

SOMMAIRE

1) Un système T.V.C. (télévision couleur)	2
1.1) Signal de luminance:	2
1.2) Comment incorporer les informations couleurs dans les spectre N & B ?.....	3
1.3) Signal de chrominance :	4
1.4) Modulation de la sous-porteuse avec les deux signaux D_R et D_B :.....	4
2) Présentation des trois standards:.....	4
2.1) Système NTSC (National Télévision System Committe) :	5
2.1.1) Le principe	5
2.1.2) L'oscillateur auxiliaire.....	6
2.1.3) La salve de déclenchement	6
2.1.4) Le signal vidéo composite en NTSC	7
2.1.5) Conclusions :	7
2.2) Système PAL (Phase Alternation Line) :	8
2.2.1) Le principe	8
2.2.1.1.) A l'émission:	8
2.2.1.2.) A la réception:	8
2.2.2) L'oscillateur auxiliaire.....	9
2.2.3) La salve de déclenchement	10
2.2.4) Conclusions	11
2.3) Système SECAM (Séquentiel à mémoire) :	12
2.3.1) Le principe	12
2.3.2) Conclusions	12
3) Annexes:	13
3.1) Schéma fonctionnels d'un TV couleur PAL.....	13
3.2) Divers SECAM.....	14
3.3) Schéma fonctionnels d'un TV couleur SECAM	15

1) UN SYSTEME T.V.C. (TELEVISION COULEUR)

En TVC, les principes déjà énoncés subsistent mais il faut ajouter à la luminance, un signal de chrominance (teinte + saturation).

De plus, à l'époque (1967-1968), il fallait prendre en compte le problème de compatibilité avec le parc de TV. existant

Compatibilité, c'est à dire:

- pouvoir capter une émission couleur sur un récepteur N&B
- pouvoir capter une émission N&B sur un récepteur couleur
- ne pas modifier les émetteurs H.F. (même spectre de fréquence).

Par conséquent, un système de TVC doit comporter un codage permettant de faire tenir les informations de couleurs dans le même spectre que celui étudié précédemment (en TV noir et blanc).

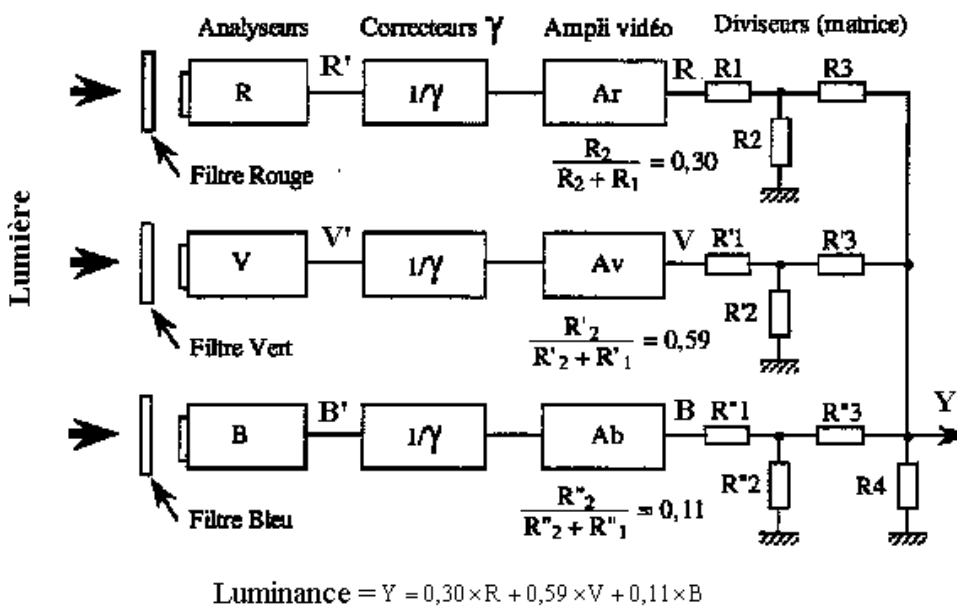
1.1) SIGNAL DE LUMINANCE:

La synthèse des couleurs nous montre que pour obtenir du blanc, il faut additionner les trois couleurs fondamentales dans des proportions définies par la courbe de sensibilité de l'oeil humain. Une étude de colorimétrie permet de chiffrer les coefficients multiplicateurs des couleurs fondamentales.

$$\Rightarrow Y = 0,30 \times R + 0,59 \times V + 0,11 \times B$$

Si $R = 1$ (rouge) et $V = 1$ (vert) et $B = 1$ (bleu) alors $Y = 1 \Rightarrow$ blanc

Exemple de prise de vue



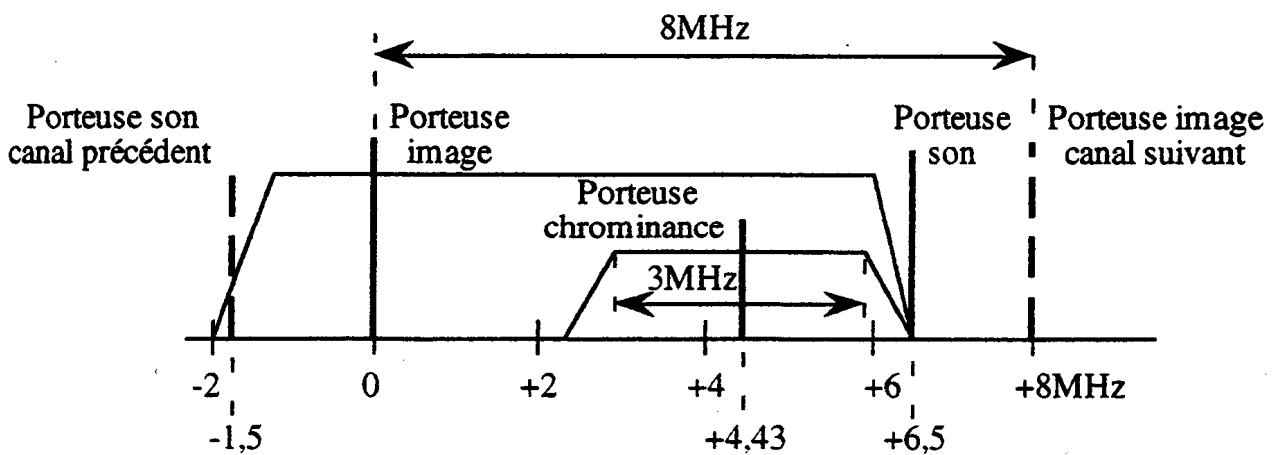
Les correcteurs γ permettent de compenser la courbure de la caractéristique lumière = f (tension) du tube récepteur.

1.2) COMMENT INCORPORER LES INFORMATIONS COULEURS DANS LES SPECTRE N & B ?

Remarque 1 : Le faible pouvoir séparateur de l'œil en vision colorée nous permet de réduire la bande passante pour ces informations couleurs. En pratique cette bande passante est limitée à **3 MHz maximum**.

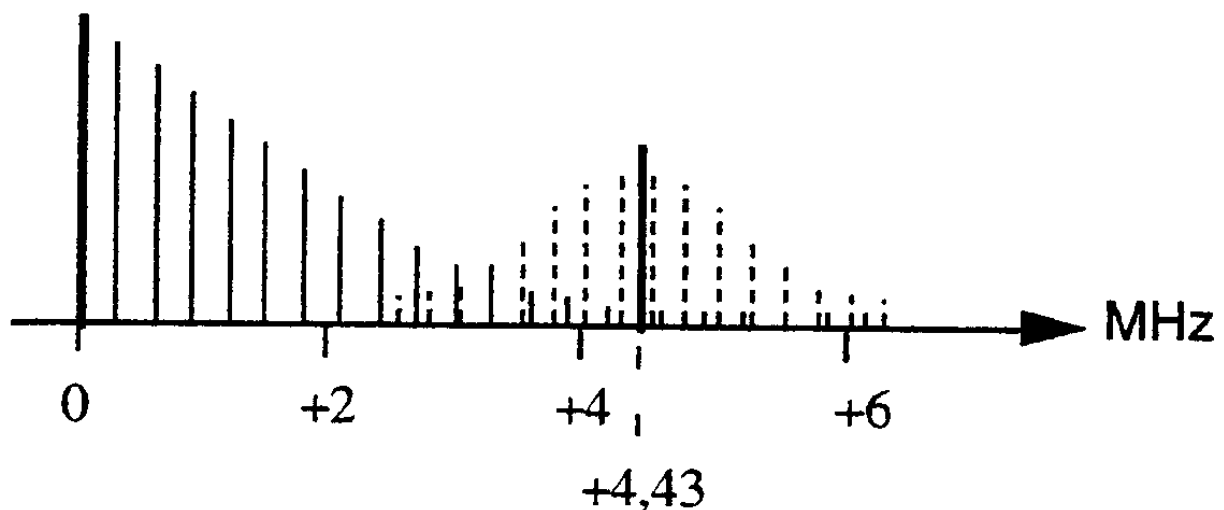
Remarque 2 : La répartition irrégulière de l'énergie du signal de luminance dans le spectre qui lui est réservé permet de localiser un endroit pour la sous porteuse chrominance. Cette répartition irrégulière est due aux signaux vidéo dont la fréquence est multiple de la fréquence de balayage ligne.

Spectres et répartition de l'énergie



Spectre de fréquences TVC (normes L & L').

Répartition de l'énergie du signal de luminance et de la sous- porteuse du signal de chrominance



1.3) SIGNAL DE CHROMINANCE :

On a défini la valeur de la fréquence de la sous-porteuse et de la bande passante pour ce signal. Mais comment coder les trois informations (rouge, vert, bleu) ?

3 couleurs => 3 inconnues => il faut donc trois équations.

$$Y = 0,30 \times R + 0,59 \times V + 0,11 \times B \quad (1)$$

$$D_B = B - Y \quad (2)$$

$$D_R = R - Y \quad (3)$$

Les équations (2) et (3) représentent les signaux de différences appelés **chrominances**. L'équation (1) représente le signal de luminance.

Remarque1: Pourquoi ne pas avoir choisi $D_V = V - Y$?

V représente 59% du signal Y. La différence aurait été la plus faible et donc le signal aurait été le plus susceptible d'être perturbé.

Remarque2: A la réception, on reçoit Y, D_B et D_R .

Lors de la réception, les signaux Y, B, R seront alors connus.

$$(2) \rightarrow B = D_B + Y$$

$$(3) \rightarrow R = D_R + Y$$

$$(1) \rightarrow Y = 0,30 \times R + 0,59 \times V + 0,11 \times B \quad \text{or} \quad Y = 0,30 \times Y + 0,59 \times Y + 0,11 \times Y \quad (4)$$

$$(1) - (4) \rightarrow 0 = 0,30 \times (R - Y) + 0,59 \times \underbrace{(V - Y)}_{D_V} + 0,11 \times (B - Y)$$

$$\text{Donc } D_V = \frac{1}{0,59} \times (-0,30 \times D_R - 0,11 \times D_B) \quad (5)$$

On reconstitue D_V à partir de D_B et D_R .

On dispose ainsi des quatre informations nécessaires pour piloter le tube cathodique

B, R, V et Y

1.4) MODULATION DE LA SOUS-PORTEUSE AVEC LES DEUX SIGNAUX D_R ET D_B :

La façon de résoudre ce problème constitue une particularité essentielle des standards mondiaux de TVC.

2) PRESENTATION DES TROIS STANDARDS:

Pour transmettre une information sur un support type: $s_{PORTEUSE} = S \times \sin(2 \times \pi \times f \times t + \varphi)$, il existe trois possibilités:

- modulation d'amplitude => S (t)
- modulation de fréquence => f (t)
- modulation de phase => j (t)

La bande passante couleur des 3 standards est de 1,2MHz autour de la porteuse.

Cette porteuse est dans la bande passante de la vidéo.

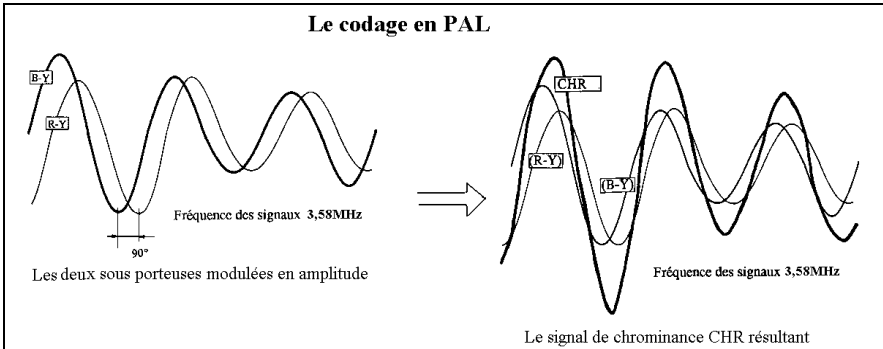
2.1) SYSTEME NTSC (NATIONAL TELEVISION SYSTEM COMMITTEE) :

2.1.1) Le principe

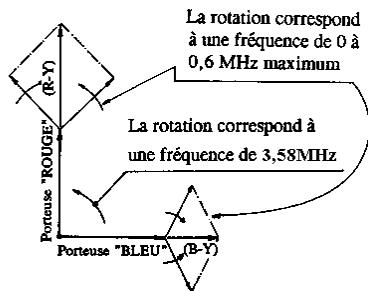
C'est le premier système mis au point pour transmettre les couleurs (1953).

D_R et D_B **modulent en amplitude** deux sous-porteuses de même fréquence ($f_p=3,579545\text{MHz} \approx 3,58\text{MHz}$) mais déphasées entre elles de 90° .

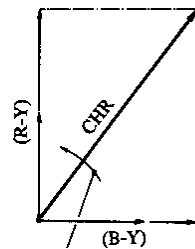
$$\text{Signal modulé} = D_R \times \sin(\omega \times t) + D_B \times \cos(\omega \times t)$$



Du point de vue fréquentiel, on obtient

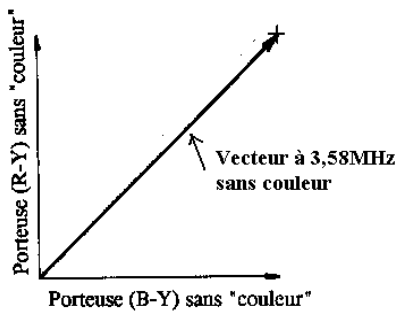


Représentation fréquentielle des 2 sous porteuses

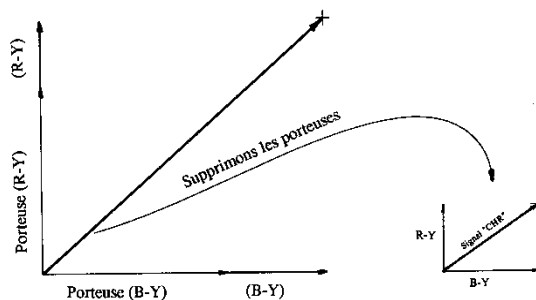
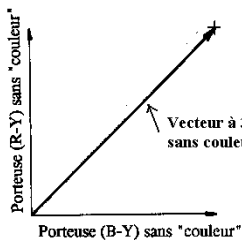


La rotation du vecteur CHR correspond à une fréquence moyenne de 3,58MHz

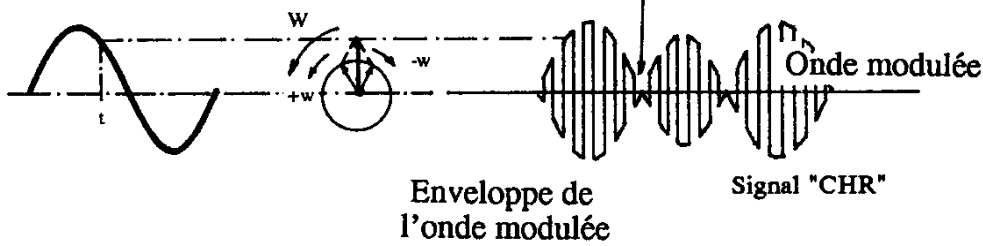
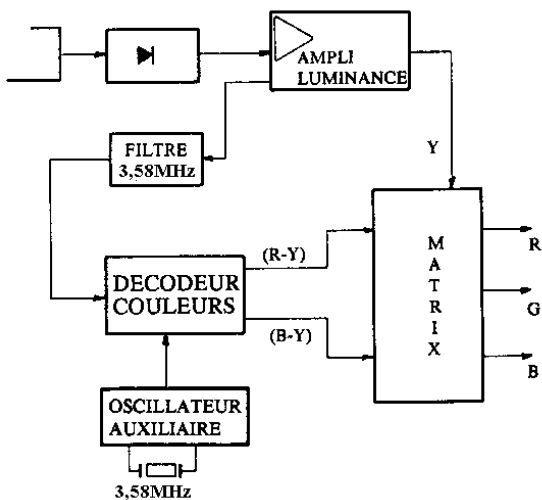
Représentation fréquentielle des 2 sous porteuses dans le plan de chrominance



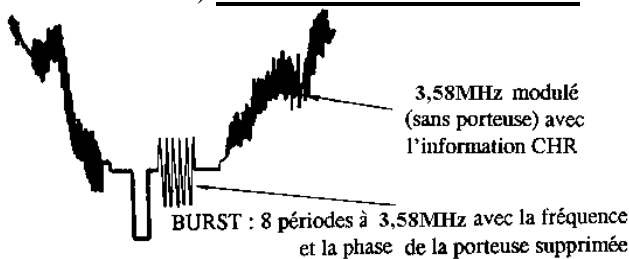
On peut remarquer que sans couleur (en noir et blanc), il y a occupation de l'espace fréquentiel



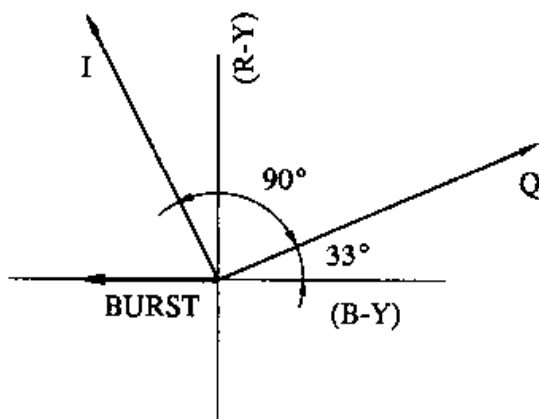
On supprime donc la sous porteuse à l'émission

Modulation AM sans porteuse2.1.2) L'oscillateur auxiliaire

Ce signal est indétectable par une démodulation à diode classique. Il faut donc reconstituer une porteuse à la réception à l'aide d'un oscillateur auxiliaire

2.1.3) La salve de déclenchement

Pour synchroniser l'oscillateur auxiliaire, il faut une salve de référence : le Burst (salve). Il est placé sur le palier arrière du top de synchro ligne, il comprend ± 8 périodes et a une phase de 180° par rapport au vecteur (B- Y). De plus, son amplitude est constante et bien déterminée, elle servira de référence pour contrôler le gain des amplis couleurs ACC (Automatic Color Control)



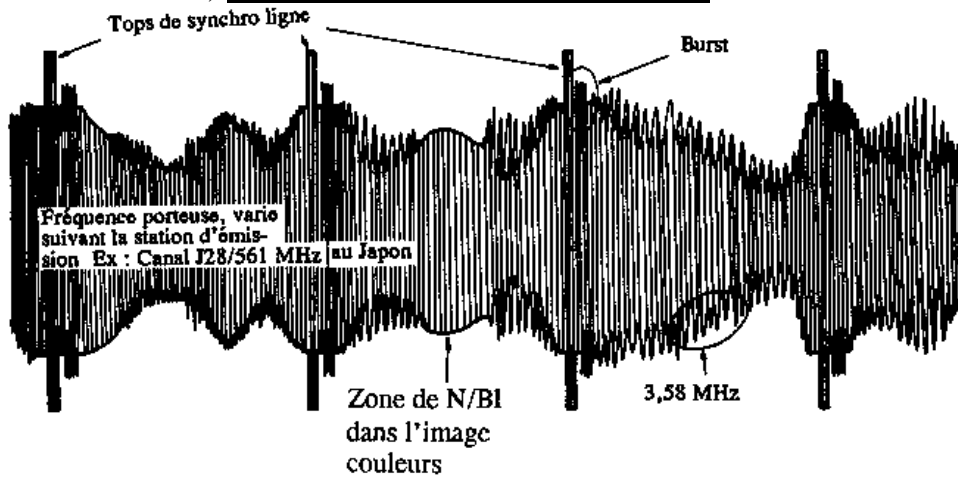
Enfin le NTSC a opté pour d'autres valeurs de phases de (B- Y) et (R- Y) au lieu des phases de 0° et 90° comme nous avons vu jusqu'à présent.

Des axes (ou des phases) de 33° et 123° ont été adoptés et appelés vecteurs Q et I.

Le burst a 3 fonctions :

- contrôler en fréquence et en phase l'oscillateur auxiliaire
- contrôler le gain des amplis, c'est l'ACC
- bloquer le décodeur couleurs en cas d'émission en N/Bl. C'est le rôle tenu par le COLOR KILLER (le "tueur de couleur") qui coupera les amplis dans le téléviseur s'il n'y a pas de burst.

2.1.4) Le signal vidéo composite en NTSC



Enfin, le signal reçu par le téléviseur est celui-ci.

2.1.5) Conclusions :

Avantages : simplicité (AM)

Inconvénients : sensible aux perturbations de phase. Lors de la réception, s'il y a glissement de la porteuse reconstituée, les informations de couleurs se modifient.

Par moquerie, le NTSC est parfois appelé Never Twice the Same Color

2.2) SYSTEME PAL (PHASE ALTERNATION LINE) :

2.2.1) Le principe

Il fut créé en 1963 pour remédier aux inconvénients du système NTSC donc on conserve le principe de base du NTSC : D_R et D_B **modulent en amplitude** 2 sous-porteuses de même fréquence ($f_p = 4,43361875\text{MHz} \approx 4,43\text{MHz}$) mais déphasées entre elles de 90° .

On suppose que **la couleur est la même sur deux lignes consécutives**.

A l'émission, on alterne de 180° la phase de la composante D_R d'une ligne à l'autre.

2.2.1.1.) A l'émission:

Lors de l'émission:

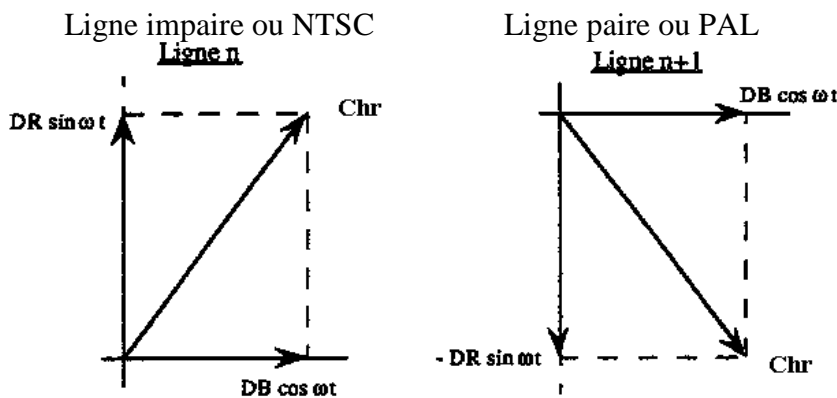
ligne impaire ou ligne NTSC

$$\rightarrow D_R \times \sin(\omega \times t) + D_B \times \cos(\omega \times t)$$

ligne paire ou ligne PAL

$$\rightarrow D_R \times \sin(\omega \times t + \pi) + D_B \times \cos(\omega \times t) \text{ mais } \cos(a) = \cos(-a)$$

$$\rightarrow D_R \times \sin(-\omega \times t) + D_B \times \cos(-\omega \times t)$$



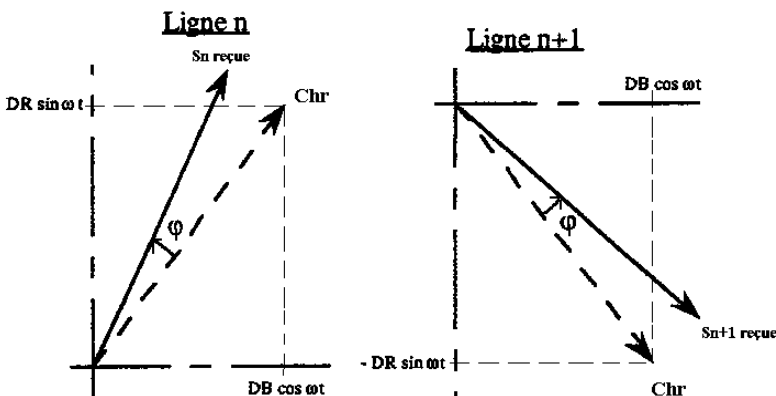
2.2.1.2.) A la réception:

On inverse la composante D_R de la ligne PAL reçue puis on fait la somme des signaux reçus en ligne NTSC (n) et ligne PAL (n+1) corrigée.

Lors de la réception, on suppose une erreur de phase φ :

ligne impaire ou ligne NTSC $\rightarrow S_n \text{ reçue} = D_R \times \sin(\omega \times t + \varphi) + D_B \times \cos(\omega \times t + \varphi)$

ligne paire ou ligne PAL $\rightarrow S_{n+1} \text{ reçue} = D_R \times \sin(-\omega \times t + \varphi) + D_B \times \cos(-\omega \times t + \varphi)$



Pour obtenir le résultat, on inverse la composante D_R de S_{n+1} reçue que l'on appellera S_{n+1} reçue corrigée puis on fait la somme des signaux reçus en ligne n et ligne $n+1$ corrigée.

Résultat → Somme = S_n reçue + S_{n+1} reçue corrigée

$$\text{Somme} = D_R \times \sin(\omega \times t + \varphi) + D_B \times \cos(\omega \times t + \varphi) - D_R \times \sin(-\omega \times t + \varphi) + D_B \times \cos(-\omega \times t + \varphi)$$

$$\rightarrow \text{Somme} = D_R \times [\sin(\omega \times t + \varphi) - \sin(-\omega \times t + \varphi)] + D_B \times [\cos(\omega \times t + \varphi) + \cos(-\omega \times t + \varphi)]$$

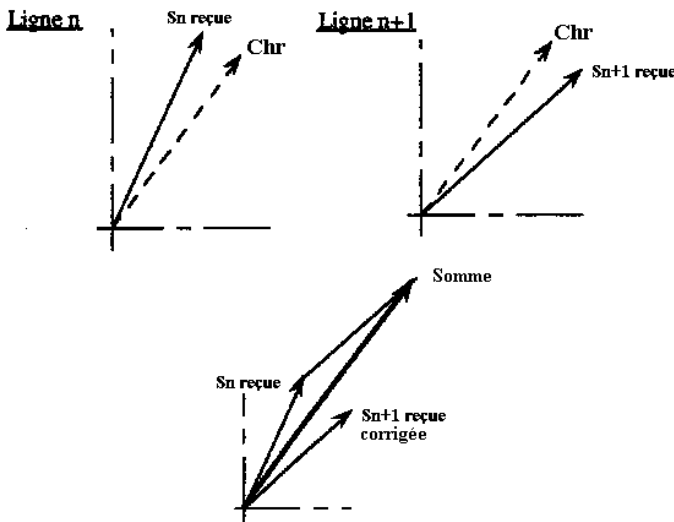
Or $\sin(a) - \sin(b) = 2 \times [\sin(\frac{a-b}{2}) \times \cos(\frac{a+b}{2})]$ et $\cos(a) + \cos(b) = 2 \times [\cos(\frac{a+b}{2}) \times \cos(\frac{a-b}{2})]$

$$\rightarrow \text{Somme} = 2 \times D_R \times \sin(\omega \times t) \times \cos(\varphi) + 2 \times D_B \times \cos(\varphi) \times \cos(\omega \times t)$$

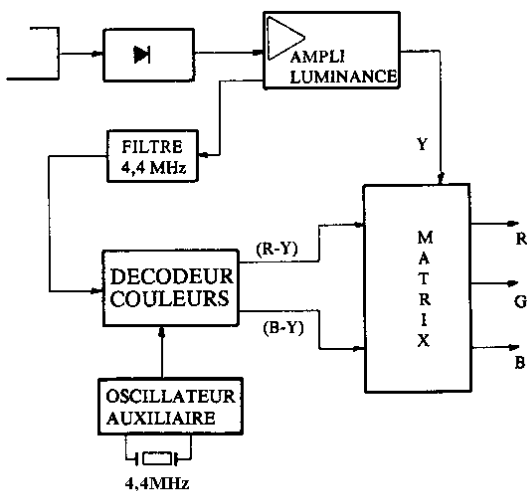
Si φ est faible alors $\cos(\varphi) \approx 1$

$$\rightarrow \boxed{\text{Somme} = 2 \times D_R \times \sin(\omega \times t) + 2 \times D_B \times \cos(\omega \times t)}$$

Conclusion : Une erreur de phase peut être compensée par une erreur de phase de polarité opposée.

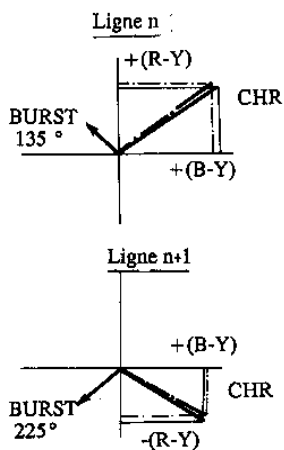


2.2.2) L'oscillateur auxiliaire



Ce signal est indétectable par une démodulation à diode classique. Il faut donc reconstituer une porteuse à la réception à l'aide d'un oscillateur auxiliaire

2.2.3) La salve de déclenchement



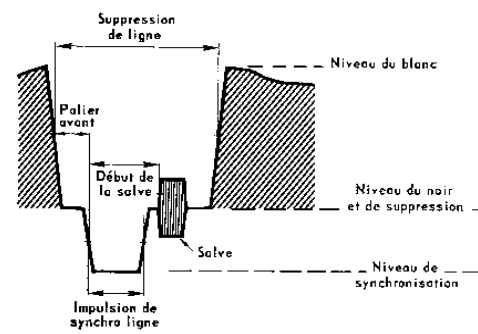
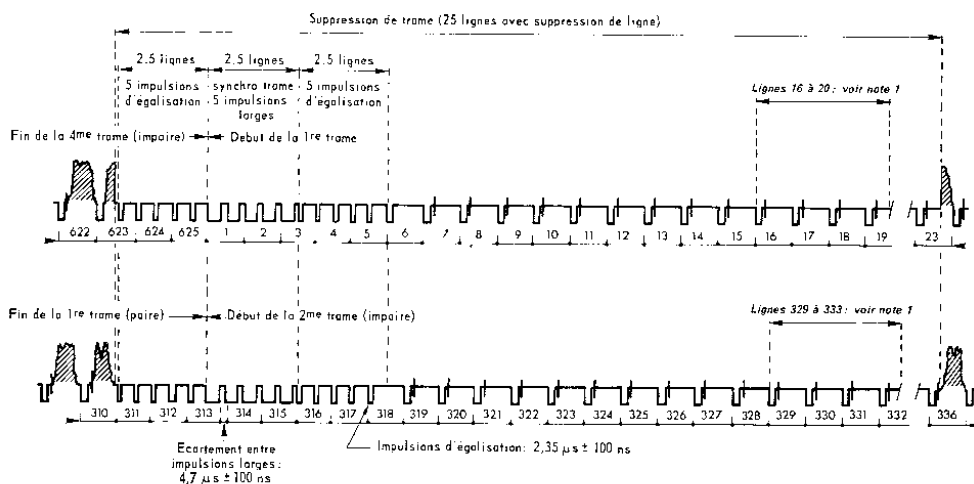
Pour reconnaître la ligne NTSC de la ligne PAL, le BURST aura deux phases différentes :

- 135° pour la ligne NTSC
- 225° pour la ligne PAL

Le burst a 4 fonctions :

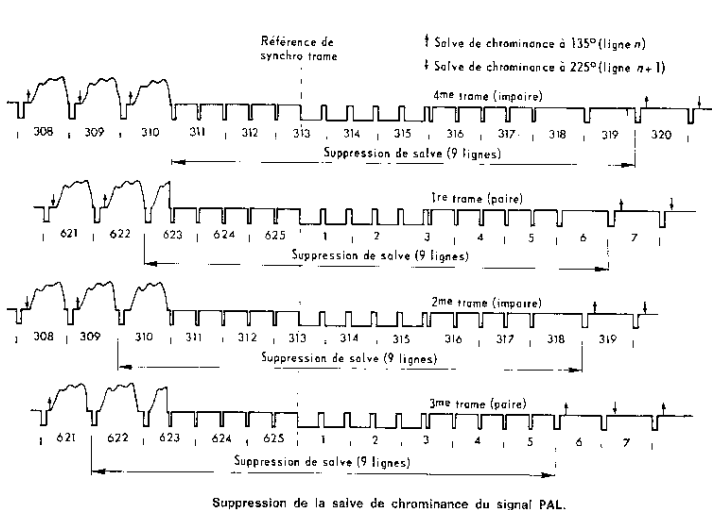
- Indication de ligne NTSC ou PAL
- contrôler en fréquence et en phase l'oscillateur auxiliaire
- contrôler le gain des amplis, c'est l'ACC
- bloquer le décodeur couleurs en cas d'émission en N/Bi. C'est le rôle tenu par le COLOR KILLER (le "tueur de couleur") qui coupera les amplis dans le téléviseur s'il n'y a pas de burst.

Signaux à 625 lignes monochromes et PAL

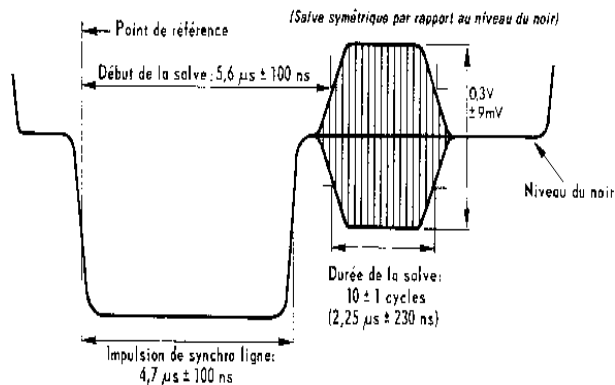


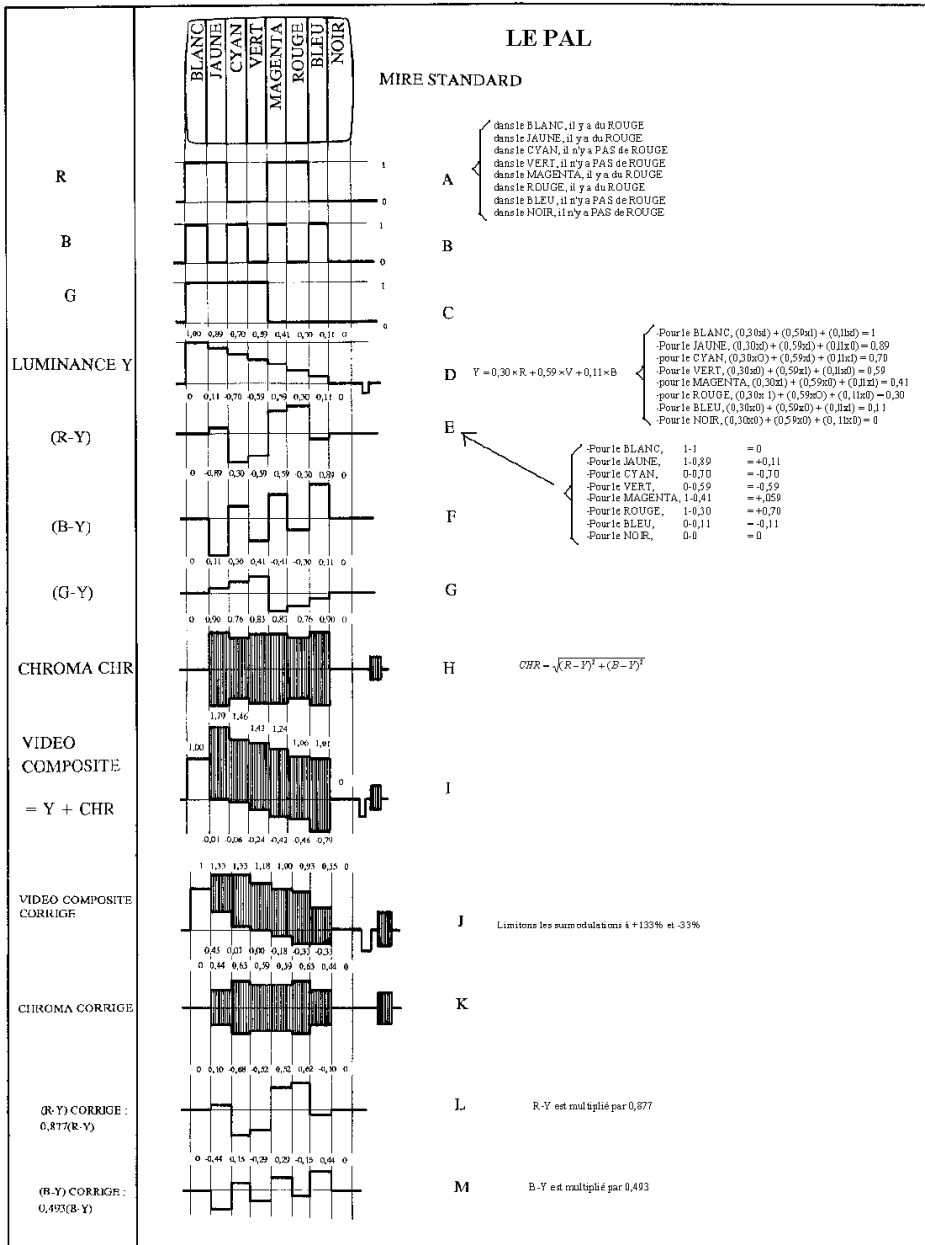
Synchronisation et suppression de trame du signal à 625 lignes.

- Notes:
1. Les lignes 16 à 20 et 329 à 333 peuvent porter des signaux d'identification, de commande ou d'essai
 2. Les première et deuxième trames sont respectivement identiques à la troisième et à la quatrième, sauf en ce qui concerne la suppression de la salve.
 3. Les temps de montée et de descente (entre points d'amplitude 10 % à 90 %) des divers types d'impulsions sont les suivants :
 suppression de trame : 300 ± 100 ns.
 impulsions de synchro trame et d'égalisation : 250 - 50 ns.



Suppression de la salve de chrominance du signal PAL.





2.2.4) Conclusions

Avantages: Insensibilité aux variations de phases (par rapport au NTSC)
Relativement simple (modulation AM)
La porteuse couleur est supprimée

Inconvénients : La couleur ne doit pas varier sur deux lignes consécutives
BURST de détection de ligne obligatoire

2.3) SYSTÈME SECAM (SÉQUENTIEL À MÉMOIRE) :

2.3.1) Le principe de transmission

La principale difficulté réside dans la transmission simultanée de deux informations sur une même porteuse. On module $-(R - Y)$ et $(B - Y)$ en FM sur deux porteuses différentes et on transmet les deux informations de chrominance l'une après l'autre ("séquentiel").

Ligne $n \Rightarrow$ on transmet le signal D_B . Ligne $n+1 \Rightarrow$ on transmet le signal $-D_R$.

CARACTERISTIQUES DU SECAM:

- Modulation FM: $-(R - Y)$ sur une porteuse de **4,406 MHz** + $(B - Y)$ sur une porteuse de **4,250 MHz**.
- Porteuse non supprimée.
- Bande passante couleurs semblable au PAL, +/- 0,6 MHz.
- $\Delta f(B - Y)$ va de -350kHz à +500kHz - $\Delta f(R - Y)$ va de -500kHz à +350kHz
- Signaux d'identification pour différentier $(R - Y)$ et $(B - Y)$ dans le téléviseur :
présents sur les lignes de 7 à 15 à l'origine du SECAM
depuis 1983, une SALVE (comme le BURST) sur le palier arrière du top de synchro ligne à la fréquence 4,406 ou 4,250 MHz

PRINCIPE DU RECEPTEUR SECAM

Une ligne à retard de 64 μ s (mémoire de la ligne précédente) servant de mémoire fournit l'information manquante pour chaque ligne reçue.

Ligne $n \Rightarrow$ on reçoit le signal D_B . Le signal D_R de la ligne $n-1$ est fourni par la ligne à retard.

Ligne $n+1 \Rightarrow$ on reçoit le signal D_R . Le signal D_B de la ligne n est fourni par la ligne à retard.

On dispose à chaque fois de l'information de luminance, mais également des deux informations de différence.

Remarques:

- * Comme pour le système PAL., les informations de chrominances sont supposées identiques sur deux lignes consécutives.
- * La modulation de porteuse est ici une modulation de fréquence. Ce qui rend ce système particulièrement insensible aux variations d'amplitude et de phase.
- * Il faudra "croiser" les informations dans le détecteur, puisque les informations couleurs arrivent à tour de rôle: c'est le PERMUTATEUR SECAM qui sera chargé de remettre chaque information sur la bonne voie (à l'aide du signal d'identification).
- * Une préaccentuation (pre-emphasis) des signaux de chrominance est effectuée avant la modulation FM de façon à augmenter le gain dans les fréquences les plus élevées du spectre (amélioration des détails de couleurs).
- * Une correction de l'amplitude du signal modulé en fonction de la fréquence est réalisée afin d'améliorer le rapport signal/bruit à l'émission.
- * Utilisation d'un circuit « cloche » (filtre passe bande) dans le récepteur pour compenser la correction d'amplitude à l'émission.

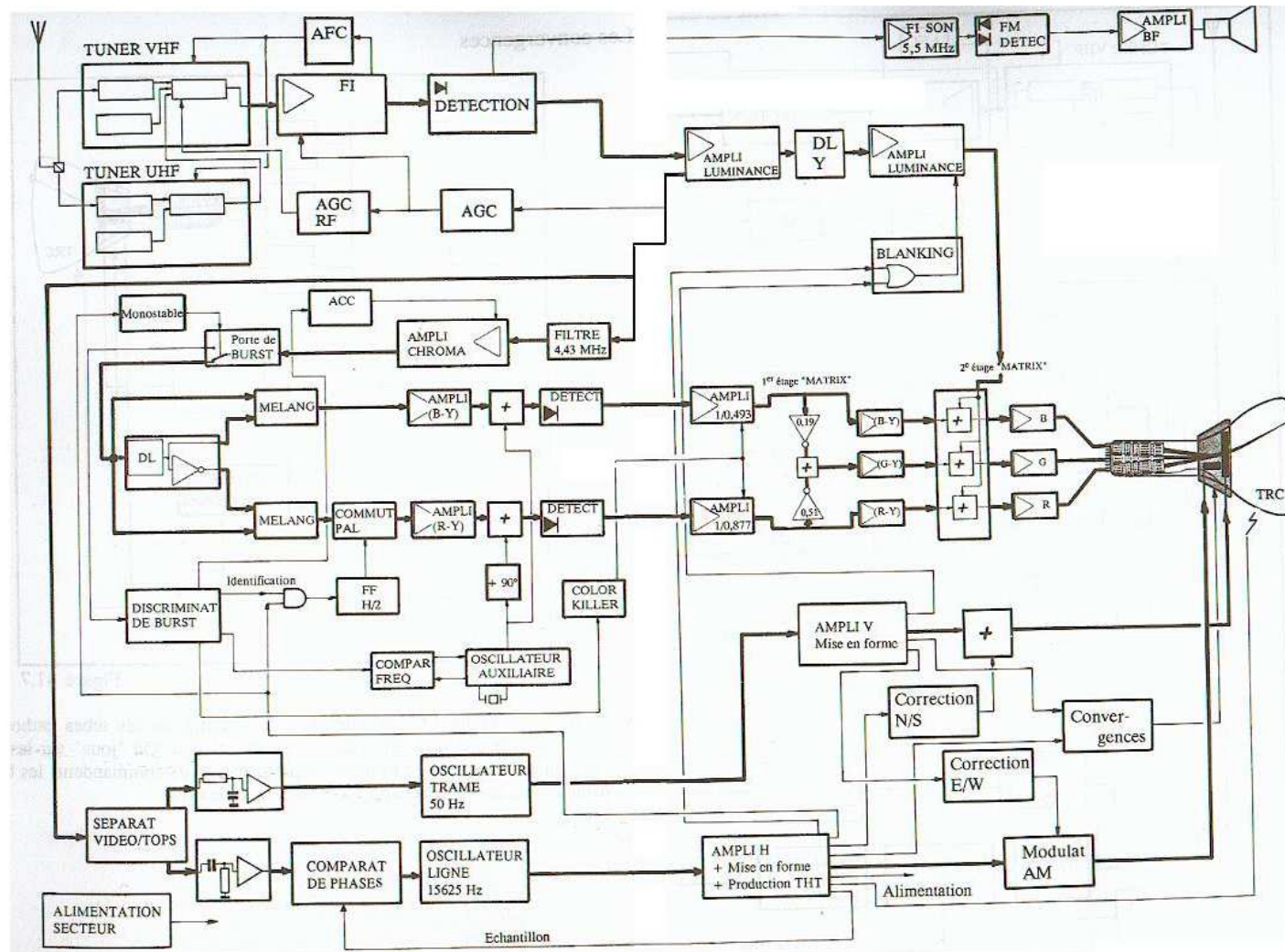
2.3.2) Conclusions

- Avantages: Plus de perturbation de la couleur par des parasites ou des variations de phases.
La couleur des images est de qualité supérieure aux deux autres standards
Pas d'oscillateur auxiliaire dans le récepteur
- Inconvénients : La porteuse n'est pas supprimée (elle est dans la bande passante vidéo)
BURST de détection de ligne obligatoire
La bande passante vidéo n'est que de 3,80 MHz
Les CAMESCOPES vont sonner le glas du système SECAM ...

3) ANNEXES:

3.1) SCHEMA FONCTIONNELS D'UN TV COULEUR PAL

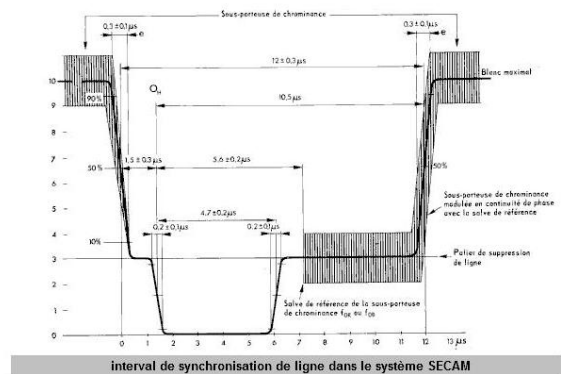
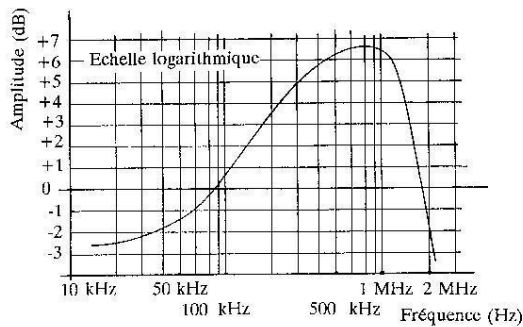
TV COULEUR PAL Récepteur couleur aux normes PAL/CCIR



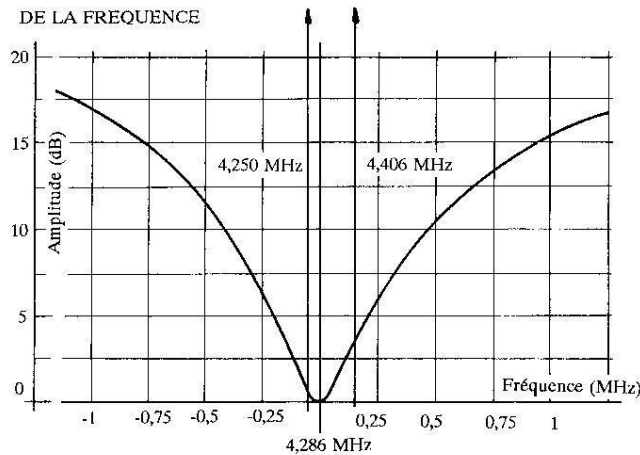
3.2) **DIVERS SECAM**

SECAM

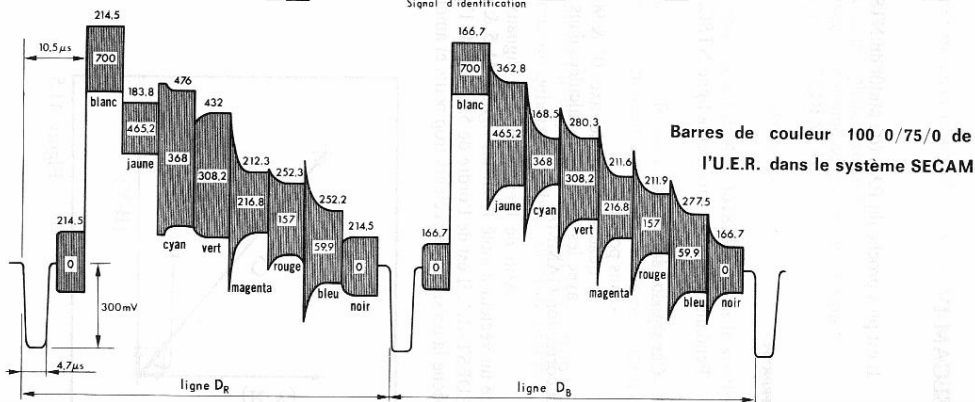
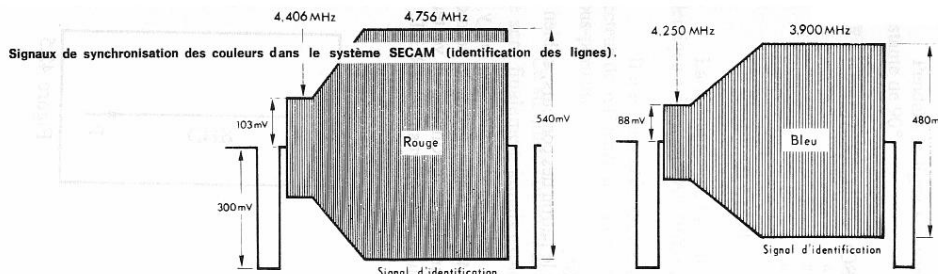
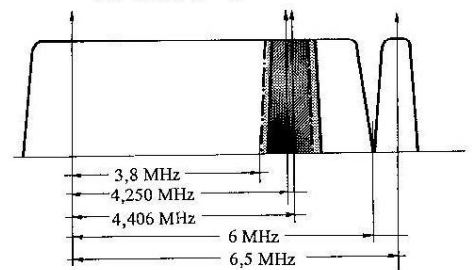
PREACCENTUATION DES SIGNAUX (R-Y) & (B-Y)



COURBE DE CORRECTION D'AMPLITUDE EN FONCTION DE LA FREQUENCE



SECAM norme L



3.3) SCHEMA FONCTIONNELS D'UN TV COULEUR SECAM

TELE COULEUR SECAM

Récepteur couleur aux normes SECAM/625F

