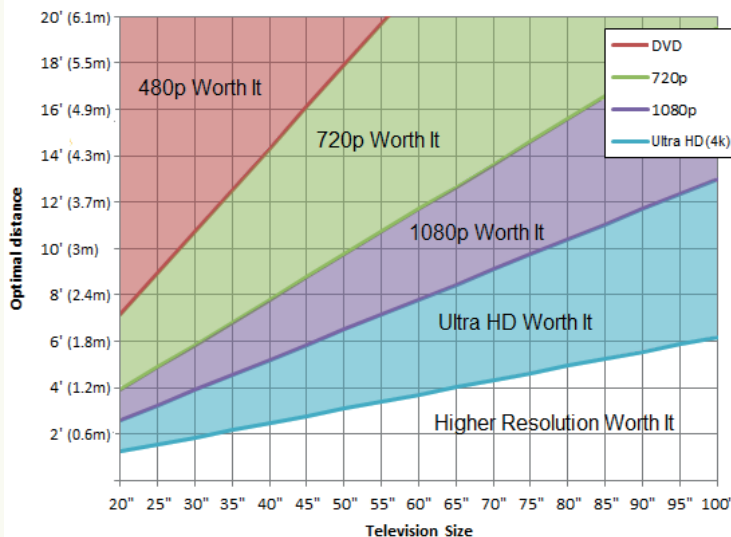
La distance nécessaire pour la 4K suivant le visionnage voulu.

Screen Size	Optimal Distance (1080p)	Optimal Distance (4k)
25"	3.2' (0.98 m)	1.5' (0.46 m)
30"	3.8' (1.16 m)	1.7' (0.52 m)
35"	4.4' (1.35 m)	2' (0.61 m)
40"	5.1' (1.56 m)	2.3' (0.71 m)
45"	5.7' (1.74 m)	2.6' (0.8 m)
50"	6.3' (1.93 m)	2.9' (0.89 m)
55"	7' (2.14 m)	3.2' (0.98 m)
60"	7.6' (2.32 m)	3.8' (1.16 m)
65"	8.2' (2.5 m)	4.1' (1.25 m)
70"	8.9' (2.72 m)	4.4' (1.35 m)

# Distance



Optimal viewing distance by the size of the television and the resolution

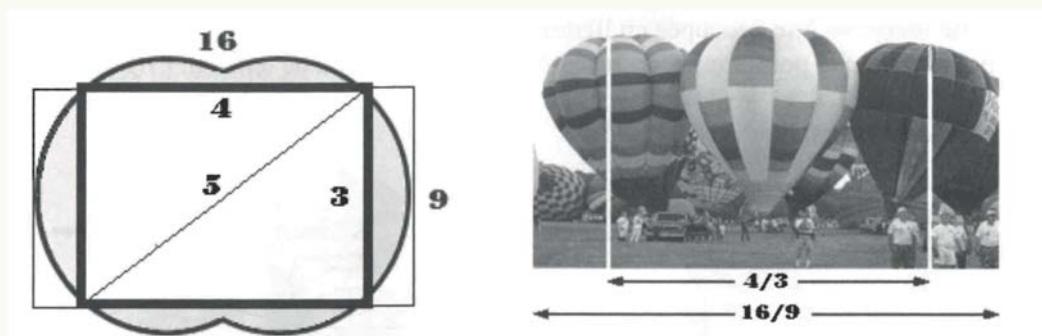


1. Quelle distance ?
2. Pourquoi  $4/3$  et  $16/9$  ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Synchronisation Analogique
5. Caractéristiques
6. Echantillonnage C
7. Interface SDI
8. Interface HDMI

## 4/3 ou 16/9

Comment est définie la distance de visionnage pour regarder la télévision?

- Forme et proportions en fonction de notre géométrie binoculaire.



1. Quelle distance ?
2. Pourquoi 4/3 et 16/9 ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Synchronisation Analogique
5. Caractéristique
6. Echantillonnage C
7. Interface SDI
8. Interface HDMI

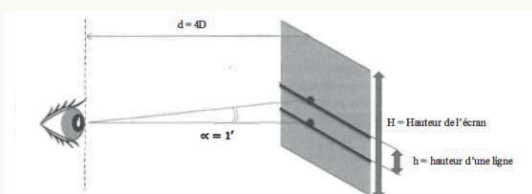
# Nombre de lignes

Structure biologique de la rétine

Composée d'un assemblage de cellules photosensibles  
=> possède une limite.

Le plus petit élément discernable = la cellule elle-même cône  
ou bâtonnet.

**Œil sain = angle de 1'**



Tan a = Côté Opposé/Côté Adjacent  
où côté opposé = h et côté adjacent = H

Calcul:

$$H = (3/5) \cdot D$$

$$d = 4 \cdot D$$

$$n = H/h$$

$$\tan a = 3 \cdot 10^{-4} = h/d = (3D / 5n) \cdot (1/4D)$$

$$N = 1/3 \cdot 10^{-4} \cdot 3/20 = 10000/20 = 500$$

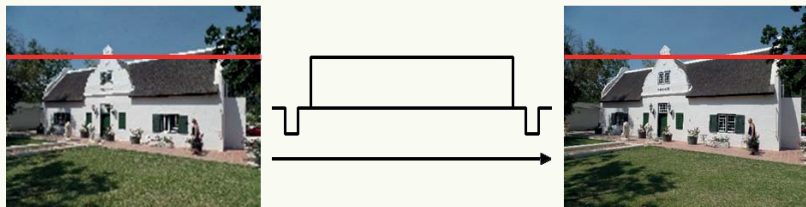
**500 lignes  
minimum**

625 lignes = 575 utiles+ 50 lignes de services pour les systèmes à 50 Hz  
525 lignes = 475 utiles+ 50 lignes de services pour les systèmes à 60 Hz

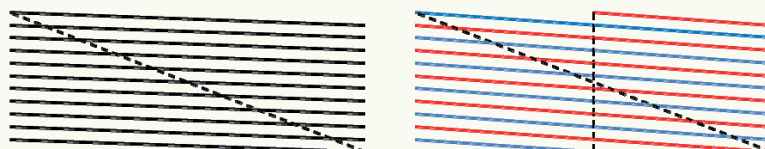
1. Quelle distance ?
2. Pourquoi  $4/3$  et  $16/9$  ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. **Synchronisation Analogique**
5. Caractéristiques
6. Echantillonnage C
7. Interface SDI
8. Interface HDMI

# Balayage

Acquisition-reproduction => synchronisation



Progressif vs entrelacé



Standard monochrome américain (en 1941).

- 525 lignes, balayage entrelacé (deux trames de 262,5 lignes)
- fréquence trame :  $f_v = 60 \text{ Hz}$
- fréquence ligne :  $f_h = 15,75 \text{ kHz}$  (correspond à  $60 \times 262,5$ )
- bande passante vidéo : 4,2 MHz

Standard monochrome GERBER (plus connu sous l'appellation CCIR) utilisé par la majorité des pays d'Europe (à l'exception de la France et de la Grande Bretagne) (1949).

- 625 lignes, balayage entrelacé (deux trames de 312,5 lignes)
- fréquence trame :  $f_v = 50 \text{ Hz}$
- fréquence ligne :  $f_h = 15,625 \text{ kHz}$  (correspond à  $50 \times 312,5$ )
- bande passante vidéo : 5 MHz

# Signal noir et blanc

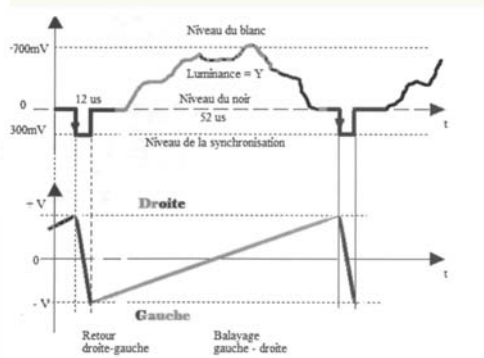
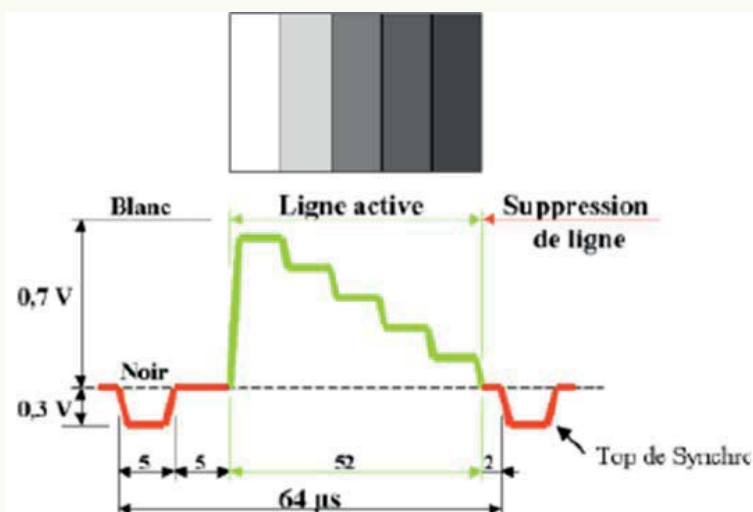
Le signal vidéo d'une image analysée et reproduite en noir-blanc (en niveaux de gris est plus exact) correspond à l'intensité lumineuse, donc la luminance.

- 0 V correspond au noir
- +0,7 V correspond au blanc le plus intense

Les synchronisations descendent à  $-0,3 \text{ V}$ . Ce qui fait qu'un signal vidéo a 1 Vpp.

Un tel signal, qui contient en même temps le contenu des lignes de l'image et les signaux de synchronisation ligne et trame est appelé vidéo composite (abrégé sous le sigle CVBS, pour Composite Video Baseband Signal ou Composite Video Blanking Synchronisation).

# Signal noir et blanc

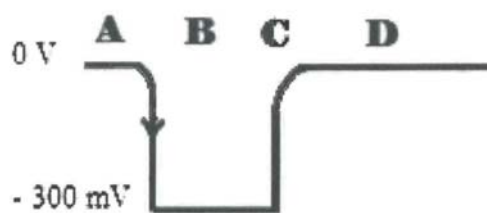


R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

P  
15

# Signal noir et blanc

- Le palier A est utilisé pour éteindre le faisceau électronique.
- Le palier B représente le fond de top de synchro, c'est le calibrage du retour Gauche-Droite du faisceau électronique.
- Le palier C c'est la marge du retour à 0 mV depuis les -300 mV du fond de top de synchro : rendu nécessaire par l'inertie des composants électroniques de l'époque (années 40-50)
- Le palier D rallumage du faisceau électronique et démarrage de l'écriture de la ligne suivante.



- A = 1,5 μs = Palier de suppression avant
- B = 4,7 μs = Synchronisation ligne
- C = 0,9 μs = Palier de suppression arrière
- D = 4,9 μs = Intervalle de suppression ligne

Total = 12 μs

R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

P  
16



# Signal noir et blanc

Le signal vidéo d'une image analysée et reproduite en noir-blanc (en niveaux de gris est plus exact) correspond à l'intensité lumineuse, donc la luminance.

- 0 V correspond au noir
- +0,7 V correspond au blanc le plus intense

Les synchronisations descendent à  $-0,3$  V. Ce qui fait qu'un signal vidéo a 1 Vpp.

Un tel signal, qui contient en même temps le contenu des lignes de l'image et les signaux de synchronisation ligne et trame est appelé vidéo composite (abrégié sous le sigle CVBS, pour Composite Video Baseband Signal ou Composite Video Blanking Synchronisation).

# Signal noir et blanc

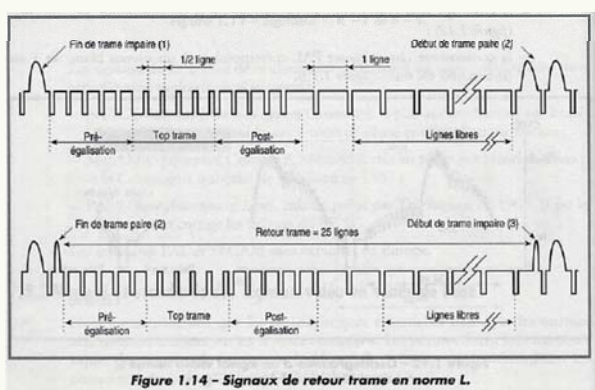
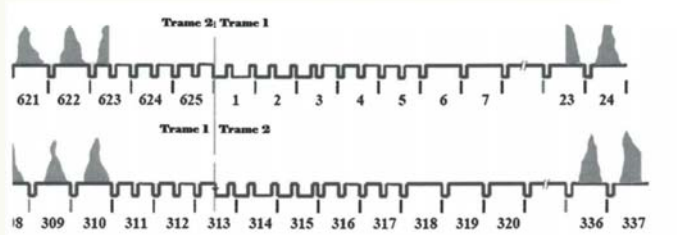
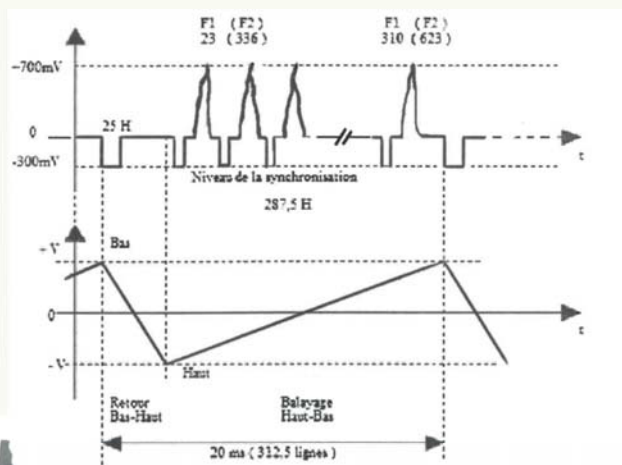


Figure 1.14 - Signaux de retour trame en norme L.



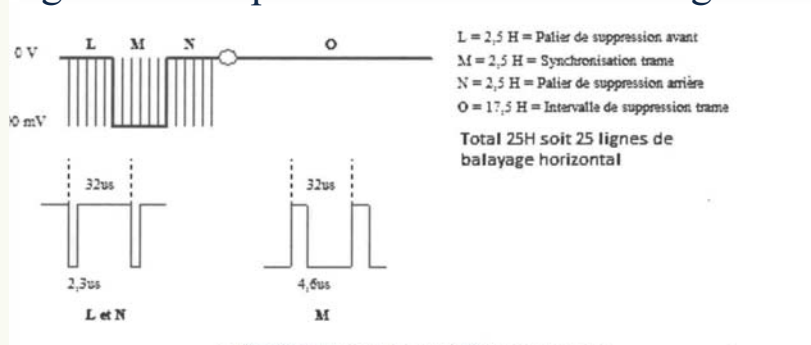
# Signal noir et blanc

Le palier L correspond à la fin de la trame et situe le faisceau électronique tout en bas de l'écran.

Le palier M est le fond de top de synchro trame, temps du retour du bas vers le haut de l'écran.

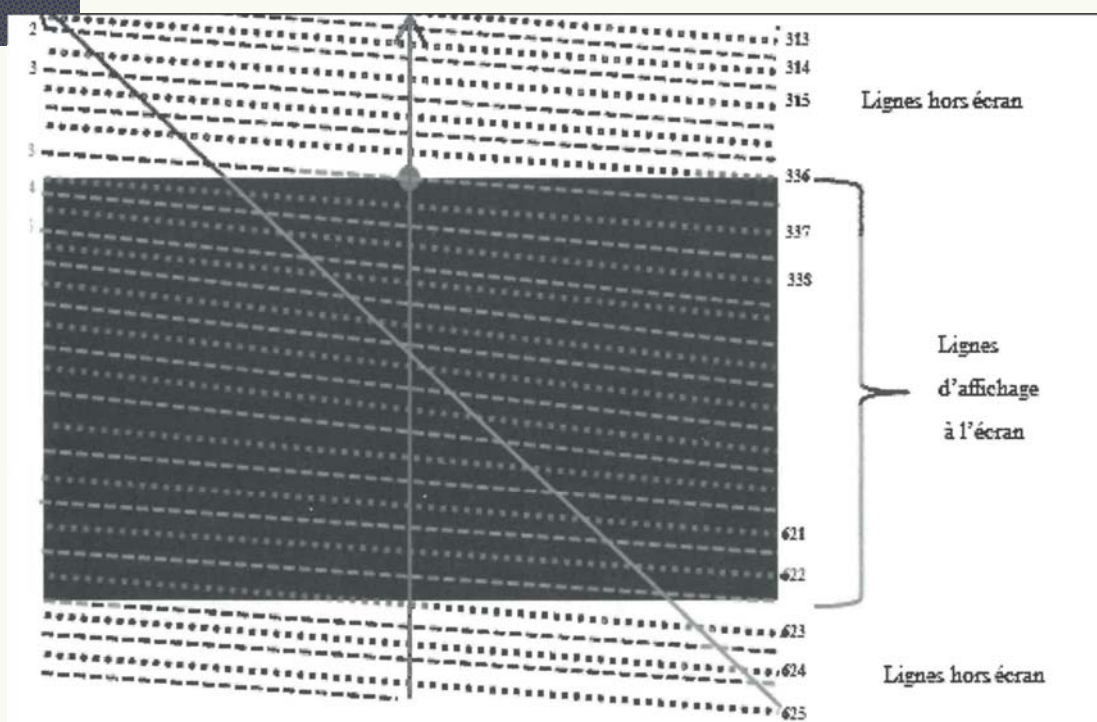
Le palier N prépare l'écriture en haut de l'écran.

Le palier O correspond aux lignes dites hors écran et contenant des informations de vidéotexte, des informations de cryptage (CEEFAX) ou encore des lignes de test pour la maintenance du signal.

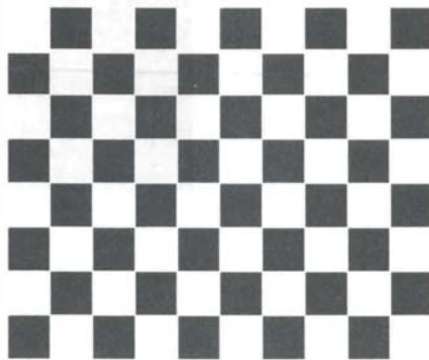
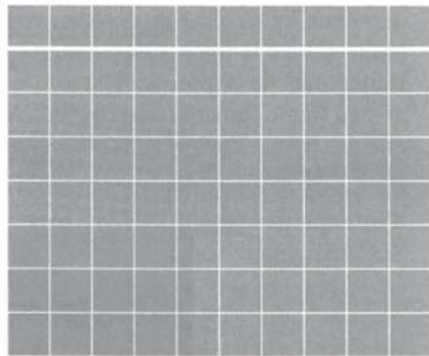


R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

# Signal noir et blanc



# Signal noir et blanc



**Image uniformément grise** : une seule tension à 350 mV pour tous les points qui composent l'image. Cette tension est donc constante et par conséquent la fréquence transmise est nulle :  $F_{min}=0$

**Image critique** : un point blanc puis un point noir

$N = 625 \cdot 625 \cdot \frac{4}{3} = 520\,833$  points par image

calcul du nombre de points transmis par seconde

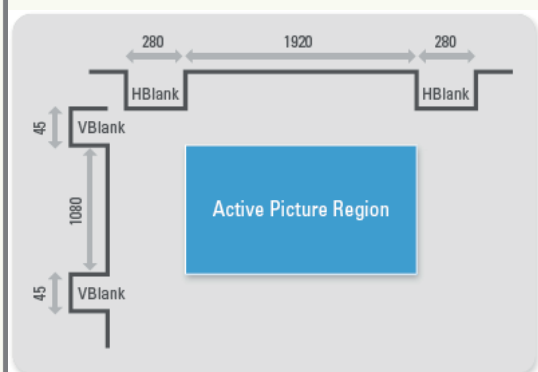
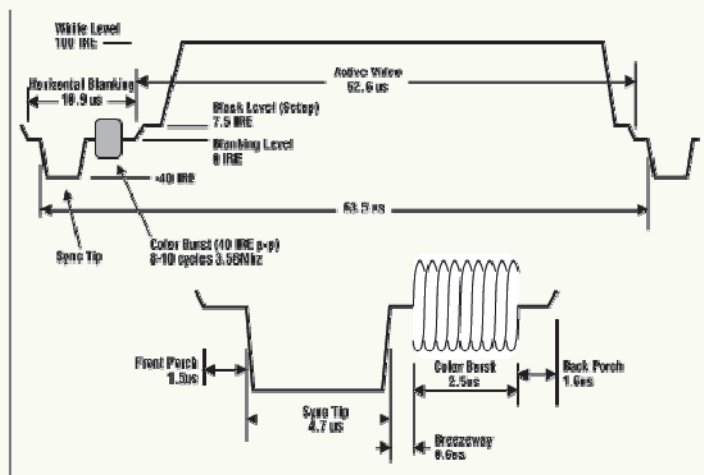
$P = 520\,833 \cdot 25 = 13 \cdot 10^6$  pts/s

$F_{max} = 6,5$  Mhz mais

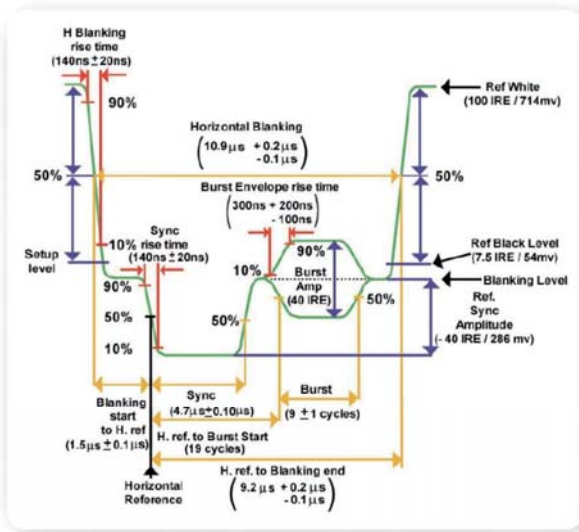
osqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

# Blanking

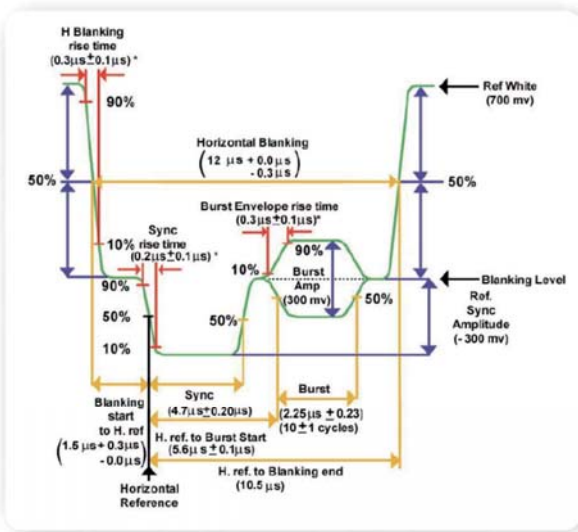
Roles des blanking:



# Timing p4

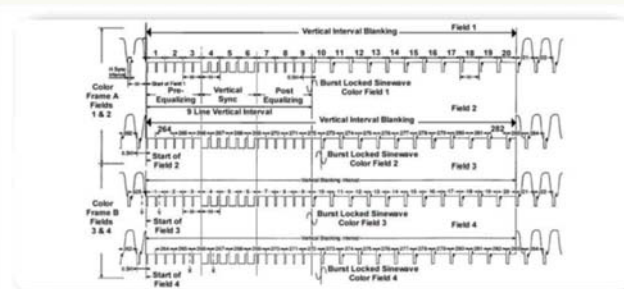


► Figure 4. NTSC horizontal blanking interval (from SMPTE 170M).

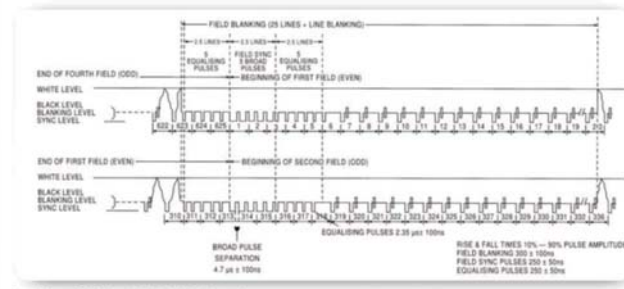


► Figure 5. PAL horizontal blanking interval (from ITU-R.BT.470-6). Note that PAL-I systems use rise/fall times of (0.25 µs + 0.05 µs).

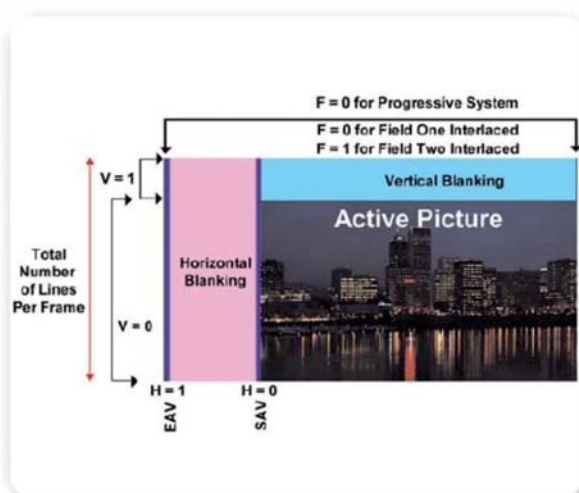
# Timing p5



► Figure 6. NTSC vertical blanking interval.



► Figure 7. PAL vertical blanking interval.



► Figure 8. Spatial layout of the digital frame with V, F, and H-bit values.

Bit Number	9 (MSB)	8	7	6	5	4	3	2	1	0 (LSB)
Function	Fixed (1)	F	V	H	P3	P2	P1	P0	Fixed (0)	Fixed (0)

- Bit 9 – (Fixed bit) fixed at 1
- Bit 8 – (F-bit) always 0 in a progressive scan system; 0 for field one and 1 for field two of an interlaced system
- Bit 7 – (V-bit) 1 during vertical blanking interval; 0 during active video lines
- Bit 6 – (H-bit) 1 indicates the EAV sequence; 0 indicates the SAV sequence
- Bits 5, 4, 3, 2 – (Protection bits) provide a limited error correction of the data in the F, V, and H bits
- Bits 1, 0 – (Fixed bits) set to zero to have identical word value in 10 or 8 bit systems

► Table 2. Format of EAV/SAV "XYZ" Word

## Plan

1. Quelle distance ?
2. Pourquoi 4/3 et 16/9 ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Synchronisation Analogique
5. **Caractéristiques**
6. Echantillonnage C
7. Interface SDI
8. Interface HDMI

Pixel : association du mot « picture » et « element » en anglais, littéralement un « élément d'image » parfois appelé « point » ou « dot » en anglais.

Un pixel représente le plus petit élément d'une surface d'affichage. On associe au pixel une couleur, et une intensité.

Un pixel est composé de trois points de couleurs différentes : Rouge, Vert, Bleu.

L'association de ces petites surfaces permet de composer des images, des textes et tout ce que l'on peut voir sur un écran d'ordinateur.

Points par pouce : un rapport qui exprime la densité des points. C'est le nombre de points par pouce, une unité de mesure Britannique. On parle de points en imprimerie, mais le pixel est aussi un point.

Dots Per Inch = Pixels Per Inch = Points Par Pouce : « dots » est traduit en français par « point ». Parler de Dpi, Ppi ou Ppp en français c'est donc parler du même indice de densité de points.

# Définition

La définition représente la dimension informatique : nombre de pixels en largeur et hauteur.

La définition d'un écran: La largeur et la hauteur d'un écran en pixels représentent la définition de l'écran. Si l'écran est composé de 800 px en largeur et 600 px de hauteur, la définition de l'écran est de 800 x 600 px.

La définition d'une image: Quand un écran de 800 pixels de largeur affiche une image de 400 pixels, l'image occupe la moitié de l'écran, et quand cette même image de 400 pixels est affichée sur un écran de 1280 pixels de largeur, elle occupera environ 1/3 de l'écran ( $3,2 \times 400$  pixels = 1280 pixels).

La résolution représente le nombre de pixels affichés par pouce. C'est la densité de pixels (exprimée en Dpi ou Ppp).

## D'écran

Ne pas confondre définition et résolution d'un écran. Contrairement à la définition, la résolution est un rapport de densité, elle exprime le nombre de pixels que peut afficher l'écran dans un pouce (2,54 cm). Pour des raisons techniques liées à la taille des composants électroniques des pixels, la majorité des écrans affichent 72 px par pouce, c'est à dire que la résolution des écrans est inférieure à 100 dpi, contrairement aux imprimantes qui sont capables d'imprimer des points bien plus petits (la norme des imprimeurs est 300dpi).

La résolution représente le nombre de pixels affichés par pouce. C'est la densité de pixels (exprimée en Dpi ou Ppp).

## D'image

La résolution d'une image, c'est le nombre de pixels qui seront contenus dans 2,54 cm au moment de l'impression. L'image imprimée est donc de meilleure qualité quand elle a une résolution élevée, car elle contient un grand nombre de points par pouce.

Les écrans imposent leur résolution aux images. Quand une image s'affiche sur un écran, le nombre de pixel de l'image est reparti sur le nombre de pixels de l'écran. La résolution des images est utilisée exclusivement pour l'impression, et non pour l'affichage. Une résolution d'image de 72Dpi est suffisante pour un affichage sur un écran, un siteinternet ou pour une projection... Pour l'impression, il faut prévoir une résolution d'image supérieure égale à 300Dpi.



Définition = Résolution x Taille réelle d'impression

Taille d'impression = Définition / Résolution

Résolution = Définition / Taille d'impression

L'image a une définition de 400 pixels de longueur, et une résolution de 200 dpi (donc 200 pixels par pouce).

On peut calculer facilement la taille d'impression des images.

$400 / 200 = 2$ . L'image mesure environ 2 pouces.

Et 2 multiplié par 2,54 = environ 5 cm.

L'image mesure 5 cm une fois imprimée sur papier.

1. Quelle distance ?
2. Pourquoi  $4/3$  et  $16/9$  ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Synchronisation Analogique
5. Caractéristiques
6. **Echantillonnage C**
7. Interface SDI
8. Interface HDMI

En 4K, le poids d'une seule image codée sur 8 bits par composante est de 25 Mo (3 octets RGB 8 bits x 8 millions de pixels), donc le débit à la sortie d'une caméra 4K tri-capteurs à 25 images/seconde est de 5 Gbps en RGB.

- 1) Diminuer le nombre de pixels sur la définition horizontale; on parle alors de sous échantillonnage et de pixels rectangulaires
- 2) Réduction de débit est le passage d'un espace couleur RGB à un espace couleur YUV, ou YCbCr en numérique. On divise, on sépare pour plus tard mieux compresser la couleur sans toucher au signal noir et blanc, en suivant les caractéristiques physiologiques de l'oeil humain qui comporte plus de bâtonnets que de cônes.
- 3) Réduction de la définition de la couleur (chroma), sans toucher à la définition NB (luma). Soit on divise par deux, soit on divise par 4 cette définition couleur.

## Comment faire?

Première remarque importante : la "définition" de l'oeil humain de la sensation de couleur est faible comparée à notre sensation d'intensité en noir et blanc. D'un point de vue humain, nous détectons plus de piqué en noir et blanc qu'en couleur pour notre reconstruction du réel. Et si l'on divisait par 2 la définition de la couleur de l'image numérique au stockage et à la diffusion, sans toucher à la définition du noir et blanc ? **L'oeil ne s'en apercevrait probablement pas !**

Y', R'-Y', B'-Y' commonly used for analog encoding			
Format	1125/60/2:1, 720/60/1:1	525/59.94/2:1, 625/50/2:1, 1250/50/2:1	
Y'	$0.2126 R' + 0.7152 G' + 0.0722 B'$	$0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$	
R'-Y'	$0.7874 R' - 0.7152 G' - 0.0722 B'$	$0.701 R' - 0.587 G' - 0.114 B'$	
B'-Y'	$-0.2126 R' - 0.7152 G' + 0.9278 B'$	$-0.299 R' - 0.587 G' + 0.886 B'$	
Y', P'b, P'r analog component			
Format	1125/60/2:1 (SMPTE 240M)	1920x1080 (SMPTE 274M) 1280x720 (SMPTE 296M)	525/59.94/2:1, 625/50/2:1, 1250/50/2:1
Y'	$0.2126 R' + 0.701 G' + 0.087 B'$	$0.2126 R' + 0.7152 G' + 0.0722 B'$	$0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$
P'b	$(B'-Y') / 1.826$	$[0.5 / (1 - 0.0722)] (B'-Y')$	$0.564 (B'-Y')$
P'r	$(R'-Y') / 1.576$	$[0.5 / (1 - 0.2126)] (R'-Y')$	$0.713 (R'-Y')$
Y', C'b, C'r, scaled and offset for digital quantization			
Format	1920x1080 (SMPTE 274M) 1280x720 (SMPTE 296M)	525/59.94/2:1, 625/50/2:1, 1250/50/2:1	
Y'	$0.2126 R' + 0.7152 G' + 0.0722 B'$	$0.299 R' + 0.587 G' + 0.114 B'$	
C'b	$0.5389 (B'-Y') + 350 \text{ mV}$	$0.564 (B'-Y') + 350 \text{ mV}$	
C'r	$0.6350 (R'-Y') + 350 \text{ mV}$	$0.713 (R'-Y') + 350 \text{ mV}$	

## Plan

1. Quelle distance ?
2. Pourquoi 4/3 et 16/9 ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Echantillonnage C
5. Synchronisation Analogique
6. **Interface SDI**
7. Interface HDMI

serial digital interface (SDI), est un protocole de transport ou de diffusion de différents formats de vidéo numérique.

SMPTE ST 259 : transmission de la vidéo SD entre équipements de studios audiovisuels.

HD-SDI (1,485 Gbit/s), HDTV

3G-SDI (2,970 Gbit/s), HDTV 50p

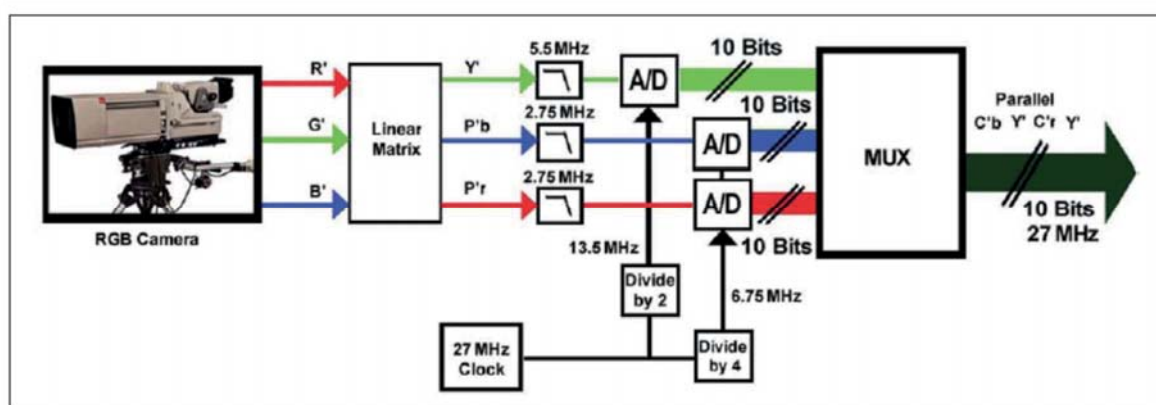
UHD-SDI –ultra haute définition (UHDTV1 et UHDTV2)

Les données du signal vidéo ne sont pas compressées.

La quantification est effectuée sur 8, 10 ou 12 bits,

La structure de sous-échantillonnage utilisée est de type 4:2:2

## Capture + SDI



# Capture + SDI

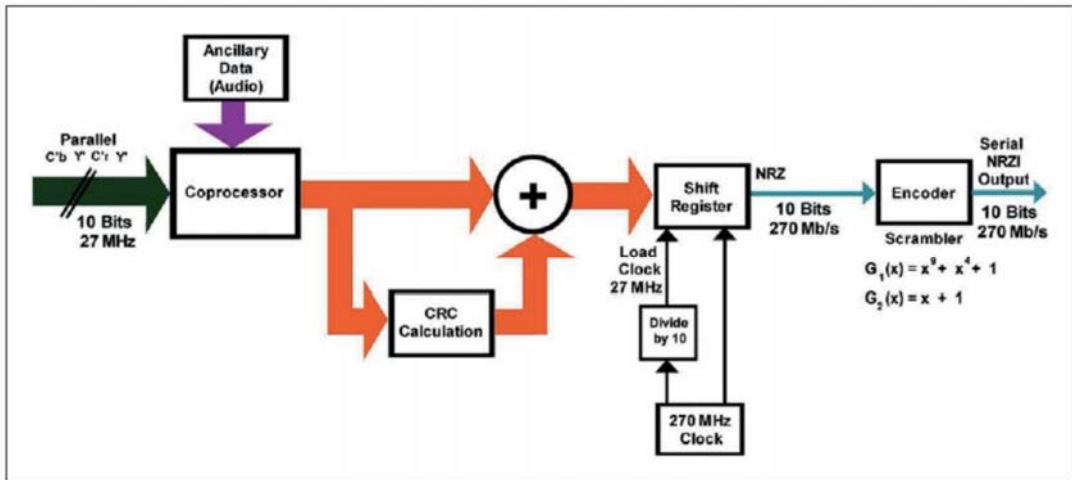
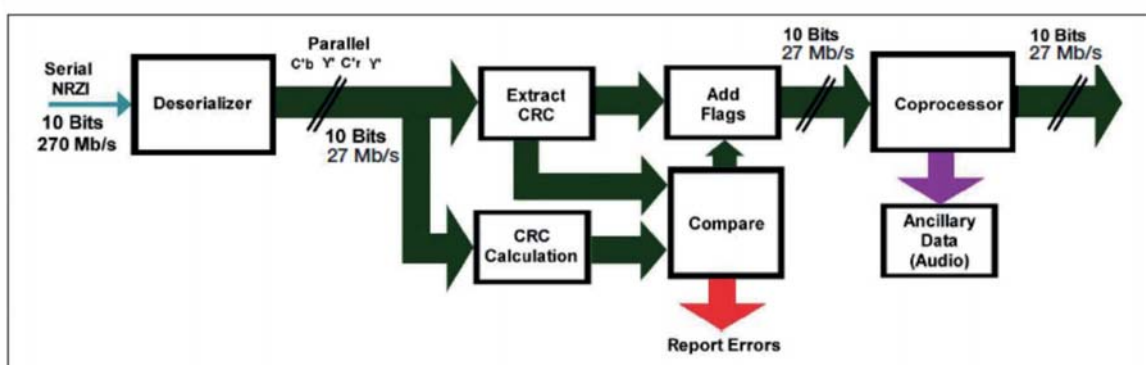


Figure 6. Processing and serializing the parallel data stream.

# Capture + SDI



# Capture + SDI

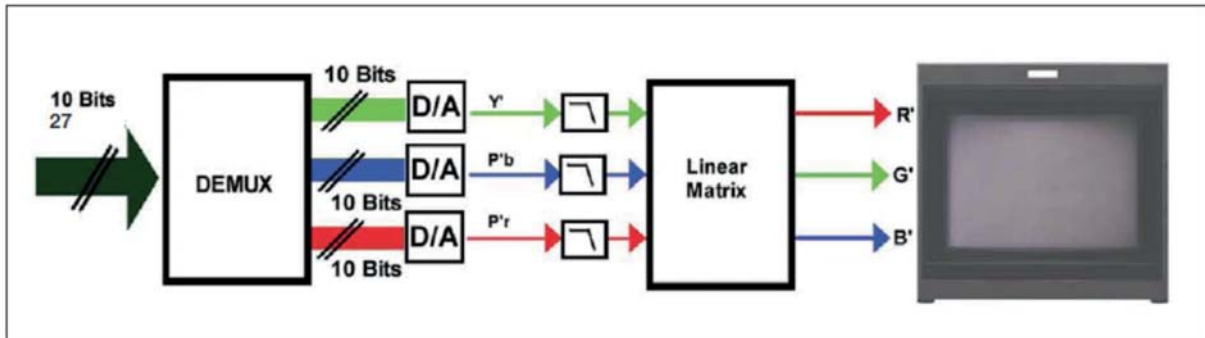


Figure 9. Process of capture SDI from serial data.

# Capture + SDI

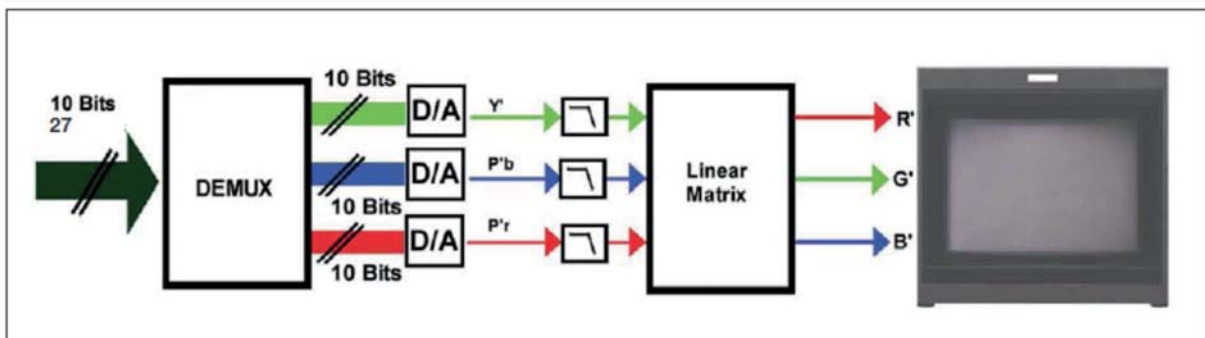
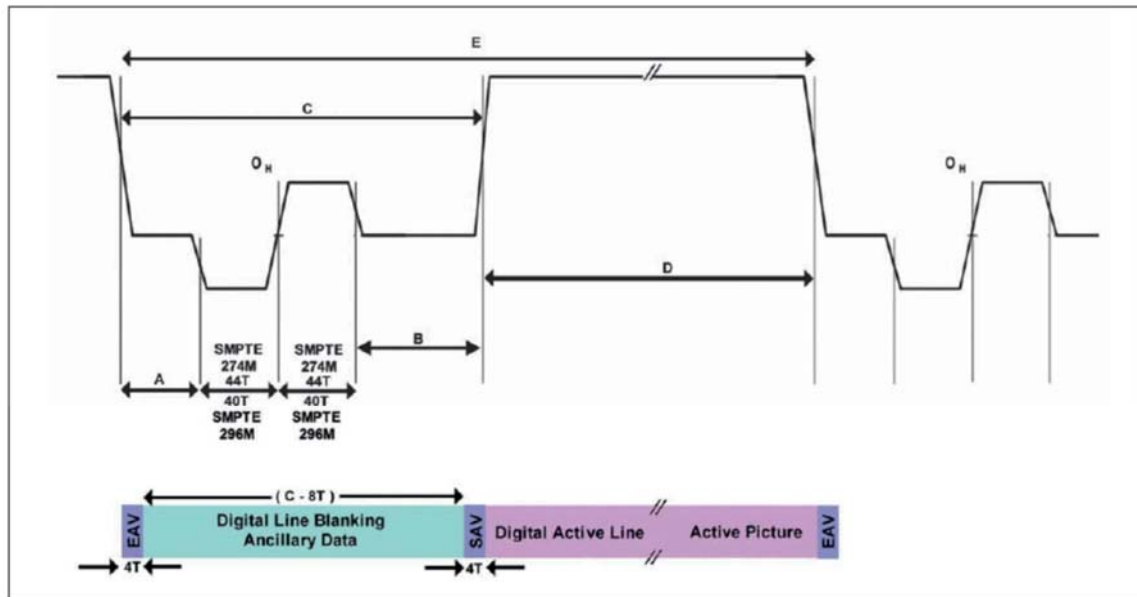


Figure 9. Process of capture SDI from serial data.

# Timing SDI



R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

# Timing SDI

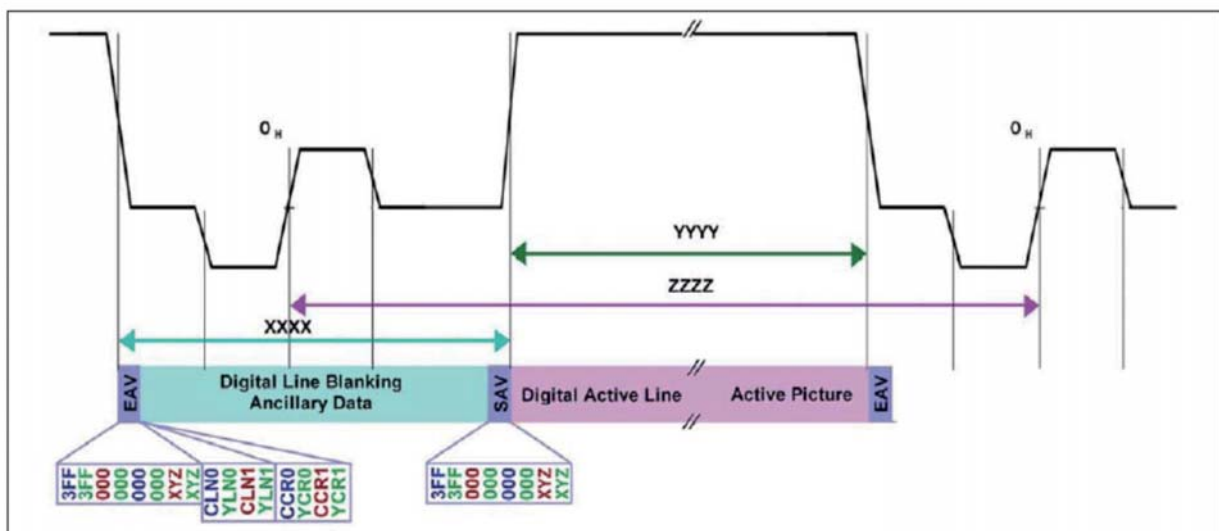
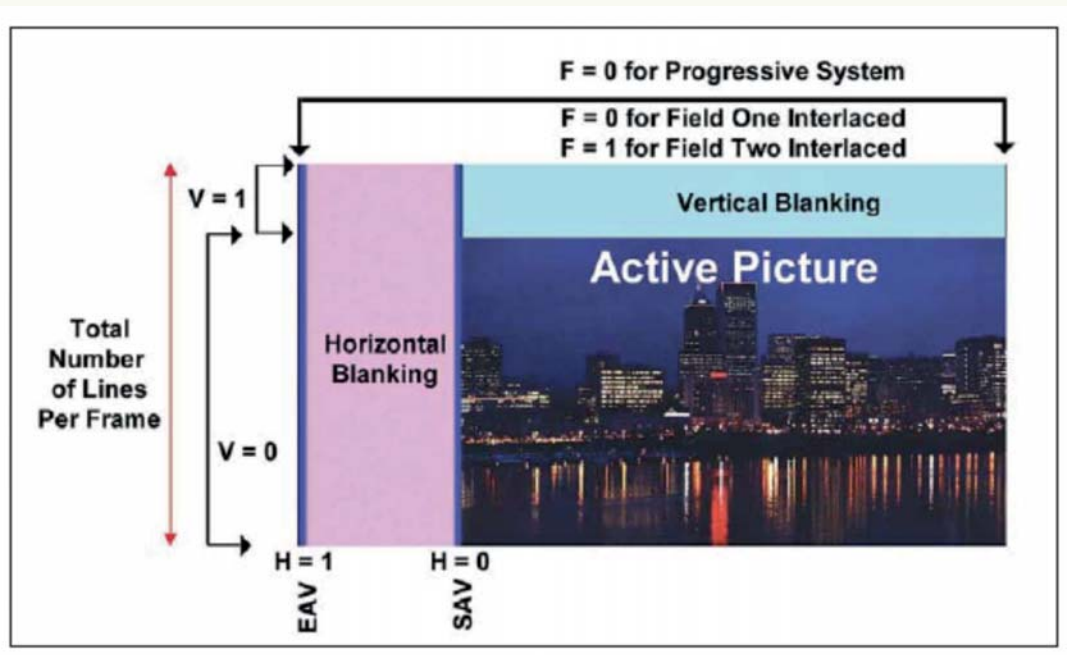


Figure 16. Ancillary data in the digital line vs. analog representation.

R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

# Timing SDI



R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

# Timing SDI



Figure 34. SDI data structure for a single line.

R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017



## Square division quad split



## 2Sample Interleave



R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

p  
50

# Plan

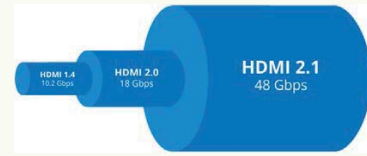
1. Quelle distance ?
2. Pourquoi 4/3 et 16/9 ?
3. D'où vient le nombre de ligne?
4. Echantillonnage C
5. Synchronisation Analogique
6. Interface SDI
7. **Interface HDMI**

R. Mosqueron (HES-SO / HEIG-VD / REDS), 2017

p  
51

# HDMI

<https://www.son-video.com/guide/tout-comprendre-sur-le-format-hdmi>



Maximum total TMDs throughput	Signal	Color Depth	bit	HDMI1.4	HDMI2.0	
				Level C	Level B	Level A
18G	4096/60p 3840/60p	YUV 4:2:2	12 bit	No	No	Yes
				No	No	Yes
	4096/50p 3840/50p	YUV 4:4:4	8 bit	No	No	Yes
				No	No	Yes
	4096/30p	YUV 4:4:4	12 bit	No	No	Yes
10.2G	4096/60p 3840/60p	YUV 4:2:0	8 bit	No	Yes	Yes
				No	Yes	Yes
	4096/50p 3840/50p	YUV 4:2:0	8 bit	No	Yes	Yes
				No	Yes	Yes
	4096/24p	YUV 4:4:4	8 bit	Yes	Yes	Yes
		YUV 4:2:2	10 bit	Yes	Yes	Yes
	3840/30p	YUV 4:4:4	8 bit	Yes	Yes	Yes
		YUV 4:2:2	10 bit	Yes	Yes	Yes