

LA VIDEO NUMERIQUE

Norme **4:2:2**



1/ Introduction à la vidéo numérique

2/ L'acquisition vidéo : la conversion analogique / numérique

A/ Pourquoi un codage des composantes ?

B/ L'échantillonnage

C/ La quantification

D/ Le codage de canal

E/ La structure de ligne numérique 4:2:2

F/ Remarques sur la détection et la correction d'erreurs

1 / INTRODUCTION A LA VIDÉO NUMÉRIQUE

L'histoire du numérique dans la vidéo commence véritablement de 1972 à 1982. A l'origine équipements de synchronisation, les appareils se sophistiquèrent avant d'entrer dans le milieu professionnel. Dès lors, les industriels prirent conscience de l'avènement de ce nouveau phénomène et présentèrent des normes en matière de numérisation. Une certaine anarchie numérique régna alors sur le marché ce qui força la main au C.C.I.R. (Comité Consultatif International de Radiodiffusion) à normaliser un format vidéo en composantes numériques compatible dans le monde entier : cette norme c'est le 4:2:2, ou CCIR 601. Elle spécifie les paramètres de codage de signaux à numériser (échantillonnage, quantification, ...) Dès lors les innovations ne cessèrent de s'enchaîner pour permettre aujourd'hui, à la vidéo numérique, de se généraliser dans les centres de production, chaînes TV et régie de post-production pour assister le montage.

2 / L'ACQUISITION VIDÉO : LA CONVERSION ANALOGIQUE / NUMÉRIQUE

Le procédé de l'acquisition vidéo analogique et de sa conversion en numérique peut s'assimiler au passage du langage oral au langage écrit. Pour prendre en note le discours oral d'une personne, cette dernière ne doit pas parler trop rapidement, dans tel cas il devient difficile d'écouter et de transcrire simultanément. Certes la personne pourrait ralentir son débit de parole mais si l'on assimile ces paroles avec le signal vidéo analogique, on comprend aisément que le débit ne peut pas être ralenti. On procède donc à l'échantillonnage du discours, c'est à dire que l'on ne saisit que des " morceaux " de message pour les retranscrire par la suite. La précision de la retranscription dépend donc directement du nombre d'échantillons de discours prélevés.

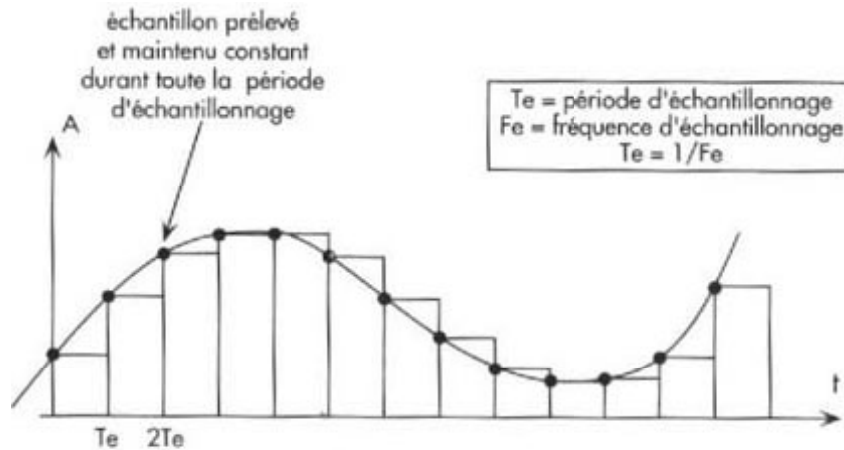
Pour la vidéo, le phénomène est identique : il est nécessaire avant toute chose de connaître le signal et de savoir quels sont les signaux à numériser.

A / POURQUOI UN CODAGE DES COMPOSANTES ?

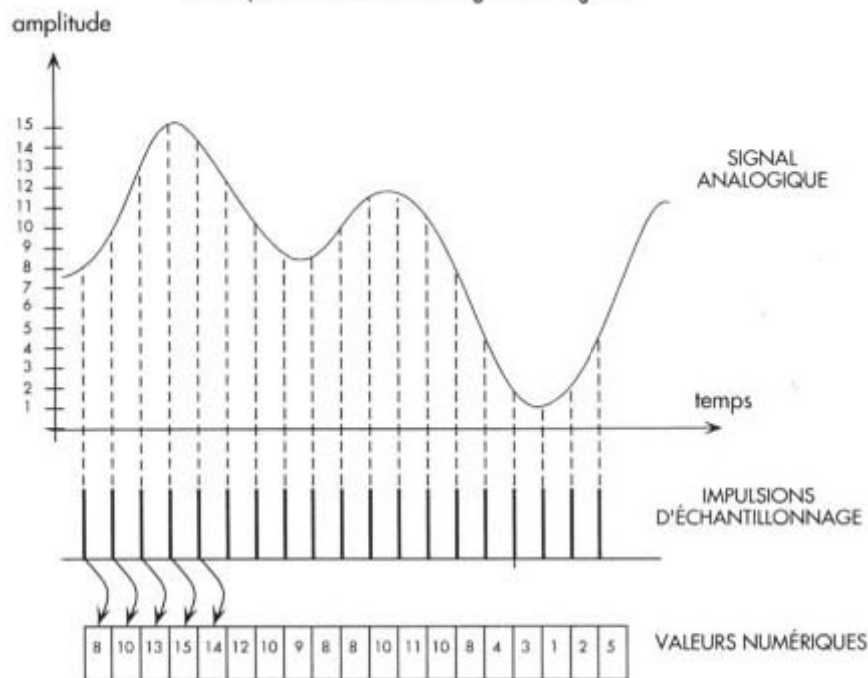
Le signal vidéo numérique devait, sans aucun doute, être identique pour tous les pays : l'idée était de numériser des données communes aux systèmes 625 lignes (PAL, SECAM) et 525 lignes (NTSC). Le C.C.I.R. a donc unanimement décidé de numériser de façon séparée les signaux de luminance (Y) et de chrominance (Cr ; Cb). Un système basé sur le codage numérique des composantes vidéo exclut tous les problèmes qu'auraient pu engendrer un codage de signal vidéo composite et permet une compatibilité à échelle mondiale. Ce système devrait donc apparaître comme étant l'accessoire principal d'un développement de nouveaux équipements, mais aussi et surtout d'un échange international de données, constituant la base de l'audiovisuel : la communication.

B / L'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage d'un signal, c'est le découpage en tranches temporelles de ce dernier. Il est directement suivi de la quantification qui consiste à prélever ponctuellement la valeur du signal à des instants réguliers, correspondant à la période de l'échantillonnage. Il est donc nécessaire que le rythme de découpage (fréquence d'échantillonnage) soit élevé pour pouvoir retranscrire la variation du signal d'origine la plus brève. Car si l'intervalle de temps entre deux échantillons consécutifs est supérieur au temps de la variation la plus rapide du signal d'origine, cette dernière se trouvera perdue et ne sera pas prise en compte dans le signal numérique.

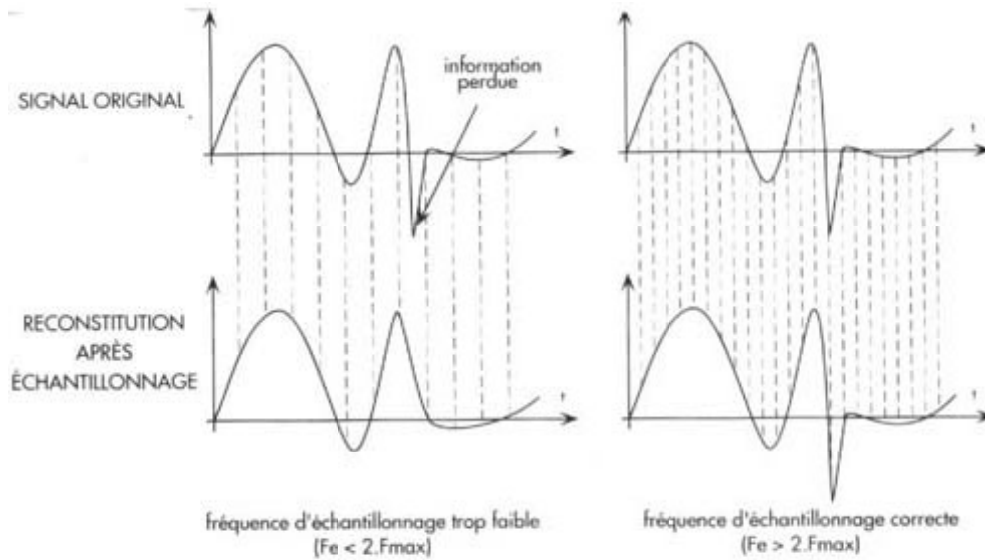


Principe de l'échantillonnage d'un signal.



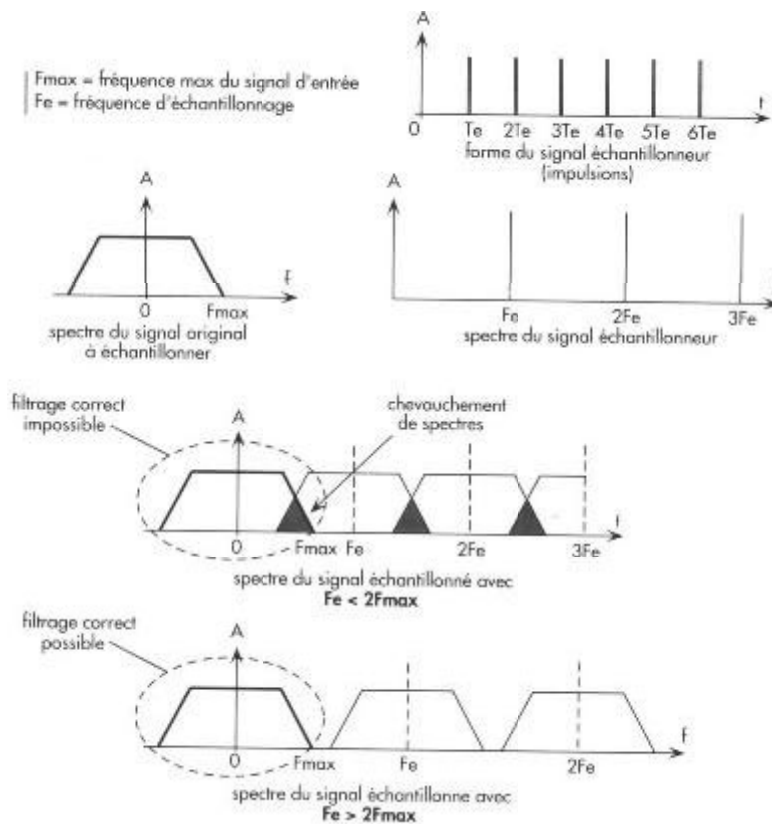
La succession d'échantillons d'amplitudes prélevés sur le signal analogique à des instants réguliers et suffisamment rapprochés permet de décrire ce signal point par point.

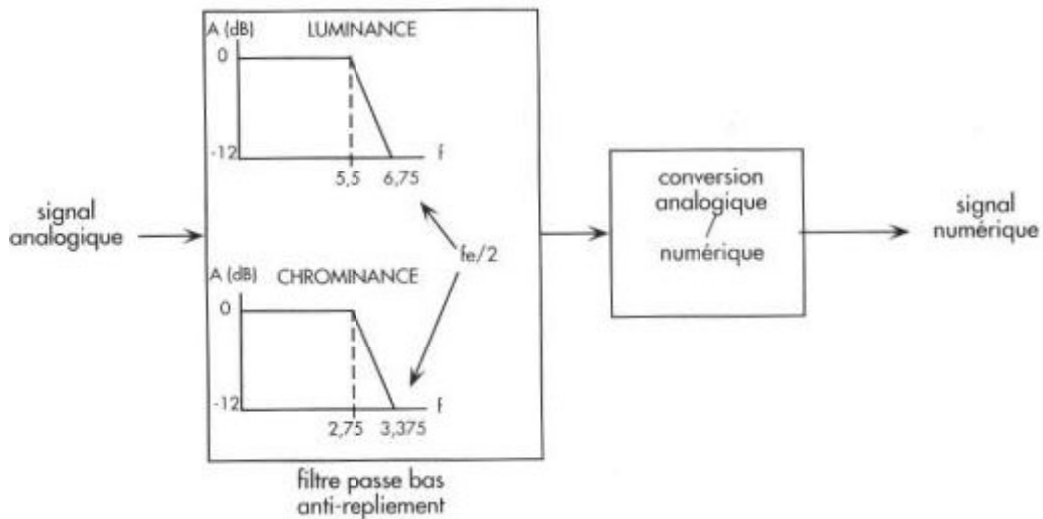
Par conséquent, pour échantillonner un signal en préservant intègrement son information, il est nécessaire de connaître la fréquence la plus élevée à laquelle il est susceptible de varier. La loi mathématique de Shannon et Nyquist établit qu' " Un signal dont le spectre est limité à la fréquence F_{max} est entièrement défini par la suite de ses échantillons prélevés à des intervalles de temps réguliers de valeur $T = 1/2 F_{max}$ ".



Si la fréquence d'échantillonnage est trop faible, les variations rapides du signal original ne sont pas représentées par la suite d'échantillons prélevés.

Par conséquent, la fréquence d'échantillonnage doit être $F_e \geq 2F_{max}$ pour être la représentation d'origine. Si cette condition n'est pas respectée, les composantes spectrales répétitives du signal échantillonné ne sont pas assez espacées et se chevauchent. La zone de repliement, appelé zone d'aliasing, donne naissance à une fréquence parasite se traduisant par un effet de moiré sur l'image. Pour palier à ce problème, un filtre passe-bas (filtre anti-aliasing) est disposé en amont de la conversion. Ce filtre à pente raide rejette toutes les fréquences du signal analogique d'entrée qui sont supérieures à $\frac{1}{2} F_e$.





Le signal vidéo de luminance possède une bande passante d'environ 6 Mhz. Pour être justement numérisée, la fréquence d'échantillonnage de ce signal doit respecter les critères de Shanon et Nyquist soit :

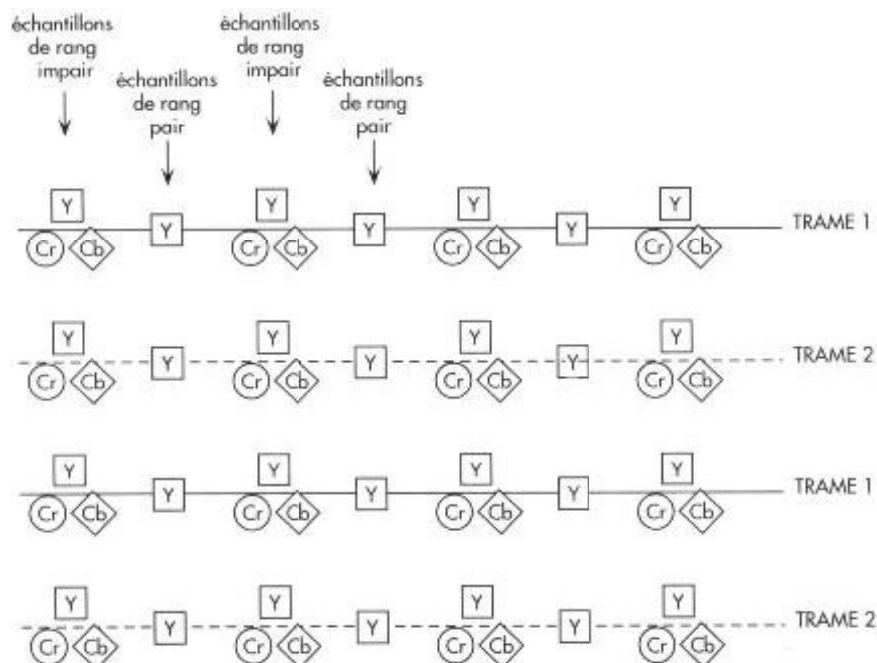
$$F_e(Y) = 6 \times 2 = 12 \text{ Mhz}$$

Cependant, pour être utilisée au niveau mondial, $F_e(Y)$ doit être multiple commun des fréquences lignes des systèmes à 525 et 625 lignes à savoir 15625 et 15734,2 Hz. Le C.C.I.R. a donc retenu la fréquence d'échantillonnage suivante : $F_e(Y) = 13.5 \text{ Mhz}$. Cette fréquence est égale à 864 fois la fréquence ligne des systèmes à 625 lignes et 858 fois celle des systèmes à 525 lignes (Un ligne active contenant 720 échantillons).

Pour les signaux de chrominance, la bande passante est d'environ 3 Mhz. Le C.C.I.R. a décidé de les échantillonner à une fréquence deux fois moindre de celle pour la luminance soit $F_e(Cr) = F_e(Cb) = 6.75 \text{ Mhz}$. Pour ces signaux, il n'y aura donc que 360 échantillons par ligne active. Ceci n'est pas réellement gênant pour l'être humain qui est moins sensible à la couleur qu'à l'éclairement.

Ces fréquences d'échantillonnage déterminées par le C.C.I.R. s'apparentent aux chiffres 4, 2 et 2. Le chiffre 4 représentant la fréquence d'échantillonnage de la luminance (13.5 Mhz) et 2 les fréquences d'échantillonnage des signaux de chrominance (6.75 Mhz = 13.5/2). C'est ainsi que la norme CCIR 601, née de ces études, pris le nom courant de norme 4:2:2.

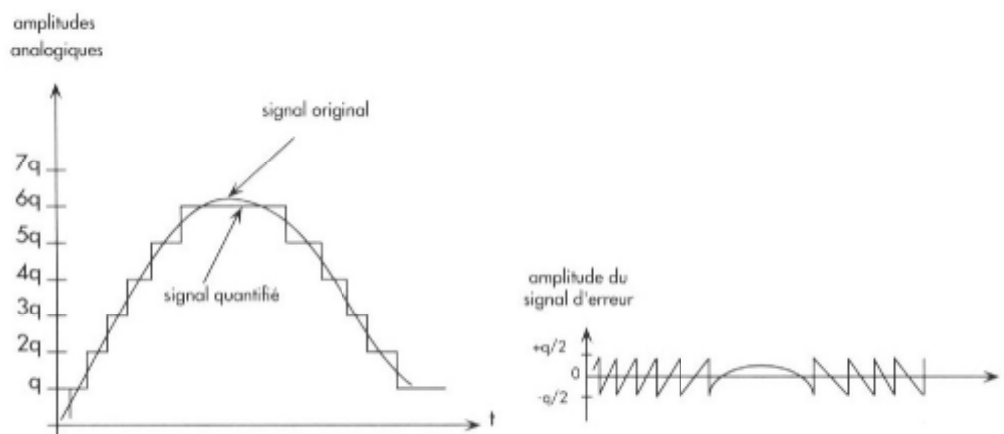
La périodicité 2 trames permet trois types de structures d'échantillonnage : orthogonale, quinconce ligne et quinconce trame. C'est la structure orthogonale qui retenu l'attention dans la norme 4:2:2. Dans cette structure, la phase de l'horloge d'échantillonnage est identique pour chaque ligne et chaque trame. Les échantillons sont donc situés aux mêmes emplacements d'une ligne à l'autre et d'une trame à l'autre.



C / LA QUANTIFICATION

Après échantillonnage, chaque échantillon est " pesé ", tout comme un aliment, afin d'en déterminer son poids. En numérique, ce pesage est appelé quantification. Il s'effectue, pour reprendre notre analogie, à l'aide d'une balance à deux plateaux : Dans un des plateaux se trouve l'échantillon à peser, dans l'autre les poids nécessaires pour trouver l'équilibre. La précision du pesage dépend donc de la valeur du plus petit poids disponible. En vidéo, le poids de l'échantillon est la tension du signal à numériser et la balance un quantificateur. Cet appareil convertit les tensions en valeurs numériques, exploitable par une station de montage virtuelle, par exemple.

Cependant, la quantification ne peut pas représenter parfaitement la tension de l'échantillon du signal analogique d'origine. En effet, un signal analogique peut prendre une infinité de valeurs or il va être converti en un signal formé d'un nombre fini de valeurs numériques "N" dont chacune est codée sur "n" bits. Il y aura donc nécessairement, après quantification, une erreur d'arrondi. La précision du signal converti sera donc liée au nombre de valeurs disponibles pour traduire chaque échantillon. L'intervalle situé entre deux valeurs est notée "q" et se nomme " pas de quantification ". A chaque instant "t", l'amplitude du signal se trouvant à l'intérieur d'un échelon est remplacé par la valeur de l'échelon le plus proche. On comprend aisément que plus les pas de quantification sont petits, plus il sont nombreux sur une plage donnée et donc que plus la précision du signal quantifié est importante (Le taux d'erreur de quantification étant déterminé par la relation $T_{err} = 1/2n$).



La quantification du signal vidéo est uniforme, linéaire et s'effectue de façon séparée sur Cr et Cb. Initialement fixé sur 8 bits, la quantification du signal vidéo de la norme 4:2:2 a été passée à 10 bits. En effet, une quantification sur 8 bits permet de disposer de $2^8 = 256$ niveaux numériques (dont 220 utiles pour représenter les niveaux de gris) ce qui n'est parfois pas suffisant. Pour un dégradé de gris du blanc au noir, par exemple, un " effet d'escalier " apparaît après numérisation. De plus, le rapport S/B d'une quantification sur 8 bits est de 56 dB alors que les caméras d'aujourd'hui atteignent les 60 dB. Le C.C.I.R. a donc choisi de quantifier le signal vidéo sur 10 bits, ce qui autorise une échelle de 2^{10} valeurs c'est à dire 1024 niveaux (dont 880 utiles) soit 4 fois plus qu'une quantification sur 8 bits avec pour rapport S/B = 68 dB.

Le signal de luminance est toujours positif et ne pose pas de problèmes à numériser, en revanche les signaux de chrominance sont bipolaires. On a donc du fixer une valeur pour le signal nul : les valeurs au dessus correspondant à un signal positif et celles au dessous à un signal négatif. Cette " valeur zéro " a été fixée par le C.C.I.R. à 512.



D / LE CODAGE DE CANAL

Une fois échantillonné et quantifié, le signal vidéo doit être codé afin d'optimiser son stockage ou sa transmission. Différentes formes de codage existent et présentent chacune leurs avantages et inconvénients. Le but de la manœuvre est donc de choisir le code le plus adapté à l'utilisation. Pour cela, plusieurs codes sont à disposition :

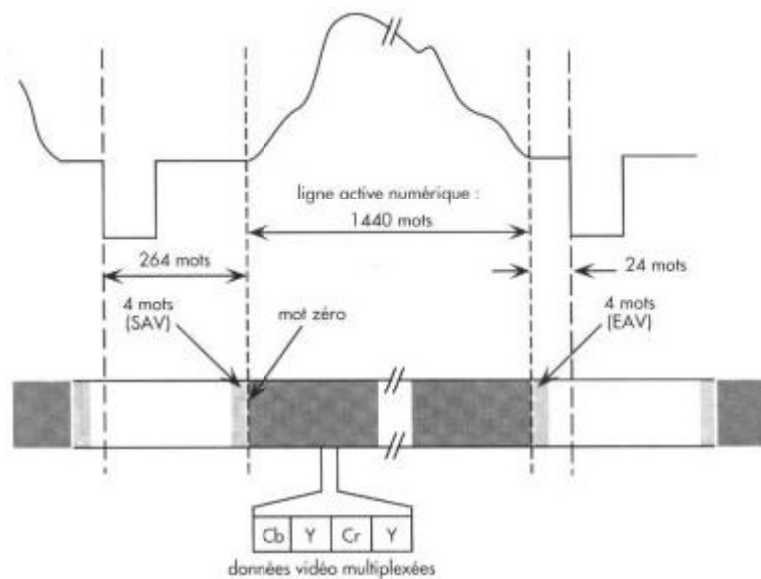
* *Le code NRZ (Non Retour à Zéro)* : Dans ce codage, une donnée binaire " 1 " engendre un niveau haut de signal et une donnée " 0 " un niveau bas

* *Le code NRZI (Non Retour à Zéro Inversé)* : Dans ce codage, une donnée binaire " 1 " engendre une transition au milieu de la demi-période d'horloge, une donnée " 0 " n'a aucun effet. Ce type de codage est utilisé en vidéo dans les liaisons série 4:2:2 car il permet de transmettre avec le signal vidéo, son signal d'horloge.

* *Le code Biphase Mark* : Ce codage est utilisé pour le signal de LTC des magnétoscopes. Un " 0 " provoque une transition et un maintien du niveau pendant toute la période d'horloge, alors qu'un " 1 " entraîne une transition et un changement de niveau à la moitié de la demi-période d'horloge.

Il existe encore, d'autres codes (comme le code Miller ou le code Miller carré) qui ne sont utilisés que dans certains magnétoscopes numériques.

E / LA STRUCTURE DE LA LIGNE NUMÉRIQUE



Les lignes analogiques des systèmes à 625 et 525 lignes sont de durées légèrement différentes. Ainsi, la capacité d'une ligne active doit être suffisante pour contenir un nombre suffisant d'échantillons afin de couvrir les lignes des deux systèmes. Le C.C.I.R. a choisi 720 échantillons pour le signal de luminance et 360 pour les signaux de chrominance. Ceci est suffisant car les lignes actives analogiques les plus longues sont celles des systèmes à 525 lignes qui nécessitent plus de 710 échantillons pour être totalement analysés. La ligne active 4:2:2 est donc codée sur 1440 mots (720 x 2). Les signaux permettant de positionner la ligne active numérique sont codés respectivement sur 264 et 24 mots pour les systèmes à 625 lignes et sur 244 et 32 pour les systèmes à 525 lignes. Le front avant des impulsions de synchronisation ligne (SAV) détermine l'arrivée du premier échantillon et la référence de temps pour la conversion analogique-numérique. Le front arrière (EAV) en détermine la fin.

F / REMARQUES SUR LA DÉTECTION ET LA CORRECTION D'ERREURS

Le support d'enregistrement (ou le canal de transmission) peut engendrer des erreurs dans le flux de données numériques. C'est à dire qu'une valeur binaire peut prendre une autre valeur (un "0" devient "1" et vice-versa) ou bien qu'une info peut manquer à un moment donné. Cette erreur peut soit affecter l'image vidéo visible soit les autres signaux vidéo selon les bits qu'elle affecte. Elle peut donc avoir des conséquences plus ou moins importantes d'où l'utilité de les détecter et de les corriger.

La difficulté des systèmes de correction d'erreur réside dans le fait qu'il faut avant tout détecter l'erreur avant de pouvoir la corriger. Pour cela, des données redondantes sont ajoutées lors du codage aux données utiles, selon une loi définie et connue du codeur et du décodeur. A chaque fois que cette loi n'est pas vérifiée au décodage, un processus de correction est déclenché. Si le manque d'information est tel que même les données redondantes ne suffisent pas à retrouver le signal d'origine, des processus de compensation, qui consistent à calculer la valeur moyenne entre échantillons proches, sont exécutés. Le signal ainsi corrigé peut enfin être utilisé par les différents équipements numériques.

Nouveaux formats numériques

1 / Introduction

2 / Les formats grand-public et institutionnels

Le DV (Digital Video)

Le DVCAM

3 / Les formats professionnels

Le DVCPRO

Le DVCPRO 50

Le Digital S

Le Betacam SX

L'IMX (ou MPEG IMX)

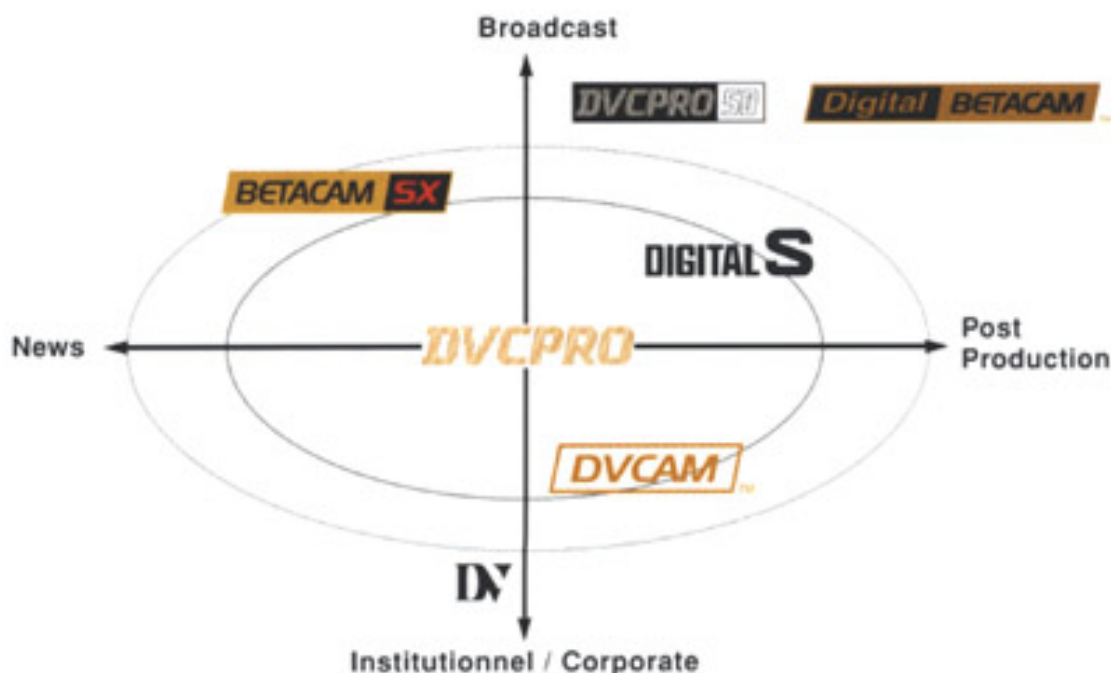
Le Digital Betacam

4 / Les formats cinéma

Le 24 p

1/ INTRODUCTION

Plus de 15 ans après l'audio avec le Compact Disc, le monde de l'audiovisuel grand public et professionnel est en passe de vivre une véritable révolution technologique avec l'avènement de l'enregistrement et de la diffusion des signaux de télévision numérique. La réduction de débit ou compression numérique, est la clé de cette aventure qui va permettre au numérique de s'imposer sur toute la chaîne de l'image. Cette page n'a pas la prétention de tout vous expliquer sur les nouveaux formats numériques, elle se veut simplement informative, en vous faisant naviguer à travers ces termes un peut barbares qui recèlent de formidables prouesses technologiques. Mais avant tout, commençons par dresser le bilan de tous ces nouveaux formats.



Sur ce schéma figurent les principaux formats vidéo numériques répartis par catégories : Broadcast, Post-Production, News, Institutionnel / Grand Public. On peut remarquer que les formats sont nombreux (et il en manque encore...) et que tous ont un milieu de prédilection. Il s'agit donc maintenant pour nous de survoler ces différents formats, d'apprécier leurs qualités, leurs défauts, mais aussi leurs prix

2/ LES FORMATS GRAND-PUBLIC ET INSTITUTIONNELS



INTRODUCTION : Matsushita, Philips, Sony Thomson, rejoints par Hitachi, JVC, Mitsubishi, Sanyo, Sharp et Toshiba mais aussi Apple et IBM, etc. au total plus d'une cinquantaine de sociétés ont formé une alliance industrielle historique dans le monde de l'électronique pour définir les spécifications de la nouvelle génération de magnétoscopes grand public. Et le résultat est à la hauteur de ce qu'on était en droit d'attendre d'un tel consortium.

VIDEO : Avec une résolution horizontale de 500 lignes, un rapport S/B (Signal / Bruit) de 54dB et une bande passante chrominance de 14 Mhz, le DV offre des performances bien supérieures à celles des formats analogiques Hi-8 ou S-VHS. Le DV est un format en composantes numériques (c'est à dire que les signaux de luminance et de chrominance sont traités séparément (cf. pourquoi un codage des composantes ?) Dans les systèmes à 625 lignes (PAL, SECAM), l'échantillonnage est de type 4:2:0 (cf. l'échantillonnage), c'est à dire qu'une ligne sur deux ne comporte pas d'information de couleurs. Dans les systèmes à 525 lignes (NTSC), il a été choisi une structure d'échantillonnage de type 4:1:1. Ce choix s'explique par le fait que les systèmes à 525 lignes étant déjà assez faibles en résolution verticale, auraient plutôt mal accepté d'être amputés de la moitié de leurs points de chrominance en vertical.

La compression qui utilise les outils du JPEG et MPEG s'effectue selon le contenu de l'image en intra-trame ou en intra-image. Cela pour tenir compte, quand elles existent, des redondances entre les deux trames d'une image et obtenir une meilleure efficacité de compression. En aucun cas, il n'est tenu compte de la redondance temporelle entre les images, chacune d'entre elles étant codée séparément et ne dépendant d'aucune autre ce qui permet un montage à l'image près. Le débit initial du signal vidéo 4:2:0 ou 4:1:1 est de 125 Mbits/s. Il est réduit, après compression à 25Mbits/s d'où un taux de compression de l'ordre de 5:1.

DEBIT : Le débit total enregistré (vidéo + audio + signaux auxiliaires) avoisine les 41,85 Mbits/s.

AUDIO : Le format DV, peut traiter 4 pistes échantillonnées à 32 khz et codées en 12 bits, ou 2 pistes en 48 khz et codées sur 16 bits.

CASSETTE : Il existe deux sortes de cassettes au format DV : Celles destinées aux magnétoscopes de salon (taille L) offrant une autonomie record de 4h30, et celles destinées aux caméscopes (taille S, appelée mini-DV) disponibles en versions 30 et 60 mn. Certaines cassettes sont dotées d'une petite puce mémoire permettant de conserver un véritable catalogue des séquences enregistrées et des images fixes, avec des données d'index telles que la date ou l'heure d'enregistrement, mais aussi des informations relatives aux paramètres de la caméra lors du tournage telles que l'ouverture du diaphragme ou la vitesse d'obturation.

PRIX : Le prix d'une caméra DV peut varier de 1 000 € à 4 500 € environ, selon les modèles. L'explication de cet énorme écart de prix s'explique par la différence de qualité des capteurs CCD, des objectifs ainsi que des fonctions additionnelles de chaque caméscope. Une cassette DV de 60' coûte en moyenne 18 €.



Le caméscope Canon XL 1 : actuellement le must en DV. Son prix : environ 4 000 €

LE POINT DE VUE DES PROS : De nombreux professionnels utilisent le DV pour des tournages de "terrain" en raison de la qualité de son image, mais aussi et surtout en raison du faible encombrement de ses équipements.

LE CONSEIL : Mon premier conseil sera en fait une mise en garde. Une mise en garde contre tous ceux qui vous affirmeront que : "C'est un très bon caméscope, l'image est parfaite, c'est du numérique quoi...". En effet, ce n'est pas parce que l'image est numérique qu'elle est parfaite. Au contraire. J'en prend pour exemple une séquence vidéo tirée de n'importe quel site Internet actuel : l'image est bien numérique, pourtant la qualité ne s'approche en rien de votre vieille cassette VHS. Dans le cas du DV, la

qualité d'image est certes incomparable à celle du VHS mais entre équipements DV les différences sont flagrantes. Pour bien choisir son caméscope, n'hésitez pas à prendre en compte tous les paramètres (tailles et nombre de capteurs CCD, type d'objectifs, connectiques, entrées, sorties, etc.)

Si le DV a un avantage (outre la qualité de l'image et du son) c'est indéniablement celui de pouvoir entrer les séquences vidéo de son caméscope dans un ordinateur équipé d'une carte d'acquisition DV ou d'une entrée IEE 1394 (appelée aussi FireWire ou iLink) directement en numérique afin d'en effectuer le montage. Depuis, quelques temps certains ordinateurs comme les iMac DV sont équipés de cette entrée ce qui rend enfin accessible à tous les joies du montage numérique et autres effets spéciaux. Un vendeur, normalement constitué n'oubliera pas de vous vanter ces mérites. Cependant, ce qu'on oublie trop souvent c'est qu'une fois monté, votre film se trouve sur le disque dur de votre ordinateur. Dans ce cas, difficile de le montrer à toute la famille devant le ridicule 15 pouces de son iMac. L'idéal serait donc de tout transférer dans son caméscope DV (via la sortie DV de son ordinateur) directement en numérique (il n'y aurait eu aucune perte de qualité entre le tournage des images et le film monté). C'est là que les choses se corsent... car seuls les caméscopes DV haut de gamme comme le XL 1 de Canon ou les caméscopes de la famille DSR de SONY, disposent de cette entrée DV ! Et bien sûr, tous ces caméscopes sont à plus de 12 000 Frs... donc inutile de vous dire qu'un caméscope DV ne vous servira à rien s'il ne peut pas entrer un signal au format DV. Ce serait idiot de travailler des images tournées en DV, montées en DV pour les finir en VHS. Prenez-bien en compte ces paramètres.

Avant de terminer, juste un petit mot concernant les zooms. De plus en plus de constructeurs s'obstinent à gonfler le facteur de zoom des caméscopes et j'ai vu récemment un caméscope pouvant grossir 100 x une image (impressionnant) Mais je défie quiconque (même avec le meilleur pied du monde) de pouvoir maintenir une image stable à fond de zoom 100x. D'autant plus qu'il s'agit de zoom numérique et non optique : c'est à dire qu'à partir de l'image obtenue par l'objectif le caméscope double, triple, quadruple la taille des pixels informatiquement. Il en résulte de gros carrés, tout comme une image agrandie par un logiciel de retouche photo sur ordinateur.



INTRODUCTION : Il s'agit de la version "professionnelle" du Digital Video de la firme SONY. Je place volontairement le mot "professionnelle" entre guillemets étant donné que le **DVCAM** se positionne, aujourd'hui, plus dans le secteur institutionnel que professionnel. En effet, une bande aussi étroite (1/4") n'est pas adaptée aux conditions de tournage difficiles ainsi qu'aux sollicitations intensives en montage.

VIDEO : Le DVCAM reste conforme aux spécifications du DV quant à la distinction faite pour les deux systèmes de balayage, à savoir 4:1:1 en 525 lignes et 4:2:0 en 625 lignes. La compression de facteur 5 est toujours réalisée en intra-trame ou intra-image (M-JPEG). Le principal point qui différencie le DVCAM du DV grand-public réside dans la vitesse de défilement linéaire de la bande qui a été augmenté dans le DVCAM pour porter la largeur des pistes à 15µm au lieu de 10µm. Ceci pour accroître la fiabilité de l'enregistrement. Tout le reste est globalement identique.

CASSETTE : Elles sont proposées en deux tailles qui sont les mêmes qu'en DV. La petite (S) qui offre des durées de 12, 22, 32 et 40 minutes, et la grande (L) qui permet d'atteindre les 64, 94, 124 et 184 minutes

PRIX : Le prix d'une caméra DVCAM peut varier de 2 500 € à 10 000 € environ pour la DSR 300.



Le caméscope SONY DSR 300 et le magnétoscope de montage SONY DSR 85 : Une photo à 200 000 Frs environ...

LE POINT DE VUE DES PROS : Le DVCAM apparaît donc comme un format numérique réservé à la production institutionnelle. Au sein des formats développés par SONY, il représente une entrée de gamme complémentaire mais ne permet uniquement une compatibilité avec le format DV.

2/ LES FORMATS PROFESSIONNELS

DVCPRO

INTRODUCTION : Développé par Panasonic, le DVCPRO est une version professionnelle du format DV, destinée à fournir un environnement complet de tournage et de post-production aux journalistes reporters d'images. Il reprend les caractéristiques de base (format de bande, standard de compression, ...) mais s'en distingue par quelques différences fondamentales.

VIDEO : Dans le DVCPRO, la bande n'est plus de type métal évaporé mais à particules métalliques couchées, ce qui la rend plus robuste. La vitesse de défilement a été portée de 18,8 à 33,8 mm/s, la largeur des pistes étant élevée à 18µm. La structure d'échantillonnage du signal vidéo est de type 4:1:1. Panasonic justifie ce choix en affirmant qu'il donne de meilleurs résultats en multigénération que le 4:2:0.

AUDIO : Le format DVCPRO, peut traiter deux pistes numériques échantillonnées à 48 khz et codées sur 16 bits.

PRIX : Le prix d'une caméra DVCPRO peut aller jusqu'à 30 000 € pour la AJD 800 de Panasonic. Le format DVCPRO a pour principale caractéristique un coût très abordable pour un professionnel, bien plus compétitif que les modèles analogiques. De plus, à durée comparable, une cassette DVCPRO est d'un prix inférieur à celui d'une cassette analogique Betacam SP. Enfin, grâce à son niveau d'intégration électronique et à une mécanique adaptée, les coûts d'entretien d'un DVCPRO sont 30% inférieurs à ceux de l'analogique. Le DVCPRO s'annonce être le digne remplaçant du Betacam SP.



Le caméscope PANASONIC AJD 800 et le magnétoscope de montage AJD 750 : 400 000 Frs

LE POINT DE VUE DES PROS : De par ses performances et son prix, le DVCPRO s'est imposé comme le format numérique universel. Plus de 90.000 équipements sont déjà n exploitation au sein des chaînes TV telles que NBC, CBS, CNN, ITN, RFO... Le DVCPRO se décline pour chaque type d'application. Il est à noter qu'un magnétoscope DVCPRO permet de lire parfaitement une cassette au format DV ou DVCAM. L'inverse n'est pas possible. De plus, avec le DVCPRO, le transfert vers les stations de montage ou les serveurs s'effectue à 4 fois la vitesse sans aucune perte de qualité. Les magnétoscopes reçoivent en option toutes les interfaces numériques développées pour le broadcast.

DVCPRO 50

INTRODUCTION : Développé par Panasonic, le DVCPRO 50 est la version haut de gamme du DVCPRO pour les applications de post-production.

VIDEO : Rejoignant dans ses spécifications techniques le Digital-S de JVC, le DVCPRO 50 utilise une structure d'échantillonnage en 4:2:2 au lieu de 4:1:1 et une vitesse de bande doublée. Le taux de compression est abaissé de 5:1 à 3,3:1. La débit vidéo enregistré est porté à 50Mbits/s : d'où le nom de DVCPRO 50.

AUDIO : Le format DVCPRO 50 propose 4 pistes audio du même type que celles proposées par le DVCPRO.

PRIX : Le prix d'une caméra DVCPRO 50 peut aller jusqu'à 45 000 € pour la AJD 900 de Panasonic.



Le caméscope PANASONIC AJD 900 et le magnétoscope de montage AJD 950 : 600 000 Frs

LE POINT DE VUE DES PROS : Le DVCPRO 50 est un codage DVCPRO effectué sur un signal qui reste en 4:2:2 avec un taux de compression de 3,3:1. Ce format bénéficie de sa compatibilité avec le format DVCPRO, et tend à se généraliser pour les applications haut de gamme (TV, post-production)

DIGITAL S

INTRODUCTION : Dernier né de la famille VHS, le Digital S de JVC est un format numérique qui utilise une réduction de débit très modérée, et qui est compatible en lecture avec le S-VHS analogique dont il est l'évolution naturelle.

VIDEO : Le signal vidéo source 4:2:2, codé sur 8 bits est soumis à une compression numérique de rapport 3,3:1 de type DV, abaissant son débit à 50Mbits/s. L'algorithme de compression opère en mode intra-image et n'exploite pas la redondance temporelle entre les trames et les images. Le boîtier de la cassette Digital S est de mêmes dimensions que celles d'un cassette VHS; une protection empêche toutefois son chargement dans une machine analogique. Bien que les spécifications des deux formats soient radicalement déferents, la mécanique de transport et basiquement identique.

AUDIO : Les 2 canaux audio sont échantillonnés à 48khz et codés sur 16 bits sont enregistrés à plein débit.

PRIX : Le prix d'une caméra Digital S est d'environ 15 000 € (JVC GY-DS40E)



Le magnétoscope JVC BR-D 85 : 105 000 Frs

LE POINT DE VUE DES PROS : Le format Digital S est le standard numérique de la firme JVC. Successeur numérique du très populaire VHS, le Digital S est encore très peu répandu et n'a que tout à prouver devant ses principaux concurrents que sont le Digital Betacam et le DVCPRO 50.

BETACAM SX

INTRODUCTION : Ce format en composantes numériques exploitant la réduction de débit vient épauler le Digital Betacam dans le but de poursuivre le processus de numérisation progressive du marché Betacam. Précisons cependant que les domaines d'utilisation de ces deux formats sont totalement différents. Le Betacam SX est un format conçu dès l'origine pour le reportage d'actualités et n'a aucune prétention de rivaliser avec le second (il n'en a d'ailleurs pas les moyens). Ce format repose sur une mécanique et des cassettes identiques à celles du format Betacam analogique avec lequel il est compatible. Cette notion de compatibilité est fondamentale puisqu'elle repose sur un parc de plus de 330 000 machines Betacam réparties dans le monde (1997).

VIDEO : Le signal vidéo du format Betacam SX reprend la norme 4:2:2 désormais bien connue. Le schéma de compression mis en oeuvre par ce format se distingue de celui de ses concurrents par le fait qu'il est le seul à exploiter les redondances temporelles des images vidéo. Ce n'est donc plus un algorithme de type M-JPEG mais de type MPEG-2 qui est utilisé. Le codage s'effectue ici par des groupes de deux images ce qui permet d'obtenir un débit égal à 65% de celui qui découlerait d'un codage de type JPEG. C'est cet argument qui a incité SONY à opter pour une telle solution, en dépit d'une certaine complexité pour assurer une précision de montage à l'image. Il est en effet impératif de rendre possible l'accès individuel à chaque image, malgré le fait que certaines sont codées en fonction d'autres. L'efficacité de la compression inter-images a permis d'atteindre une compression de 10:1 réduisant à seulement 18 Mbits/s le débit vidéo.

AUDIO : Le format Betacam SX propose 4 pistes audio échantillonnées à 48 khz et codées sur 16 bits.

PRIX : Le prix d'une caméra Betacam SX varie de 15 000 € à 30 000 €



Le caméscope SONY DNW 7 : 200 000 Frs

LE POINT DE VUE DES PROS : Distribué notamment par Thomson, le Betacam SX est un format hybride basé sur la technologie MPEG. Il est généralement réservé au news et utilisé par quelques chaînes de télévision. Il n'est compatible avec aucun autre format numérique, pas même le Digital Betacam et le DVCAM. Il offre cependant une compatibilité en lecture avec le Betacam SP (en option).

IMX (MPEG IMX™)

INTRODUCTION : En 1999, SONY inaugure une famille de magnétoscopes destinés au marché broadcast.

DESCRIPTION TECHNIQUE : Basé sur le format de bande physique de 1/2", les machines enregistrent dans le format vidéo numérique MPEG2 4:2:2P@ML à 50Mb/s intra-frame, rejoignant ainsi la famille DV dans son principe fondamental (pas de compression temporelle comme le SX ou comme le MPEG2 destiné au transport ou au stockage). L'exploitation d'un format intraframe garantit bien entendu un montage "frame accurate" avec une tolérance de ± 0 , ce qui répond aux vœux des producteurs vidéo. Le débit intra-frame de 50Mb/s répond aux recommandations pointues de l' EBU/SMPTE qui a étudié (98-99) les diverses formules de compression convenant aux standards de la télévision numérique. L'interface répond au standard industriel SDTI-CP (Serial Data Transport Interface - Content Package). Les magnétoscopes IMX peuvent lire/enregistrer de très longues productions (jusque 220'), et ils disposent de 8 canaux audio.

LE POINT DE VUE DES PROS : Avec les machines IMX qui présentent encore d'autres innovations, (écran de contrôle, visualisation des opérations, etc...) SONY espère récupérer des parts de marché emportés dans les années 99-2000 par le format DVCPRO. Sa compatibilité physique 1/2" (le matériel IMX peut lire le format SX), la persistance des principes ergonomiques essentiels ayant présidé au succès de la filière Bétacam et son alignement sur une norme non-propriétaire et ouverte (MPEG2 4:2:2P@ML est un format normalisé de la déclinaison MPEG2) sont en effet des arguments de poids.



Le recorder MSW-2000P (Series MPEG IMX)

Digital Betacam

Étude des magnétoscopes SONY DVW 500P/A500P



Le magnétoscope SONY DVW 500P

1/ Le format Digital Betacam

A/ Présentation

B/ Le tambour des têtes

C/ Configuration des têtes rotatives et stationnaires

D/ Bande utilisée

E/ Format d'enregistrement

F/ Organisation des données à l'intérieur des pistes

G/ Les pistes longitudinales

2/ Traitement du signal numérique

A/ Interface d'entrée

B/ Interface vidéo

C/ Interface audio

D/ Encodage par réduction du débit binaire

E/ Traitement du signal audio

F/ Encodage ECC

G/ Encodage de canal

H/ Traitement du signal de lecture

I/ Interface de sortie

3/ Conclusion

1 / LE FORMAT DIGITAL BETACAM

A / PRÉSENTATION

Introduit par la firme SONY en 1993, le Digital Betacam apparaît comme le successeur numérique du vénérable Betacam SP. L'utilisation massive de circuits intégrés spécifiques, associés aux récentes avancées technologiques en matière de traitement numérique des données à haut débit et à l'évolution du support magnétique (bandes Métal), a permis de développer des magnétoscopes en composantes numériques abordables pour une société de production ou une chaîne de télévision.

Le Digital Betacam de Sony est un format réduisant dans un facteur 2 le débit du signal numérique 4 :2 :2 codé sur 10 bits. Certains modèles de magnétoscopes Digital Betacam sont compatibles en lecture avec les cassettes analogiques enregistrées sur une machine Betacam SP.

Un nouveau transport de bande développé spécialement pour l'enregistrement numérique, autorise une sollicitation intensive de la machine. Afin de renforcer l'efficacité contre les encrassements, le Digital Betacam est doté d'un système automatique de nettoyage au niveau des têtes fixes et rotatives ; la bande elle-même est également soumise à un nettoyage permanent. La vitesse de lecture peut être ajustée de +/- 15% pour permettre par exemple de synchroniser entre eux deux magnétoscopes lisant un même programme.

B / LE TAMBOUR DES TÊTES

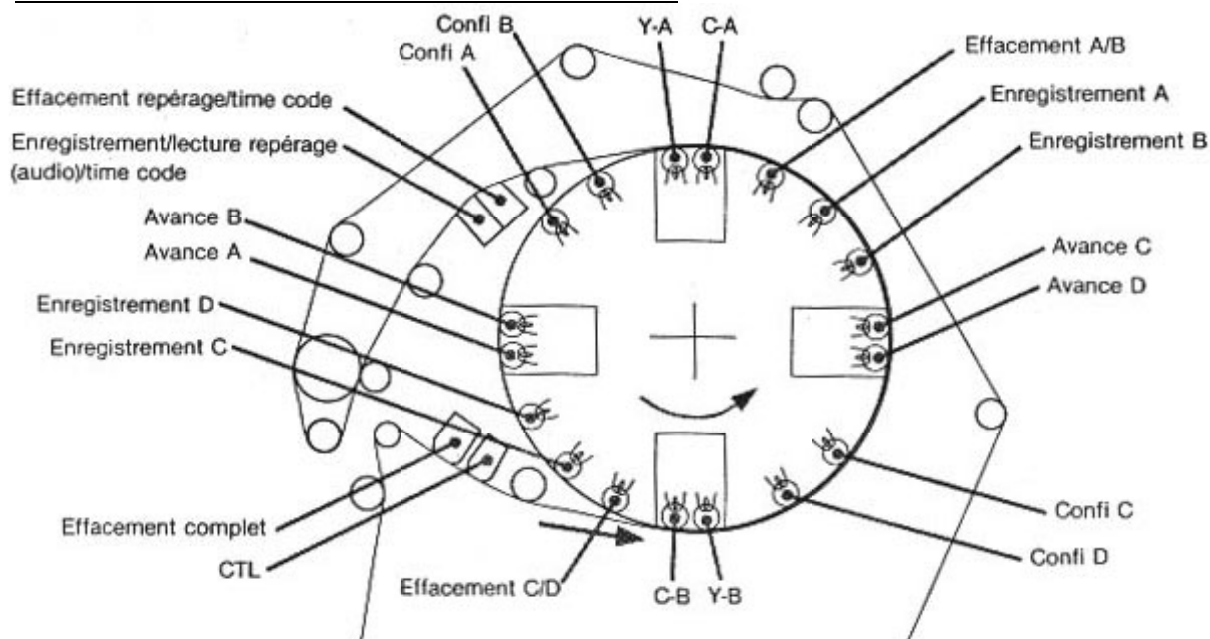
Le diamètre du tambour des têtes qui est de 74.5 mm pour les magnétoscopes analogiques au format Betacam SP a été augmenté à 81.5 mm pour permettre une vitesse d'écriture suffisante, avec un angle d'enroulement de 180°. Le débit total enregistré (vidéo + audio) est de 125.58 Mbits/s. La vitesse de rotation du tambour a elle aussi été augmentée par un facteur de 3 pour atteindre les 75 rotations par secondes.

Sur le tambour sont disposées 14 têtes : 4 pour l'enregistrement, 4 pour la lecture (Dynamic Tracking), 4 têtes dites de " confiance " pour lire les signaux audio et vidéo lors de leur enregistrement et enfin, 2 têtes pour l'effacement.

Les modèles permettant la compatibilité en lecture avec le format Betacam SP possèdent 4 têtes supplémentaires montées sur deux blocs du tambour. Cette série de magnétoscopes détecte grâce au trou d'identification de la cassette si celle-ci est au

format Digital Betacam ou Betacam SP. Le magnéto commute automatiquement et adapte vitesse de bande et vitesse de rotation du tambour afin d'obtenir le suivi de piste optimal.

C / CONFIGURATION DES TÊTES ROTATIVES ET STATIONNAIRES



Configuration des têtes rotatives et stationnaires

4 têtes de lecture avancée (Avance) permettent de lire le signal vidéo présent sur la bande quelques trames avant qu'il ne soit effacé et remplacé par les têtes d'enregistrement. Cette fonction est dite de " pre-read " et permet d'apporter une modification sur un programme enregistré sans nécessiter plus d'un magnéto. En mode enregistrement, l'ancien signal lu par ces têtes de lecture avancée peut en effet être récupéré et traité par un équipement externe (mélangeur, correcteur colorimétrique...) puis réenregistré exactement à sa place d'origine. Cette opportunité très intéressante s'entoure cependant d'une grande précaution d'utilisation car l'opération est irrémédiable.

4 têtes dites " têtes de confiance " (Confi) lisent une piste après les têtes d'enregistrement afin de permettre la vérification de l'enregistrement en cours.

4 autres têtes permettent la lecture en Betacam analogique.

4 têtes permettent l'enregistrement numérique des données

2 têtes servent à l'effacement des données audio et vidéo

En mode de lecture normale d'une cassette au format Digital Betacam, les têtes de lecture avancée sont utilisées. En mode assemble ou insert, les têtes de lecture avancée lisent le signal avant l'effacement (pre-read) et les têtes de confiance lisent le signal enregistré.

En ce qui concerne les têtes stationnaires, on retrouve la configuration du Betacam traditionnel à savoir, une tête d'effacement général, une tête d'enregistrement de la CTL, une tête d'effacement et de repérage de Time-Code, une tête d'enregistrement et de repérage de Time-Code.

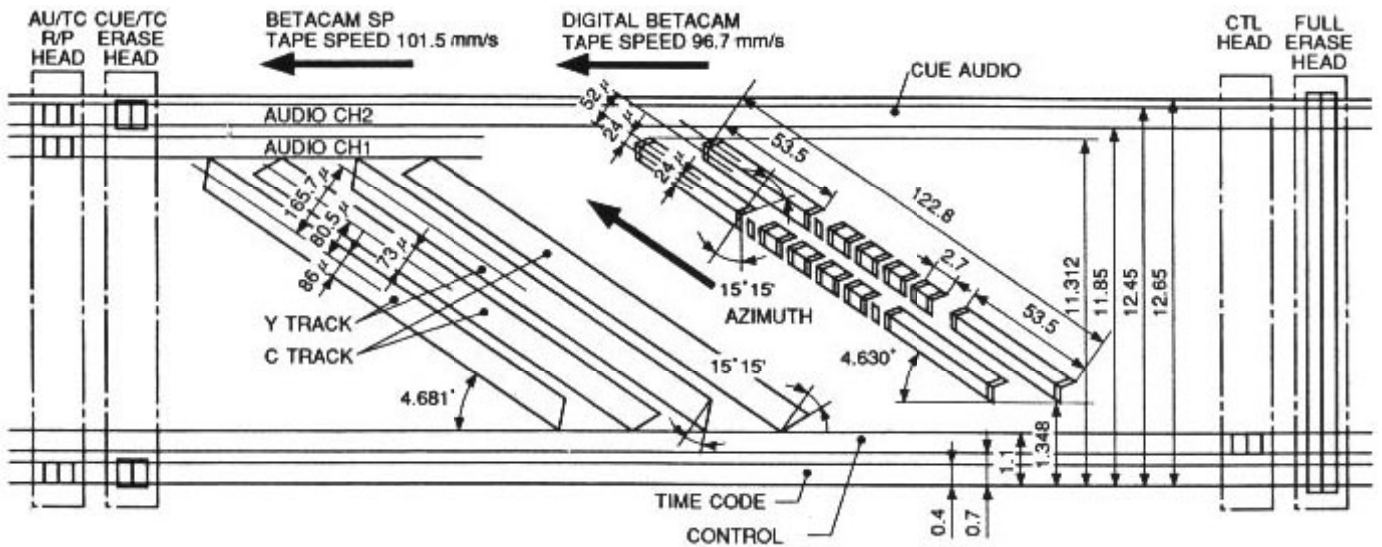
D / BANDE UTILISÉE

La bande utilisée pour le format Digital Betacam est une bande à particules métalliques couchées d'épaisseur similaire à celle utilisée en Betacam SP. Cependant, elle a été optimisée afin d'enregistrer le spectre du code de canal utilisé en Digital Betacam. La vitesse de défilement de la bande est de l'ordre de 5% plus lente dans le format Digital Betacam que dans le format Betacam SP (96.7 mm/s contre 101.5 mm/s pour le Betacam SP) : la durée maximale d'enregistrement est ainsi portée à 124 minutes.

E / FORMAT D'ENREGISTREMENT

Afin que la réponse d'un enregistreur soit optimale dans les hautes fréquences il est primordial que l'entrefer de la tête de lecture soit parfaitement parallèle à celui de la tête qui a réalisé l'écriture des pistes. Si l'angle de la tête de lecture diffère de celui de la tête d'enregistrement, il se produit un affaiblissement des hautes fréquences qui est d'autant plus important que l'angle de différence d'azimut est grand. Pour remédier à ce problème, on utilise l'enregistrement azimuté. Les pistes sont écrites avec des têtes dont l'entrefer présente un certain angle d'inclinaison par rapport à la perpendiculaire de l'axe de la piste. Et cet angle est alternativement opposé d'une piste à l'autre. Ainsi, si une tête de lecture déborde un peu sur la piste voisine de celle qu'elle est censée lire, le signal parasite qu'elle récupérera sera très atténué puisque l'angle d'azimut ne correspondra pas. Dans le format

Digital Betacam ce système d'enregistrement azimuté est utilisé pour effectuer un enregistrement de haute densité. L'angle d'azimut est approximativement de 15 degrés entre deux pistes adjacentes.



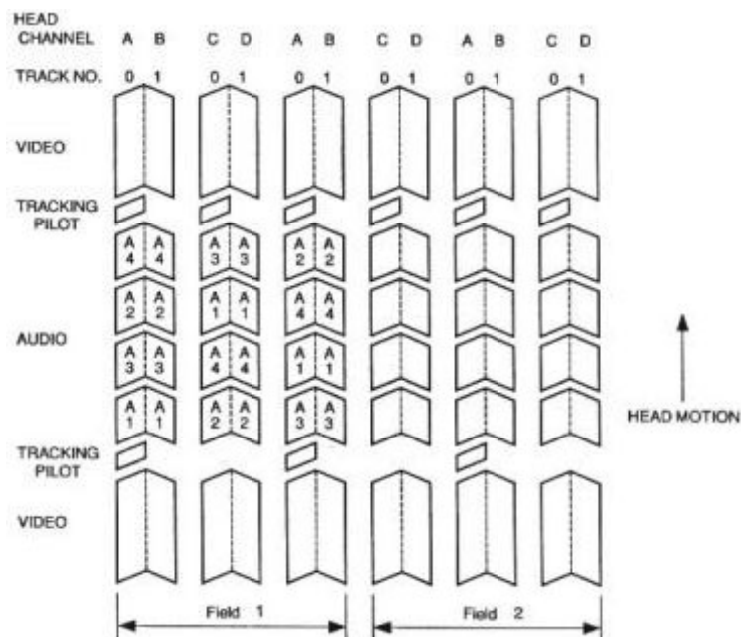
Organisation des bandes Betacam SP et Digital Betacam

En format Digital Betacam, les signaux vidéo et audio (4 canaux) pour chaque trame sont enregistrés selon 6 pistes hélicoïdales. Parallèlement, le format Digital Betacam utilise trois pistes longitudinales tout comme ses confrères Betacam et Betacam SP : Une piste de contrôle (CTL), une piste de Time-Code (LTC) ainsi qu'une piste de repérage audio (CUE). La piste du canal audio 1 classique est supprimée afin de laisser plus de place aux pistes hélicoïdales.

F / ORGANISATION DES DONNÉES A L'INTÉRIEUR DES PISTES

Les données de la première trame sont enregistrées sur la première moitié des six pistes et les données de la seconde trame sur la deuxième moitié des six pistes. Chaque piste est construite de manière à pouvoir recevoir quatre secteurs audio dans le centre et deux secteurs vidéo aux extrémités. Les données vidéo d'une trame sont réparties en 12 secteurs et les données audio en 6 secteurs par canal.

Pour chaque canal audio, les différents secteurs sont disposés de manière à éviter les erreurs lors de la lecture. Afin de délimiter chaque secteur, des données sont ajoutées en début et en fin de secteur. Par ailleurs, des repères de montage sont insérés entre chaque secteur afin de pouvoir monter les pistes indépendamment. Enfin, une nouvelle méthode d'alignement a été mise en place pour travailler parallèlement au procédé traditionnel utilisant les signaux des pistes longitudinales d'asservissement, de façon à assurer un alignement correct sur une piste étroite, surtout lors des opérations répétitives de montage au même point. Son principe consiste à utiliser deux signaux pilotes inscrits sur les pistes hélicoïdales entre les secteurs audio et les secteurs vidéo (l'un étant en basse fréquence : 400 kHz et l'autre à haute fréquence : 4MHz).



Organisation des données

G / LES PISTES LONGITUDINALES

Dans le format Digital Betacam, une piste CTL, une piste de Time-Code et une piste de repérage audio sont situées en longueur de la bande.

Pour les systèmes à 625 lignes, le signal de CTL est une tension de type rectangulaire, cadencée à 50 Hz, dont le front ascendant détermine le début de chaque trame. Chaque créneau du signal de CTL n'a pas une durée constante. Il varie en longueur. Le créneau correspondant à la première trame d'une séquence 8 trames a une durée égale à 65 % de la période du signal, et celui correspondant à la première trame d'une séquence 4 trames a une durée égale à 35 % de la période du signal. Ces variations permettent de repérer rapidement les premières trames des séquences 4 et 8 trames.

Le signal de Time-Code correspond au signal conventionnel du standard EBU. Une image est codée sur 80 bits. Les données correspondant au numéro de l'image, de la seconde, de la minute et de l'heure sont codées en biphase mark et enregistrés pour chaque image. Le principe du Biphase Mark est le suivant : un " 0 " provoque une transition et un maintien du niveau pendant toute la période d'horloge, tandis qu'un " 1 " entraîne une transition et un changement de niveau à la moitié de la demi-période d'horloge.

La piste de repérage audio est utilisée pour le montage essentiellement, afin de repérer plus facilement une séquence sonore. Elle est enregistrée tout comme les pistes audio longitudinales des formats Betacam SP.

2 / TRAITEMENT DU SIGNAL NUMÉRIQUE

A / L'INTERFACE D'ENTRÉE

L'interface numérique série en composantes, conforme aux normes SMPTE 259M / EBU T.3267 / CCIR 656-III, accepte le signal vidéo en composante ainsi que les signaux audio numériques 4 canaux sur un câble coaxial BNC unique. Le signal analogique en composantes et le signal composite (avec la BKDW-506) sont numérisés en données parallèles, à la norme CCIR 601. Les données audio de l'interface numérique AES / EBU ou les données de l'entrée analogique peuvent être sélectionnées pour l'enregistrement. Elles sont converties en données série.

B / L'INTERFACE VIDÉO

Les données vidéo sont traitées selon la norme 4 : 2 : 2 (CCIR-601). Elles sont ensuite multiplexées dans l'ordre " Cb, Y, Cr, Y, Cb, Y, Cr, Y, ... ". La référence des temps pour l'opération de conversion analogique-numérique est donnée par le front avant des impulsions de synchronisation ligne. Ce front s'étale sur 4 mots et est ajouté avant et après la ligne active numérique. Il détermine le début de la ligne active (SAV) et la fin de la ligne active numérique (EAV).

C / L'INTERFACE AUDIO

Dans les magnétoscopes Digital Betacam, la quantification du son est linéaire et se fait sur 20 bits. Deux canaux audio sont multiplexés et stockés dans une " image " dont la durée correspond à une période d'échantillonnage. Chaque image est divisée en deux sous-images. Les données du premier canal audio sont stockées dans la sous-image A et celles du second canal audio dans la sous-image B. Chaque sous-image est codée sur 32 bits et contient à la fois les données audio mais aussi d'autres données auxiliaires.

D / ENCODAGE PAR RÉDUCTION DU DÉBIT BINAIRE

Le débit des données vidéo est réduit environ de moitié par le système d'enregistrement par coefficient. Les données vidéo numériques sont d'abord converties en espaces de fréquences par la méthode DCT (Discret Cosine Transform). Ces espaces de fréquences sont ensuite pondérés selon des coefficients DCT qui correspondent aux caractéristiques de la vision humaine. Les données d'une trame sont alors comprimées. Ensuite, des codes abrégés sont attribués aux données qui apparaissent fréquemment. Il en résulte une compression de l'ordre de 2 : 1 avec certes une perte relative de données utiles mais l'intérêt de ce code réside dans le fait que le magnétoscope reste capable de monter à l'image près.

E / TRAITEMENT DU SIGNAL AUDIO

Le processeur audio effectue le contrôle de gain automatique, le contrôle d'enregistrement ainsi que l'ajout de certaines données.

F / ENCODAGE ECC (ERROR CORRECTION CODING)

Le format Digital Betacam utilise un type de correction d'erreur à deux codes : le code ECC interne et le code ECC externe, utilisant tous deux le code Reed Solomon.

Dans ce type de codage, les valeurs A, B, C, D des données, la somme S de ces données ainsi que la somme Q des données multipliées par des coefficients connus sont codées.

Par exemple :

A=100, B=200, C=300, D=400

S=A+B+C+D=1000

$$Q = Ax1 + Bx2 + Cx3 + Dx4 = 3000$$

A la réception, les valeurs A, B, C, D, S et Q sont lues. Par exemple :

A=100, B=300 (erreur), C=300, D=400

S=1000

Q=3000

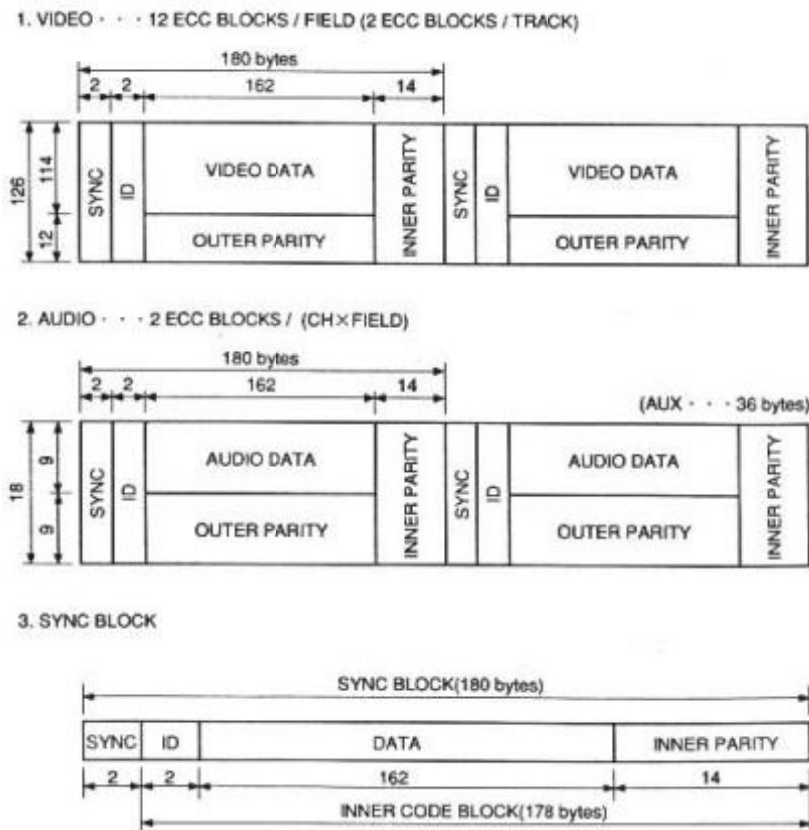
Le circuit de correction recalcule les sommes théoriques $S' = 1100$ et $Q' = 3200$ puis les différences $DQ = Q' - Q = 200$ et $DS = S' - S = 100$

Le rapport $D S / D Q = 2$ donne le coefficient de la valeur sur laquelle s'est produite l'erreur. En l'occurrence, il s'agit de la valeur B.

Lorsque l'on ajoute des données de synchronisation à un bloc de code interne de 180 octets, ce bloc est appelé bloc de synchronisation. C'est l'unité de base des secteurs vidéo et audio. Un secteur vidéo est constitué de 126 blocs de synchronisation, une piste vidéo de 2 secteurs vidéo, une trame vidéo de 12 secteurs vidéo.

Un secteur audio est, lui, constitué de 6 blocs de synchronisation. Pour chaque canal, une trame audio est constituée de 6 secteurs, c'est à dire 36 blocs de synchronisation. Donc deux blocs ECC constituent une trame audio d'un canal.

La structure du bloc de code interne qui constitue un bloc ECC est donc commune à la vidéo et à l'audio. En revanche la structure du bloc de code externe diffère.



Structure des blocs ECC

G / ENCODAGE DE CANAL

Le format Digital Betacam adopte le système d'encodage de canal S-NRZI ou NRZI brouillé (Scramble Non Return to Zero Inversion) qui est supérieur dans ses caractéristiques de bruit. La particularité du codage NRZI est qu'un " 1 " détermine une transition au milieu de la demi-période d'horloge, un " 0 " n'a aucun effet. De ce fait, si la polarité du signal est inversée, les données codées restent les mêmes, de plus, ce type de codage permet de transmettre avec les données, le signal d'horloge.

H / TRAITEMENT DU SIGNAL DE LECTURE

Les données numériques de lecture sont égalisées par des circuits d'égalisation automatiques et les erreurs sont corrigées par les codes ECC internes et externes, qui peuvent corriger la plupart des données affectées par des bruits et des dropouts dans le signal reproduit. Les données irrécupérables sont corrigées par les circuits de dissimulation d'erreurs.

1 / INTERFACE DE SORTIE

Les données vidéo en composantes sont converties en données série et multiplexées avec les données audio, puis sorties au format de l'interface numérique série.

Pour les sorties analogiques, les données vidéo en composantes subissent une conversion numérique / analogique en signal analogique composantes mais sont aussi encodées en numérique composite, puis converties en signal composite analogique.

Pour les sorties audio, l'interface numérique AES / EBU et les données analogiques sont disponibles.

3 / CONCLUSION

Depuis le lancement du Digital Betacam, un grand nombre de sociétés de productions, de post-production et de diffuseurs ont reconnus les performances de ce nouveau standard. Il offre un véritable compromis numérique pour une société voulant progressivement remplacer son parc Betacam SP, sans pour autant perdre en qualité d'image ou d'utilisation (comme son confrère Betacam SX) ni investir dans un coûteux D1 ou D5...

L'explosion récente du numérique a suscité un besoin en équipement d'excellente qualité, et le succès du Digital Betacam ne cesse de croître. Aujourd'hui, les ventes de caméscopes, recorders et players au format Digital Betacam sont au plus haut : 25000 unités sont déjà utilisées à travers le monde.

4/ LES FORMATS CINEMA

24 p

INTRODUCTION : Après s'être bien implanté dans le domaine de la post-production cinématographique, le numérique est aujourd'hui en passe de transformer les méthodes de tournage, de diffusion et de distribution des films. Le 24 p est un nouveau format vidéo en haute définition visant la production télévisuelle internationale haut de gamme et le cinéma. Modelé sur le film, ce format fédérateur permet pour la première fois de fabriquer un master digital unique, à partir duquel peuvent être dérivés tous les autres formats vidéo standard et haute définition, qu'ils soient en 50 Hz ou en 60 Hz.

VIDEO : Déjà supporté par plus de 25 constructeurs majeurs de l'audiovisuel, le 24 p reprend la plus haute résolution actuelle - 1920 x 1080 - soit 5 fois plus que la télévision standard (768 x 576) mais fonctionnant avec un balayage progressif et une cadence de 24 images par seconde. En reprenant ainsi à son compte la base de temps du film, le 24 p a pour ambition d'étendre l'universalité du 24 images par seconde au domaine de la vidéo. Un master digital unique en 24 p pourra en effet servir à la fabrication de multiples copies.

Les normes vidéo standard utilisent un balayage entrelacé de l'image avec 576 lignes visibles dans les pays en 50 Hz et 480 lignes pour ceux en 60 Hz. Quand on a commencé, au début des années 80, à s'intéresser à la télévision à haute définition, l'idée était de doubler le nombre de lignes de l'image standard, en conservant un balayage entrelacé. Les Européens sont donc partis sur une base de 1152 lignes visibles et les Américains sur 960. Or un simple calcul montre qu'avec un nombre de points par lignes égal au double de celui de la norme D1, soit $2 \times 720 = 1440$, étendu au ratio 16/9, soit 1920, il est possible d'obtenir des pixels carrés si l'image est constituée d'exactly 1080 lignes ($1920/1080=16/9$) C'est donc cette valeur qui a été choisie il y a un peu plus de deux ans par l'Union Internationale des Télécommunications)



Un magnétoscope HDCAM Sony

LE POINT DE VUE DES PROS : En matière d'enregistrement, Panasonic a montré le prototype d'une version 24 p de son magnétoscope au format D5-HD. Il sera destiné aux applications de mastering, avec une compression de l'ordre de 5:1. De son côté, Philips a adapté au 24 p son imposant magnétoscope HD D6. Rebaptisé pour l'occasion VooDoo, il demeure le seul enregistreur HD sur bande à travailler sans compression. Pour l'acquisition, Sony fait évoluer vers le 24 p son format HDCAM, dont on rappelle qu'il a initialement été conçu pour fonctionner en 1080 points. Le nouveau HDCAM 24 p sera basé sur un algorithme de compression de type M-JPEG de ration 4,4:1 avec un débit total de 185 Mbits/s.

Pour la petite histoire, George Lucas a récemment annoncé que les deuxième et troisième épisodes de la nouvelle trilogie Star Wars seront intégralement tournés en vidéo 24 p. Cette décision a été prise après une série de tests réalisés lors du tournage de "La Menace Fantôme" avec l'actuelle génération du matériel HDCAM. Lucas a tourné certaines scènes en film et d'autres en vidéo, avec une caméra Sony HDC-750 produisant un signal de 1080 lignes(entrelacé). La qualité des images compressées et entrelacées s'est avérée si convaincante que le réalisateur a conservé dans son montage final une quinzaine de séquences tournées en vidéo, mettant au défi les critiques et le public de les identifier.