

CCETT

CENTRE COMMUN D'ETUDES DE TELEVISION
ET TELECOMMUNICATIONS

ATA/T/9/73

3 Décembre 1973

CONFIDENTIEL

ETUDE ET REALISATION D'UN SYSTEME
D'ENREGISTREMENT PHOTOGRAPHIQUE D'IMAGES
EN COULEURS UTILISANT
DES RESEaux ELECTROOPTIQUES
OU SYSTEME EPICURE
- DOCUMENT D'IDENTIFICATION -

Groupe Projet :

C. GAUTIER
A. LOUINEAU
B. MARTI
M. MAUDUIT
C. SCHWARTZ

Les Rédacteurs :

- C. SCHWARTZ
- B. MARTI

I - GENERALITES.

" Epicure, philosophe grec né, probablement à SAMOS en 341 avant Jésus Christ, enseignait que le plaisir est le souverain bien de l'homme et que tous nos efforts doivent tendre à l'obtenir. Mais, loin de le faire consister dans les jouissances grossières des sens, Epicure le plaçait dans la culture de l'esprit et la pratique de la vertu. (Larousse 1958)

- 1 - Si la culture de l'esprit est le souverain bien de l'homme, il est un impérieux devoir de propager les oeuvres de l'esprit humain, de les conserver à l'abri des sévices du temps afin qu'à travers l'espace et les ans, ce qui fut conçu par l'homme puisse longtemps contribuer à enrichir l'homme. Mais la propagation, la diffusion des oeuvres de l'esprit supposent qu'elles soient réalisées, écrites pourrait-on dire, dans un langage accessible à ceux à qui elle est destinée. En ce qui concerne les oeuvres réalisées et transmises par le biais des techniques audiovisuelles, ce langage est la norme de réalisation. La télévision se distingue tristement par le fait qu'il n'existe pas une norme commune et dans la tour de Babel des systèmes de codage, des multiples définitions, le message télévisuel n'est guère transmissible dans son intégralité en tous points de l'univers. Il n'en est pas de même, fort heureusement, du support du film qui a, non seulement l'avantage d'être directement lisible, presque à main nue, mais aussi celui d'être très strictement normalisé partout. Un film 16mm ou 35 mm est susceptible d'être lu n'importe où dans le monde.

Malheureusement, ce n'est plus le cinéma qui est actuellement le foyer principal de réalisation mais la télévision grande dévoreuse mais aussi grande pourvoyeuse d'heures de spectacle et la plupart de ses émissions sont réalisées sur des supports magnétiques aux normes multiples sur la base de signaux qui nécessitent pour leur interprétation un appareillage étroitement lié aux normes qui ont présidé à leur élaboration. Alors qu'une diffusion commode et universelle voudrait qu'on utilise plutôt le support du film, il n'existe à l'heure actuelle aucun appareillage de qualité suffisante, d'un prix abordable et d'un emploi commode permettant de faire l'indispensable transfert d'un support sur l'autre. La production par des moyens électroniques s'avérant moins coûteuse, le stock des réalisations difficilement transmissibles ne fait que croître sans espoir.

Pour comble, les supports magnétiques sont particulièrement fragiles et chaque utilisation contribue à leur dégradation. Enfin, il n'est pas facile de les copier à bas prix ce qui augmente les difficultés de diffusion à grande échelle.

Toutes ces raisons : commodité d'emploi, universalité, facilité de copie, qualité de stockage du support film ont conduit de nombreuses sociétés de radiodiffusion à étudier des systèmes dérivés du kineoscope et adaptés à la copie d'images en couleur. Cependant les systèmes existant ne réunissent pas les qualités qu'on serait en droit d'attendre d'un appareillage de ce genre. Passons rapidement en revue les matériels existants :

- Le kineoscope à lasers (de la CBS) est lourd, coûteux, d'exploitation difficile ne conduit pas à une image de qualité suffisante.
- Les kineoscopes à tubes shadow mask conservent les aberrations dues au tube et, en particulier à sa structure périodique granulaire.
- Les kineoscopes tritubes sont d'un réglage difficile et les faux tritubes (monotube à rembobinage) ne permettent pas de travailler en temps réel.

Il fallait donc, puisque "tous nos efforts doivent tendre" vers ce but, consacrer quelque'imagination à la réalisation d'un système différent et c'est ce système qui sera décrit ici sous le nom symbolique d'EPICURE.

- 2 - Principes du système EPICURE

Le système EPICURE , contrairement à tous ses prédécesseurs qui utilisent un balayage point à point du support photographique soit à partir de l'image d'un spot électronique mobile sur un écran fluorescent, soit par la déviation mécanique d'un faisceau fin de lumière cohérente, n'est pas un système à déplacement de point au sens propre du terme. Les divers points de l'image ou d'une portion significative de l'image sont matérialisés individuellement sous forme d'une zone déterminée sur un matériau électrooptique convenable par le moyen d'un réseau d'électrodes. L'énergie émise par chaque point peut alors être contrôlée séparément, et les caractéristiques de ce point déterminées indépendamment de celles des points voisins. Cette technique permet donc une plus grande souplesse et donne, en particulier

la possibilité de choisir une méthode de modulation qui élimine simplement les non linéarités du transducteur utilisé.

Le choix qui a été fait du procédé à niveau constant avec modulation de la durée d'allumage a été rendu possible parce que les points du réseau électrooptique peuvent rester allumés simultanément pendant un temps d'autant plus long que le réseau comporte plus de points indépendants. On peut alors avoir une grande précision pour le contrôle de la qualité de la modulation. Un autre avantage de ce procédé de modulation résulte du niveau constant d'allumage : c'est un procédé par tout ou rien qui, d'une part est bien adapté à l'emploi de méthodes numériques, d'autre part permet éventuellement d'adapter chaque niveau aux propriétés optiques locales du réseau afin de pallier les éventuels défauts d'homogénéité du transducteur utilisé.

Le signal modulant doit se présenter sous une forme échantillonnée et, si possible, numérisée. Dans le cas où il est uniquement échantillonné, il faut autant de convertisseurs amplitude durée que de points à allumer. Cette nécessité conduit à une réalisation particulièrement coûteuse. Lorsque le signal est donné sous forme numérique, un système simplifié de modulation permet d'éviter cette contrainte qui se traduirait par la nécessité de disposer d'un grand nombre de convertisseurs numérique - analogique - durée.

Décrivons le principe de ce système de modulation numérique directe des éléments électrooptiques. A chaque point est associé un registre à décalage à chargement parallèle et à sortie série, d'une capacité égale au nombre d'éléments binaires nécessaires à la représentation de chaque point (entre 6 et 8 eb/pt). Ces registres sont chargés l'un après l'autre avec la valeur numérique de la quantité à reproduire et sont ensuite décalés par une horloge (dite plus bas horloge arithmique) comportant autant d'impulsions que d'éléments binaires par point, chaque impulsion étant séparée de la suivante d'un temps double du temps qui la sépare de la précédente, l'intervalle le plus court étant associé à l'élément binaire de poids le plus faible. Lorsque l'élément binaire est au niveau logique 1, l'élément électrooptique correspondant est allumé pendant un temps proportionnel au poids de l'élément binaire considéré. Ainsi la somme des temps d'allumage est proportionnelle à la valeur numérique associée au point.

- 3 - Hypothèses de réalisation pratique du système EPICURE

Les principes généraux étant établis, un certain nombre de points sont à déterminer, pour certain de manière quelque peu arbitraire, pour pouvoir commencer une réalisation effective du système EPICURE sous une première version. Ces hypothèses de bases concernent les points suivants :

- la nature du matériau électrooptique
- la structure du réseau d'électrodes
- la réalisations des registres de modulation.

En fait les choix d'un matériau électrooptique et d'une structure d'électrodes n'ont pas pu être gardés indépendants. L'idéal serait d'avoir une structure couvrant une image entière sous forme trichrome. En fait, sur aucun matériau il n'est actuellement possible d'obtenir des réseaux plans de 400 000 points. On en est donc réduit à se contenter de réseaux linéaires représentant une ligne et d'opérer un balayage vertical de la ligne, par exemple par rotation d'un miroir ou par translation continue du film. Il en résulte que la durée maximale de la modulation est la durée d'une ligne ce qui conduit, pour une précision de 6 eb par point à une durée minimale de 1 microseconde.

En conséquence le choix du matériau est conditionné par sa vitesse de commutation. La vitesse demandée, qui doit être suffisamment inférieure à la microseconde, élimine les portes optiques à cristaux liquide et n'est pas compatible avec les propriétés actuellement obtenues avec les portes optiques à céramiques ferroélectriques. Restent les émetteurs de lumière en matériau semiconducteur ou diodes électroluminescentes. Ce choix imposé par l'état actuel de la technologie a une autre conséquence, due au fait qu'il n'existe pas actuellement de dispositif électroluminescent à commutation rapide émettant dans le bleu. Ceci condamnerait EPICURE qui a pour vocation de reproduire des images colorées si le récepteur devait être un oeil. En fait, étant un système d'enregistrement sur film, on peut contourner la difficulté de la manière suivante : il existe des dispositifs électroluminescents émettant dans le vert, dans le rouge ou dans l'infra-rouge. Il existe d'autre part des films trichromes, dont les intervalles de sensibilité spectrale sont décalés par rapport aux propriétés des coupleurs colorés associés; la couche sensible au vert contient un coupleur se colorant en jaune qui sert de filtre aux rayonnements bleus; la couche sensible au rouge contient un coupleur se colorant en magenta qui arrête le vert ; la couche sensible à l'infra-rouge contient un coupleur se colorant en cyan, qui arrête le rouge. Ce qui revient à dire qu'au triplet vert, rouge,

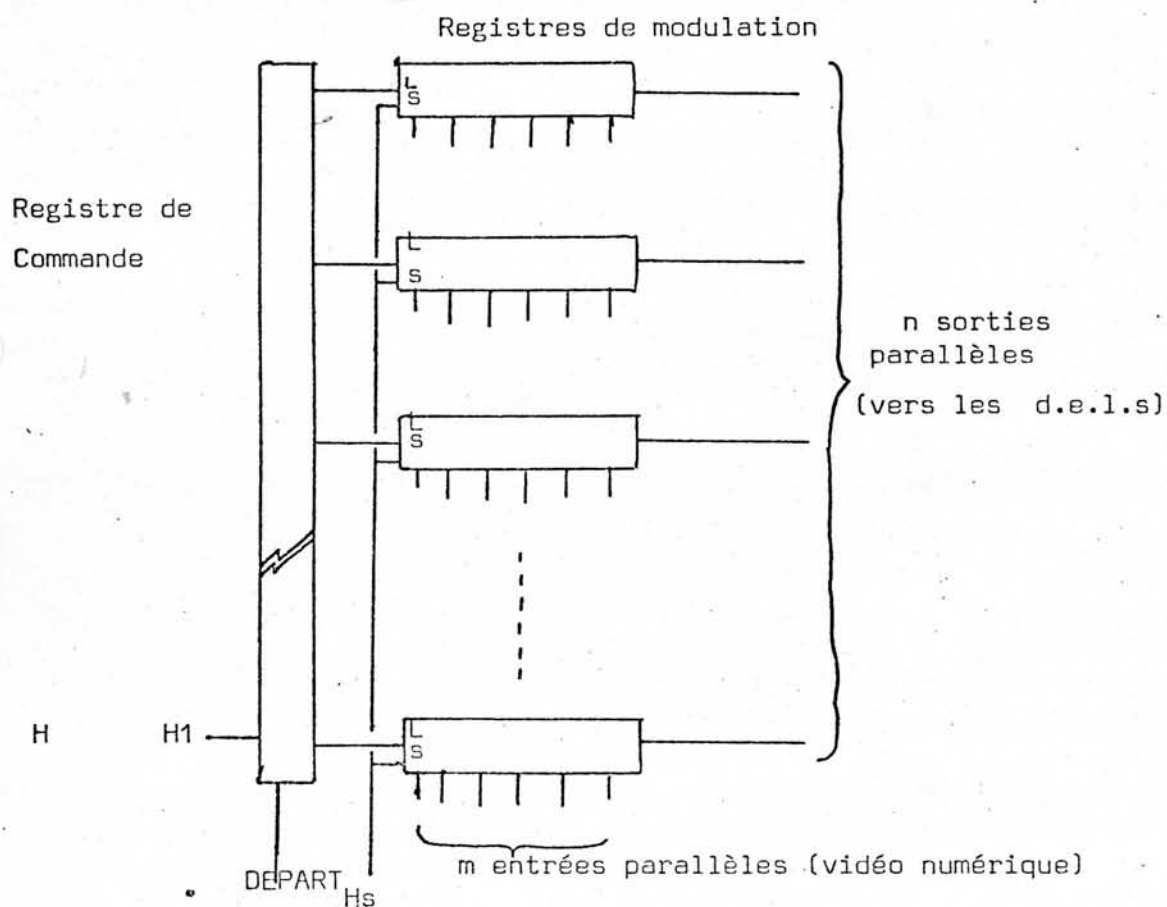


Figure 1: Exemple de registre à chargement séquentiel

infra-rouge de la prise de vue est associé le triplet usuel bleu vert rouge pour la reproduction, et que la pellicule se charge de la translation spectrale nécessitée par le choix qu'impose la technologie actuelle.

Il va de soi que , dès l'apparition sur le marché de dispositifs électroluminescents émettant dans le bleu, le système tel qu'il est conçu actuellement pourra, sans aucune autre modification que de changer le transducteur, être utilisé avec des pellicules normales, par exemple celles qui sont utilisées pour la prise de vue à l'ORTF (Ektachrome, Eastmancolor ou Gevaert).

Cependant, conscient du fait que les dispositifs émetteurs de lumière présentent de graves défauts, du point de vue notamment du bilan énergétique, en marge du présent projet, se poursuit l'étude des systèmes de portes optiques afin de déterminer par quels moyens il serait possible de les rendre compatibles avec les spécifications d'EPICURE soit sous la forme de réseaux linéaires (par augmentation de leur vitesse de commutation) soit sous la forme de réseaux plans (avec exploitation de l'effet de mémoire).

Enfin, un choix a été fait en ce qui concerne la réalisation pratique du modulateur. Il aurait été possible d'utiliser directement des registres de 8 éléments binaires tels qu'il s'en trouve dans le commerce. En fait, il aurait fallu environ 1900 de ces boîtiers alors qu'il était possible, moyennant une dépense supplémentaire d'imagination de simuler l'effet de registre au moyen de mémoires à plus forte capacité. Le coût correspondant est entre 2 et 3 fois plus faible, malgré la plus grande complexité de conception du circuit qui ne comporte plus, au total, que quelques 980 boîtiers en tout au lieu de plus de 2000 dans la première forme. L'idéal serait assurément de disposer de mémoires composées de registres adressables en séquence et décalables en parallèle comme représentés sur la figure 1. Ces circuits ne présentent aucun caractère rendant leur intégration difficile mais le fait est qu'il n'en existe aucun dans le commerce. On pourrait imaginer dans un boîtier à 24 accès un circuit (6 ou 8 entrées), 8 registres (donc 8 sorties), une borne départ, une horloge de décalage de l'impulsion de chargement, une horloge de décalage des registres eux même, un signal "chargement ou décalage" et une validation, ce qui avec les alimentations nécessite 21 ou 23 bornes d'accès. Il n'est pas exclu, si ce genre de circuit se révèle utile, c'est à dire si EPICURE est appelé à un brillant avenir, qu'on soit amené à faire réaliser de tels circuits. Il en faudrait alors 240 pour réaliser le système complet qui fonctionnerait avec une circuiterie de commande nécessitant en tout moins de 300 boîtiers.

Il n'en reste pas moins qu'au présent, cette solution ne peut être retenue pour la maquette devant être issue du projet actuel.

- 4 - L'échéancement des travaux

Pour la réalisation d'un kinescope couleur de haute qualité sans doute faut-il prévoir deux étapes principales. La première étape constitue le projet actuel, décrit plus en détail ci-dessous et qui devrait demander environ 26 mois de travail. Le travail à réaliser durant cette période sera détaillé au paragraphe IV. La réalisation actuelle est donc déterminée en ayant figé les grandes options de la conception. En partie parallèlement à l'exécution de ces travaux il faut donc songer à l'évolution des technologies en concurrence pour la réalisation de ce type d'imageur et envisager dans quelles conditions il est possible de les faire évoluer, afin de donner au projet actuel une suite éventuelle notamment pour la réalisation d'un système de projection sur grand écran réellement exploitable mais aussi dans l'objectif, encore lointain, des écrans plats. Ceci suppose donc un suivi de la technologie et des essais de composants de visualisation afin soit d'imaginer de quels systèmes ils pourraient faire partie, soit d'agir sur les constructeurs pour qu'ils en adaptent les caractéristiques à nos spécifications.

- 5 - Coût estimé de l'opération

En ce qui concerne la partie en cours de l'opération, les coûts estimatifs seront analysés après l'exposé technique détaillant les travaux à effectuer. En effet, il sera alors plus facile de comprendre à quels éléments correspondent les différents prix et sur quels paramètres il est possible ou non d'agir afin de les réduire éventuellement dans une présérie ultérieure.

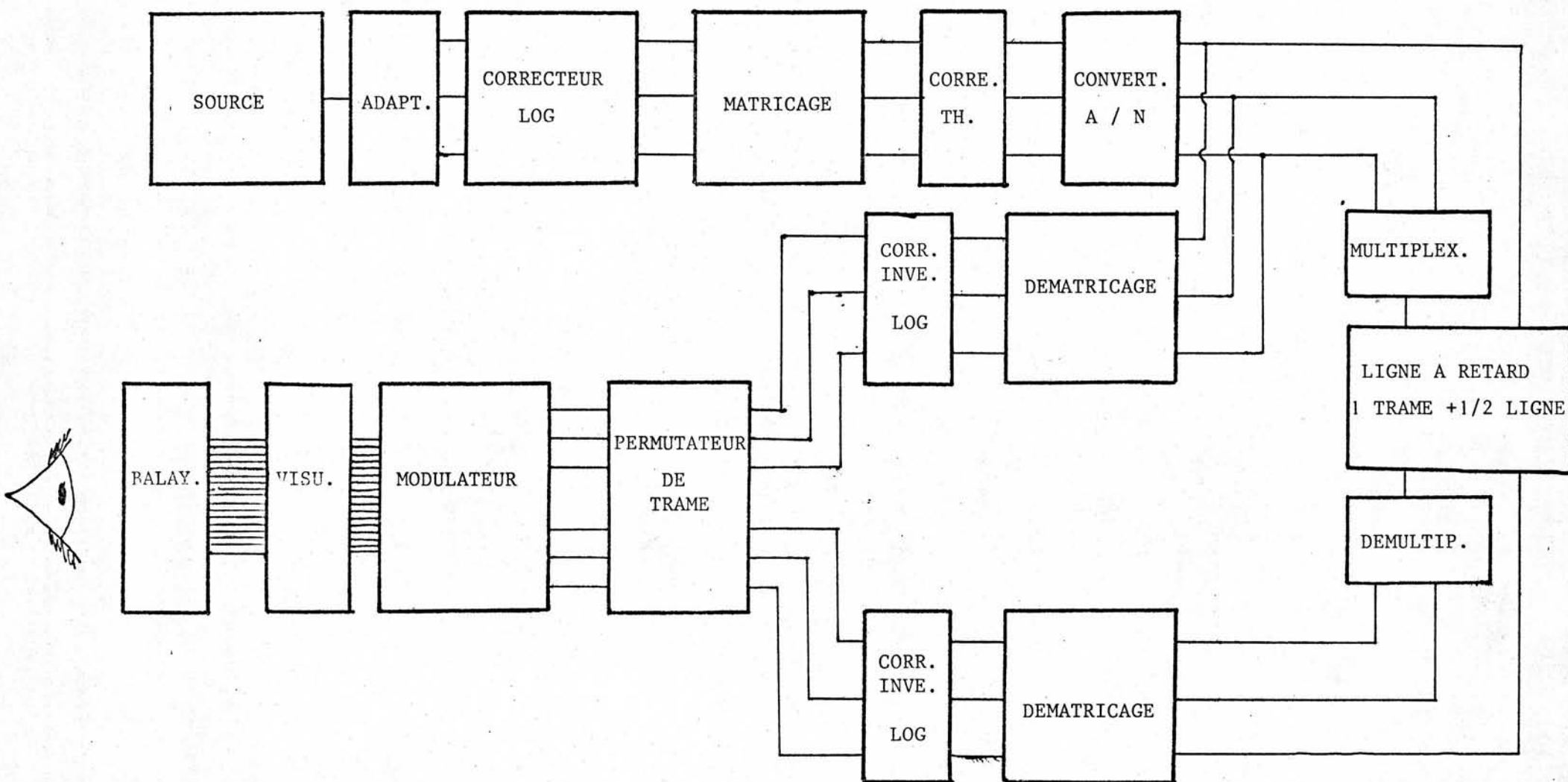


Figure 2 : SYNOPTIQUE GENERAL DE LA CHAINE COMPLETE DU KINESCOPE

II - Description de la chaîne complète d'un kinéscope numérique trichrome

Avant de décrire le prototype du système EPICURE en cours de réalisation, essayons de déterminer comment peut se présenter un kinéscope complet, en particulier dans le contexte d'un studio trichrome entièrement numérisé. Le synoptique général de la chaîne fait apparaître, entre la source et le modulateur, un grand nombre d'éléments dont il est utile d'explicitier l'intérêt. (Fig.2)

La source, qui dans un grand nombre de cas pourrait être un magnétoscope, délivre un signal que l'on doit à l'aide d'un adaptateur transformer en signaux RVB. Pour pouvoir numériser ces signaux primaires avec le maximum d'efficacité, il est souhaitable de leur appliquer une correction non linéaire, vraisemblablement logarithmique. Une ligne à retard de forte capacité étant utilisée, nous verrons plus loin pour quel usage, le signal doit se présenter sous la forme Y, C1, C2 et subir une éventuelle correction non linéaire supplémentaire avant la conversion analogique numérique. A partir de celui-ci, nous disposons de la voie numérique trichrome. Pourquoi maintenant la ligne à retard d'une trame? Nous avons écrit plus haut que la durée d'exposition maximale pouvait être la durée d'une ligne. En fait, pendant la durée d'une ligne, c'est à dire $64\mu s$, le système mécanique de balayage vertical fait décrire aux rayons lumineux un trajet égal à l'espacement de deux lignes, à cause de l'entrelacé. En effet, il parcourt en une trame, soit pendant 288 lignes, l'espace qui va du haut au bas de l'image, qui en comporte 576. Il faut donc, pour conserver la définition verticale ne faire fonctionner le réseau que pendant la moitié du temps de la ligne. Pendant l'autre moitié, il sera libre et pourra permettre de visualiser la ligne correspondante de la trame de parité inverse. Il est donc possible d'obtenir l'entrelacé en venant moduler cette demi-ligne devenue inactive par l'information retardée de une trame plus une demi-ligne. Ceci permet d'avoir un système de balayage plus simple puisque son temps de retour est égal à son temps d'aller et qu'il est possible d'utiliser une caméra normale à rapport cyclique 1/2. C'est la raison pour laquelle dans cette hypothèse, il faut deux démodulations, deux correcteurs non linéaires de loi inverse de celle des correcteurs d'entrée,

En fait, la partie amont de la chaîne fait partie aussi de la chaîne de traitement dont l'étude est prévue par ailleurs et s'insère dans les équipements nécessaires à un studio numérique. De plus il est possible de réaliser un kinéscope simplifié en obtenant l'entrelacé, de façon peut-être moins précise, mais aussi moins coûteuse, sans utiliser la ligne à retard, dont le prix relativement élevé ne peut être amorti que dans un contexte plus large. Le système EPICURE lui-même sera donc

réalisé en faisant abstraction des éléments faisant partie du studio numérique et on se place dans les hypothèses suivantes:

- on dispose des signaux de télévision couleur sous la forme des trois signaux R,V,B.

- on numérise directement (et à priori linéairement) les signaux primaires et on les applique directement au modulateur , lequel sera actif une demie ligne par ligne , mais pendant deux trames par image.

- on impressionne le film pendant les deux trames de l'image à l'aide d'une caméra à descente rapide;

La chaîne est donc ainsi réduite à un kinéscope simplifié qui constitue le premier état du système EPICURE . (Fig.3)

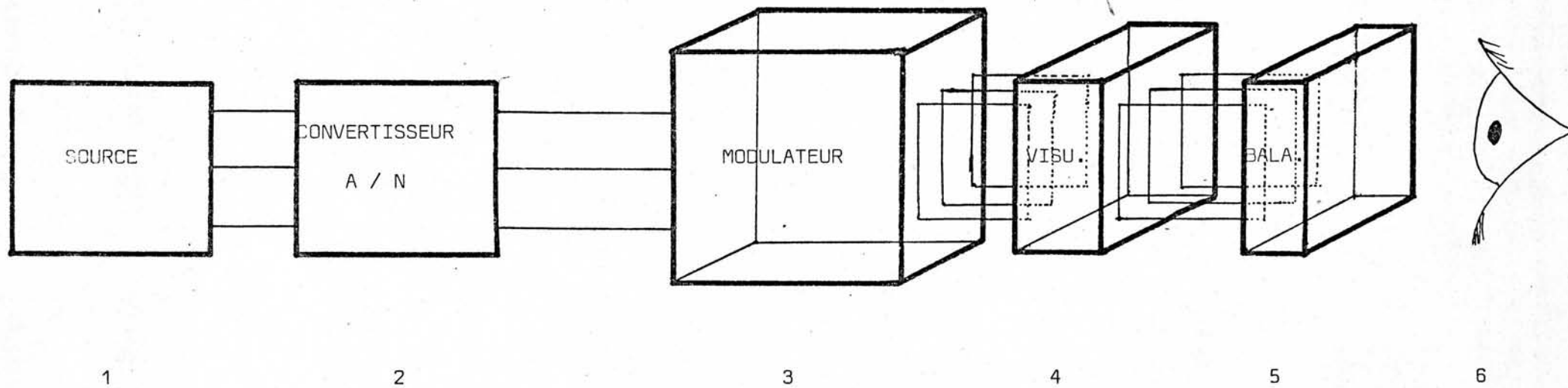


Figure 3 : SYNOPTIQUE DE LA CHAINE SIMPLIFIEE D'EPIPURE

III - ANALYSE DETAILLEE DES DIFFERENTS BLOCS CONSTITUANT D'EPICURE -

Une fois toutes les annexes et améliorations décrites au paragraphe précédent supprimées, il reste six éléments indispensables au fonctionnement du système (figure 3). Ce sont ces différentes parties qui vont être détaillées.

Le premier élément ne pose pas beaucoup de problème. C'est une source quelconque d'image en couleur, plus probablement un magnétoscope. Dans les premiers temps pour les essais d'image fixe monochrome ce pourrait être un A I F.

Le deuxième bloc est le convertisseur analogique numérique. Dans cette configuration il faut trois convertisseurs rapides (12 MHz) puisque l'on est en R, V, B. Dans la solution complète envisagée précédemment, un seul convertisseur rapide aurait été nécessaire (Y), tandis que les deux autres pouvaient être plus lents (G_1 , G_2), donc une économie notable.

Quoi qu'il en soit ces convertisseurs existent au laboratoire et ne posent pas de problèmes particuliers.

La troisième partie est essentielle puisqu'elle regroupe tout ce qui concerne la modulation et l'adressage des sources.

Ce modulateur comprend un transposeur et 10 blocs mémoires de 64 points pour chacune des trois primaires. Il faut de plus une base de temps et des générateurs d'adresse d'écriture et de lecture mémoire qui peuvent être communs aux "trois plans mémoires".

Le transposeur a pour but de transformer chaque paquet de huit points consécutifs codés chacun avec 6 e.b. en parallèle, en huit octets sortant en parallèle. Chaque octet contient les éléments binaires de même poids des huit points consécutifs. Il s'agit bien de transposer une matrice 6 lignes 8 colonnes en une matrice 8 lignes six colonnes. Le transposeur commun à tout un "plan de couleur" nécessite 18 boîtiers.

Les données se présentent maintenant sous une forme facilement assimilable par les blocs mémoires. Le bloc mémoire élémentaire est associé à 64 points. Ce bloc élémentaire est constitué de 6 boîtiers mémoires organisés chacun en 16 mots de 4 e.b.

Les sorties se font en parallèle et sont ensuite à nouveau multiplexées ceci pour faire travailler les mémoires à un rythme plus lent.

La figure 4 montre le diagramme d'occupation des mémoires. Celui-ci a été établi en distinguant d'une part une phase de chargement de la mémoire qui est d'environ 5,1 μ s pour 64 points. Ensuite une phase de transfert, enfin une phase de repos c'est pendant ces deux dernières phases que s'effectue la visualisation.

.../...

Le temps maximum de transfert ne doit pas être supérieur au temps de visualisation de l'e.b. de poids le plus faible, puisqu'à l'issue de ce temps on doit trouver la mémoire disponible pour le transfert de l'e.b. suivant.

Dans le système envisagé le temps de visualisation élémentaire est de $0,5 \mu s$. L'horloge des générateurs d'adresse de lecture doit donc avoir une fréquence supérieure à 16 MHz. Elle peut être prise par exemple à 2 fois la fréquence point soit 24 MHz.

Un plan mémoire pour 64 points comporte 12 boitiers.

Dans la case 4 on a rassemblé tout ce qui a trait aux diodes électro luminescentes elles-mêmes, soit d'une part les interfaces de commande, d'autre part, le système de mise en forme de l'image.

Commandes des diodes

L'information issue de la mémoire est transmise aux diodes électro luminescentes par l'intermédiaire de bascules bistables du type loquet déclenchées par une horloge "arythmique" qui réalise en fait un rythme bien particulier : le temps séparant une impulsion de la suivante est double du temps qui la sépare de la précédente et ceci jusqu'à un intervalle de temps de $32 \mu s$ le cycle reprenant ensuite au temps minimal de $0,5 \mu s$. Cette horloge est commune aux trois plans de couleur pour une même portion de ligne correspondant à un même cycle d'occupation mémoire. Elle est composée d'un compteur unique et de quatre circuits de décodage, chacun correspondant à une zone du cycle d'occupation.

Le fait d'utiliser comme source des diodes électro luminescentes pose un problème au niveau de la commande : il faut pouvoir débiter sur chaque diode un courant important 10 mA en moyenne 20 mA exceptionnellement. Il sera donc probablement nécessaire d'ajouter à la suite des bascules, un tampon de puissance, formé d'amplificateurs tampon intégrés à collecteur ouvert, le courant étant déterminé par la résistance extérieure.

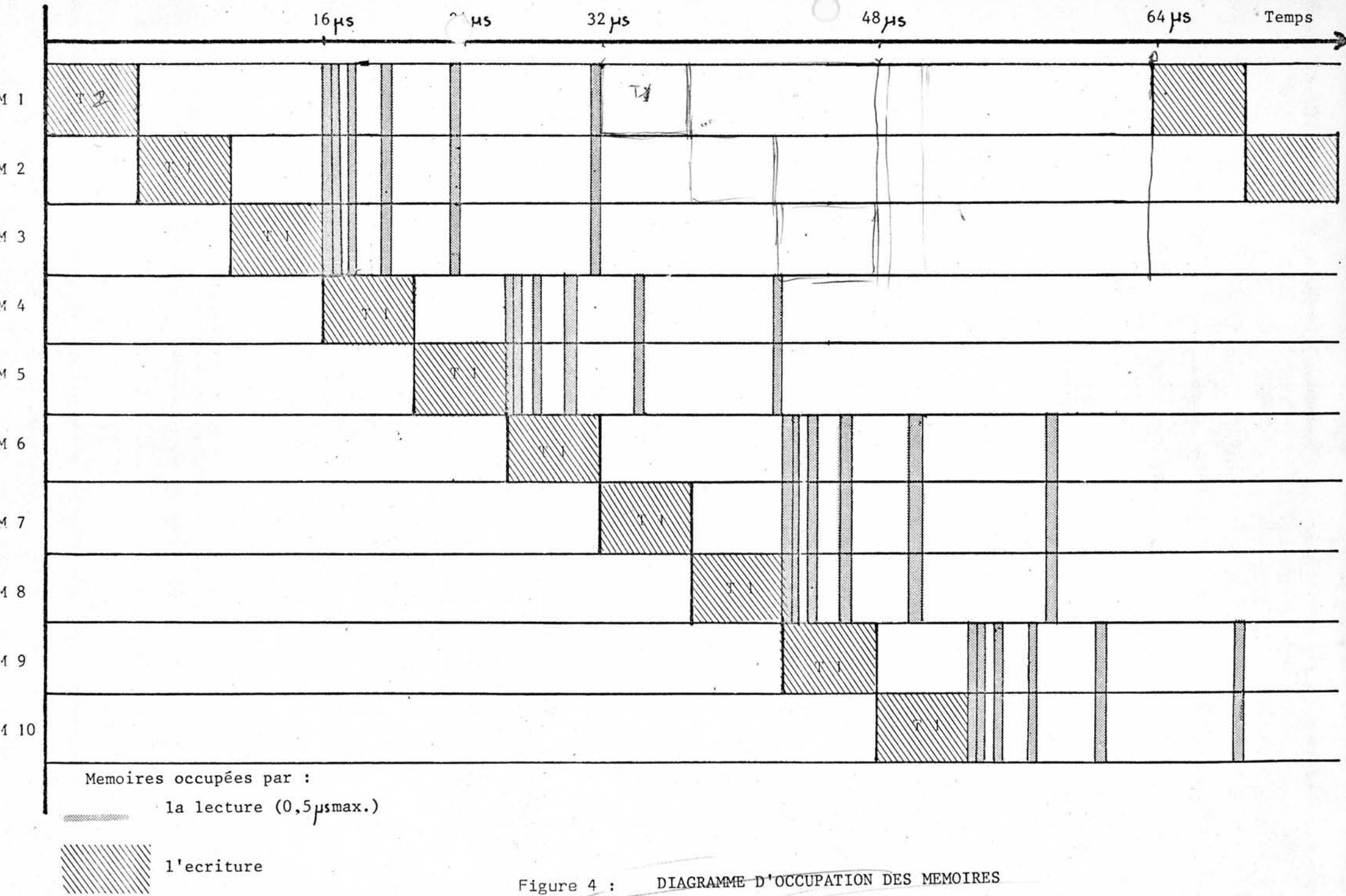


Figure 4 : DIAGRAMME D'OCCUPATION DES MEMOIRES

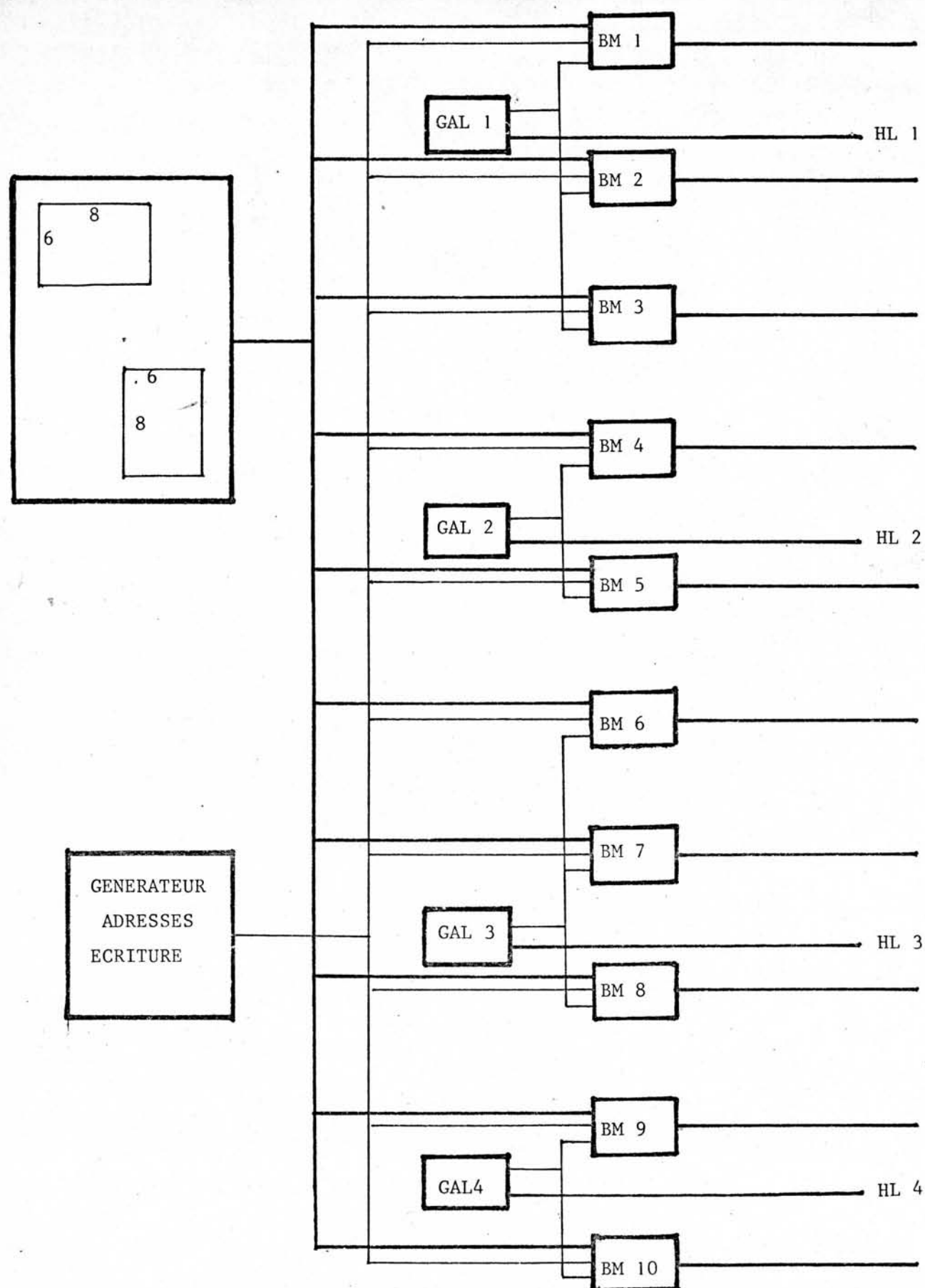


Figure 5 : SCHEMA DETAILLE DU MODULATEUR

Diodes électroluminescentes .

Le choix des diodes électroluminescentes est en réalité assez restreint . L'absence de diode émettant dans le bleu avec une rapidité suffisante conduit à envisager l'emploi de films spéciaux sensibles à l'infrarouge. On voit les courbes de sensibilité spectrale d'un film de ce type . On a tracé sur ce graphique les spectres des sources primaires adaptées à ce film.

La diode Ga As P émettant à 660 nm est parfaitement bien située. Par contre la diode Ga P n'émet au mieux qu'à 565 nm . Du côté de l'infrarouge le choix est plus large allant du Ga As à 900 nm ou 880 nm aux composés ternaires GaAlAs pouvant émettre à 800 ou 850 nm. On pourrait donc s'adapter au mieux, mais on se heurte à la réticence de certains fabricants à changer leur fabrication classique.

Il a été demandé à plusieurs firmes de réaliser des "points trichromes" constitué par l'accolement des trois diodes aussi petites que possible compte tenu des puissances d'émission demandées. Les résultats sont encourageants.

La structure intégrée demandée aux fabricants est constituée de 10 barrettes de 64 "points trichromes" chacune . Chaque point a un diamètre de 1,5 mm ; le pas du réseau doit être voisin de 1,8 mm. Il n'est donc pas envisageable de placer les 640 points en ligne sauf si l'on accepte une source de 1,20 m !!. Les barrettes seront donc organisées en matrice. Le problème de remise en ligne ainsi soulevé peut-être résolu en même temps que celui du couplage optimum de la lumière émise par les fibres. D'une part les diodes ont un angle d'émission très important , et d'autre part on doit chercher à mélanger spatialement au maximum les trois lumières avant l'arrivée sur le film de façon à ce que la synthèse opérée par celui-ci soit effectivement soustractive.

La solution adoptée est le couplage de fibres optiques directement sur chaque "point trichrome". Deux types de fibres seront employées.

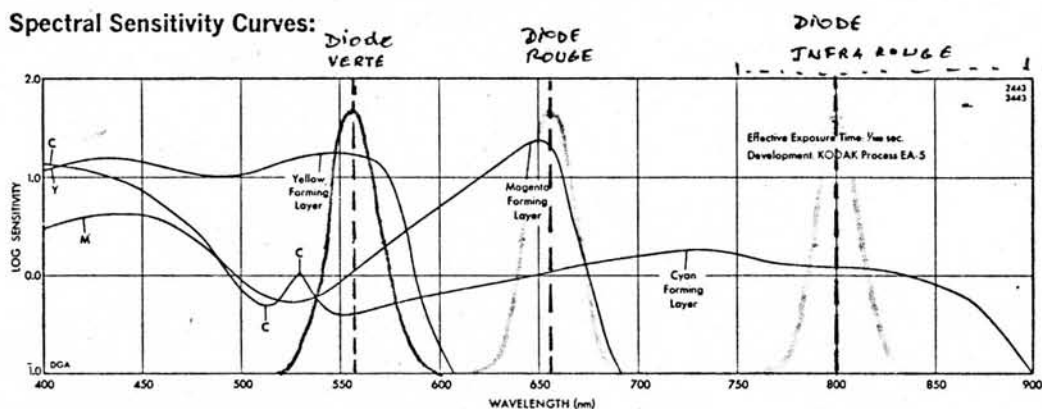
Tout d'abord des fibres à gradient d'indice (SELFOC) utilisées comme des microlentilles permettant de faire une première réduction de format. Ces fibres lentilles seront ensuite couplées à des fibres ordinaires de diamètre plus faible (50 μ par exemple). Ces fibres permettent facilement d'opérer la remise en ligne. La ligne ainsi réalisée forme une "source" d'environ 3,2 cm qui peut-être reprise par une optique classique. Compte tenu du niveau d'énergie lumineuse nécessaire pour impressionner le film et de la lumière émise par les diodes, on peut se permettre des pertes importantes au niveau du couplage entre fibre et diode ainsi qu'entre fibre lentille et fibre classique.

INFRARED-SENSITIVE FILMS

KODAK AEROCHROME Infrared Film 2443
(ESTAR Base)

KODAK AEROCHROME Infrared Film 3443
(ESTAR Thin Base)

Critical users of these two films should determine the actual sensitometric characteristics of their particular batch of film by using their own specialized techniques. The keeping conditions for these films have an effect on their sensitometric response.



Sensitivity = Reciprocal of the exposure (ergs/cm²) required to produce a density of 1.0 above D min.
Measurements were confined to the 400 to 900 nanometer region.

Figure 6 : SENSIBILITE SPECTRALE D'UN TYPE DE FILM
INFRAROUGE.-SPECTRES DES DIODES OPTIMALES
DEVANT LUI ETRE ASSOCIEES.

TYPE : CCST

DATE : 4/9/73

ORIENTAL :
VOYANT ROUGE
VOYANT VERT
DIODE INFRA-ROUGE

ECHELLE : 20

TO 72

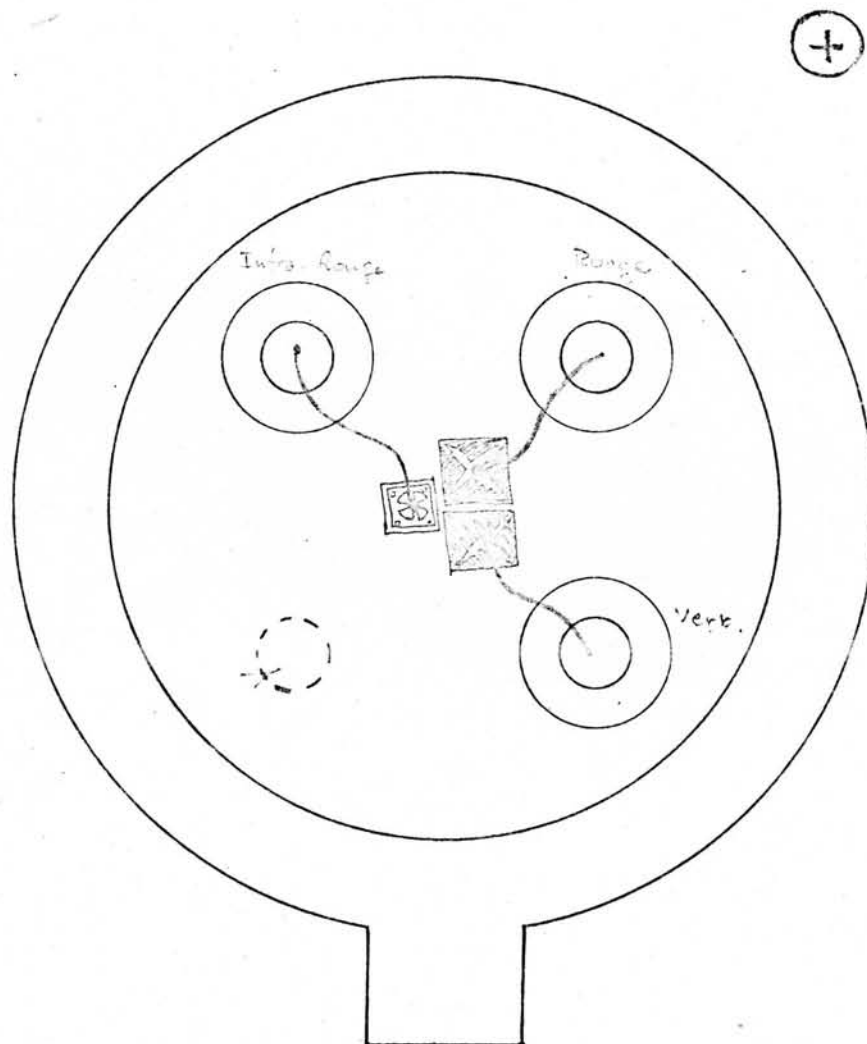


Figure 7 : EXEMPLE DE CONFIGURATION D'UN POINT
TRICHROME PROPOSEE PAR LA SOCIETE RTC

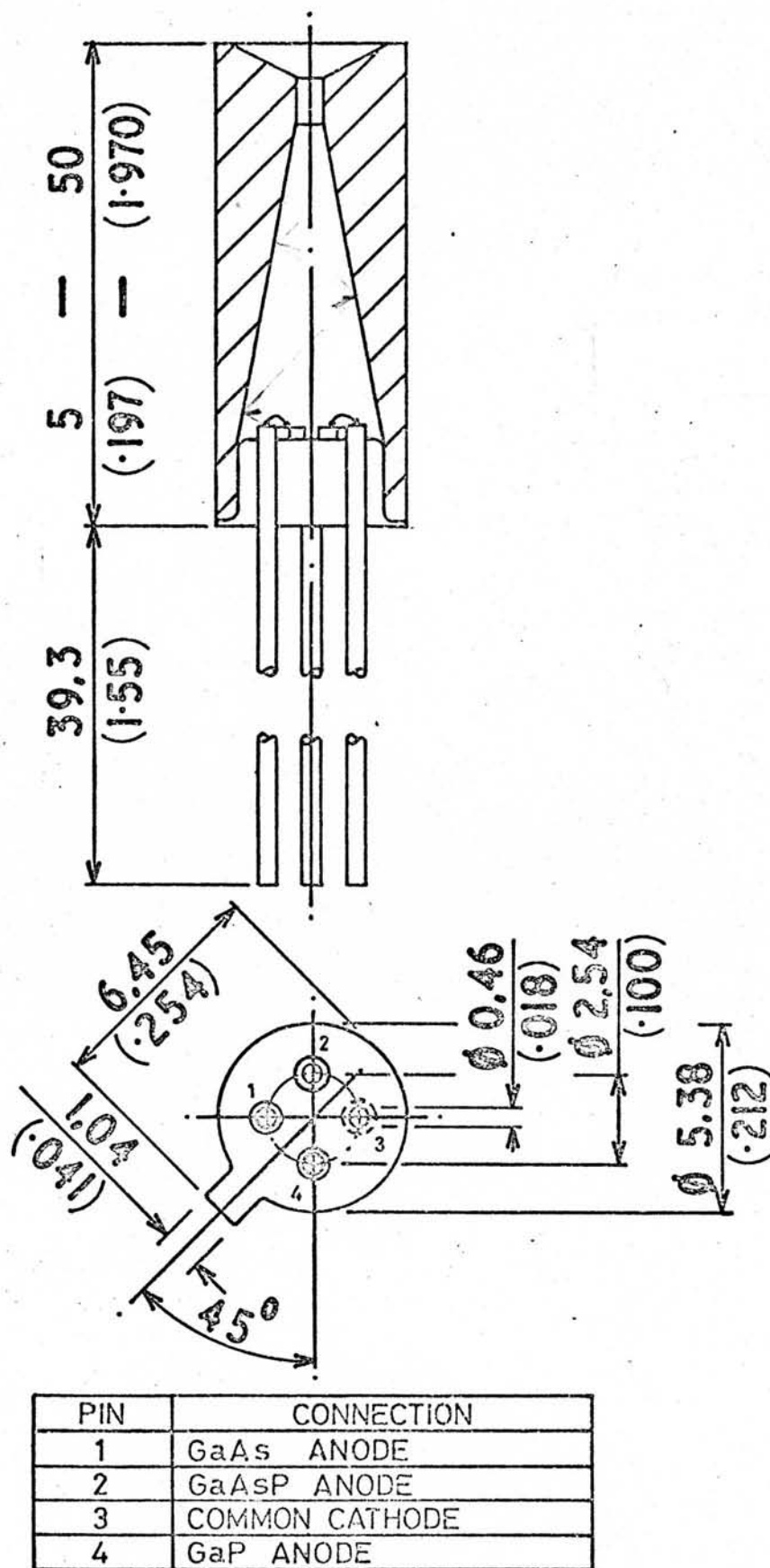
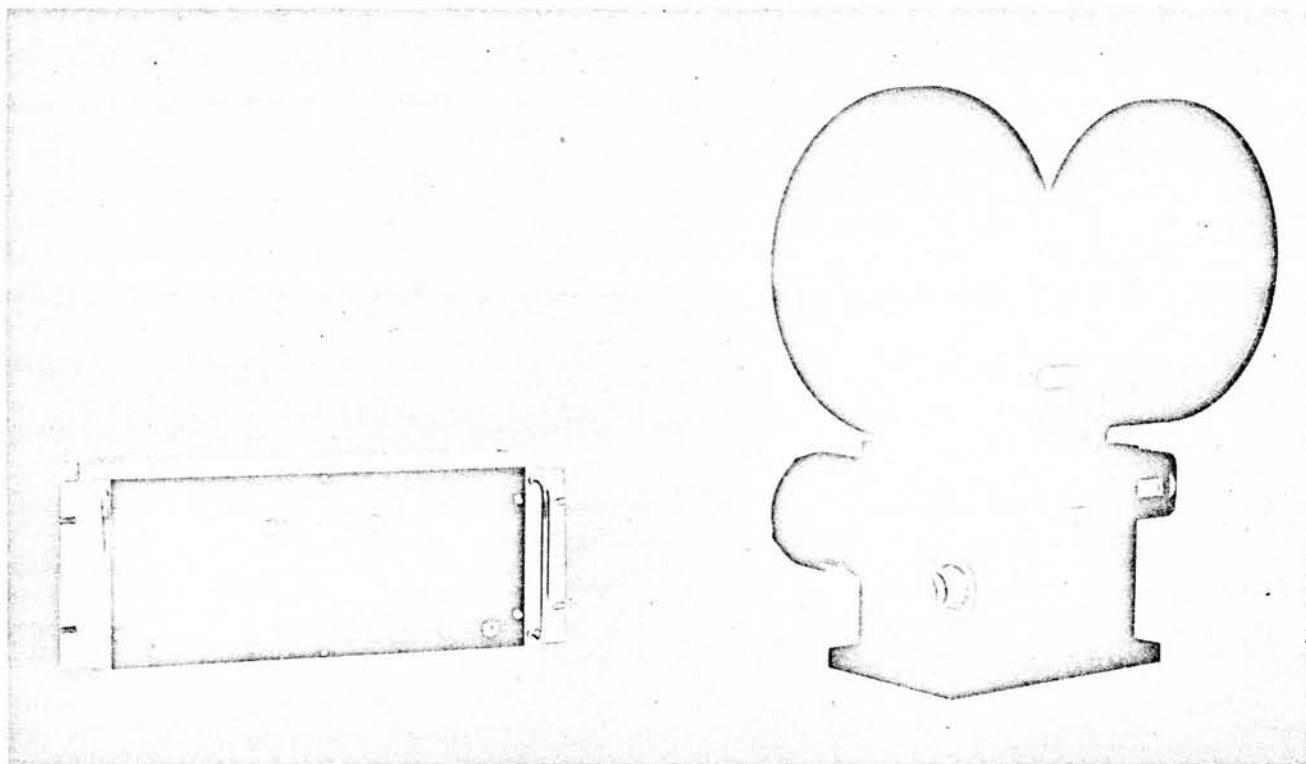


Figure 8 : SOLUTION AU COUPLAGE AVEC LES FIBRES OPTIQUES
PROPOSEE PAR LA SOCIETE FERRANTI



DBM-64* 16MM KINESCOPE RECORDING CAMERA



The DBM-64 is a unique maintenance-free camera which provides the rapid film transport required for optimum television film recording. Total transport and stabilization are accomplished during the standard television vertical blanking interval. This is precisely synchronized with vertical blanking thus completely eliminating the usual midfield splice. Total picture recording is permitted on 50 cps systems.

Because the mid-field splice concept is not utilized, *the shutter bar problem does not exist*. There is no image shearing that normally accompanies fast panning. Optimum picture steadiness and sharpness is guaranteed by a single, fixed registration pin. Entirely rotary, the film transport design eliminates the camera vibration common to reciprocating mechanisms, thus assuring perfect interlace.

On 60 cps systems, the camera runs at synchronous speed of 24 frames per second. Every fifth TV field is blanked by a shutter thus accomplishing the necessary conversion from 30 to 24 pictures per second. Pulldown occurs alternately between fields and during the blanked

field. On 50 cps systems, the camera runs at a synchronous speed of 25 frames per second. Pulldown occurs between every other field.

The DBM-64 can be installed on any existing TVR system and is easily phase locked to composite video. The principle of operation is one of extreme simplicity. No cams or claws transport the film. No wearing parts require continuous adjustment and/or replacement.

FEATURES:

- *Self-cleaning gate prevents emulsion buildup*
- *Lubrication is lifetime*
- *Picture steadiness is superior*
- *Mechanism has no reciprocating parts*
- *Maintenance costs are insignificant*
- *Overall image sharpness is superior*

Figure 9 : DESCRIPTION DE LA CAMERA PNEUMATIQUE
A DESCENTE RAPIDE .

Il suffit que moins de 10% de la lumière de la source aboutisse au film.

Le problème important posé par les diodes électroluminescentes se situe au niveau de l'homogénéité d'émission en puissance et en longueur d'onde des différentes sources.

La structure de commande adoptée n'oblige pas à trier pour les équilibrer 3 X 640 diodes. Il suffit de les trier par groupe de 6 et ensuite d'ajuster la tension issue des tampons de puissance pour équilibrer les différents groupes de 6 sources.

Le problème de l'équilibre colorimétrique devra être résolu de la même façon mais par variation du courant d'ensemble de toutes les barrettes de diodes, sans doute en faisant varier l'alimentation de toute la ligne des résistances extérieures associées aux tampons de puissance.

Le cinquième bloc est le système de balayage. En l'absence de mémoire de trame, et si l'on veut maintenir l'entrelacé, il faut utiliser un miroir de balayage ayant deux facettes permettant de former des images décalées verticalement d'une ligne. Une autre solution consiste à utiliser une lame à face parallèle décalant ou non le faisceau selon que l'on inscrit la trame paire ou impaire. Dans les deux cas on utilisera probablement un miroir oscillant.

La dernière partie à analyser est relativement simple. Il s'agit du récepteur qui pourrait être l'oeil du spectateur, mais qui devra, en l'absence de diode émettant dans le bleu, être un film trichrome infrarouge. La caméra dans le système sans mémoire de trame est une caméra à descente rapide de type DBM-64 de la compagnie D.B Milliken (fig.9)

IV - STRUCTURE ET ECHELONNEMENT DES TRAVAUX

Le plan de réalisation proposé pour le système EPICURE a été préparé en ayant comme objectif principal la réalisation le plus rapidement possible d'une démonstration de faisabilité.

De plus, un certain nombre de choix technologiques importants ayant été nécessaires, trois étapes ont été prévues, correspondant aux vérifications du bien fondé de ces choix.

- 1 - Phase 1

C'est la phase actuellement en cours. Elle consiste en la réalisation d'un système permettant de visualiser une image monochrome. La démonstration sera faite soit sur une portion d'image en conservant une définition élevée, soit sur une image complète à définition horizontale réduite. Le balayage dans cette première phase sera extrêmement sommaire. La visualisation sera réalisée sur un verre dépoli ou par photographie sur diapositive.

L'objectif de cette première étape est de vérifier la validité des hypothèses concernant la méthode de modulation ainsi que d'apprécier les difficultés de mise en œuvre d'une barrette électroluminescente.

La date d'achèvement envisagée est février 1974. Il faut signaler que les travaux de réalisation de cette phase sont actuellement lancés. La plus grande partie du matériel est disponible; des éléments du modulateur sont câblés et prêts à l'essai. On dispose d'une barrette de visualisation de 48 points pour laquelle un support spécial est en cours de réalisation. Des vérifications fondamentales ont été faites quant à l'obtention des niveaux de gris par variation des temps d'allumages avec des périodes et des rapports cycliques identiques à ceux déterminés pour le projet de système.

Parallèlement, les études concernant les autres problèmes en suspens devront être poursuivies.

On se propose d'examiner plus particulièrement les résultats obtenus par la firme lors du fibrage de points trichromes de chez Ferranti. D'autre part, on mettra au point une méthode permettant d'accorder les niveaux d'émission des différentes diodes constituant la ligne. L'étude systématique des propriétés de l'émission en fonction de la modulation (variation de courant et de longueur d'onde éventuel) sera poursuivie.

- 2 - Phase 2

Elle a deux objectifs. Le premier, de caractère fondamental, est d'analyser les problèmes de colorimétrie soulevés par l'emploi d'un film infrarouge. Cette analyse peut être entreprise dès la phase 1 pour les essais utilisant des diodes fonctionnant en continu. Pour effectuer des "mesures réelles" avec des impulsions de largeur variable, il est nécessaire de réaliser un second exemplaire de "l'horlogr arithmique". Les délais sont donc plus importants.

Le deuxième objectif est de poursuivre la réalisation et l'expérimentation d'un système d'enregistrement monochrome. Les essais seront effectués successivement dans les trois couleurs (vert, rouge, infrarouge) dans un premier temps sur une image fixe provenant d'un A.I.F. et dans un deuxième temps avec des images de télévision enregistrées sur un film 16 mm. Le passage d'une étape à l'autre suppose résolu les problèmes de mise au format.

L'ensemble de la deuxième phase pose des problèmes d'équipement: achat de la caméra et de film (il ne se vend que par 20000 m!). Des marchés importants doivent être passés pour la réalisation et l'intégration des 640 points fibrés. Elle inclu aussi un certain nombre de mesures assez longues de colorimétrie et de sensitométrie.

C'est à l'achèvement de cette phase que l'on pourra dire si la qualité d'image prévue peut effectivement être atteinte. Cette phase devrait s'achever vers mai 1975 en supposant que l'effort sur cette étude soit maintenu. Un prix approché de l'appareil final pourra probablement être calculé à cette date.

A l'issu de cette phase on devra faire un nouveau point sur les dispositifs précédemment écartés pour cause de développement insuffisant tels que les portes optiques ferroélectriques ou les diodes électroluminescentes bleues.

- 3 - Phase 3

Cette phase comporte essentiellement l'intégration du système et son expérimentation. On y prévoit le passage à l'enregistrement trichrome au rythme de la télévision. On déterminera la qualité colorimétrique de l'image obtenue. On vérifiera la disparition de la structure ponctuelle de ligne sans perte de définition.

Cette phase ne contiendra pas ou peu d'essais en laboratoire au niveau de l'électronique et beaucoup moins que la phase deux au niveau des sources, de l'optique et du film.

Par contre il y aura plusieurs marchés à suivre: réalisation des transporteurs et des blocs mémoires permettant de moduler les trois couleurs.

Ainsi l'objectif final de l'étude en cours est la réalisation d'un prototype qui soit à la fois un prototype de définition permettant une expérimentation en vraie grandeur supposant d'éventuels déplacements et un banc d'essai de nouveaux dispositifs électrooptiques en particulier. Ceci sera obtenu grâce à une réalisation modulaire des divers éléments en prenant toute disposition pour assurer à ceux-ci une fiabilité conforme aux normes d'exploitation. Cette modularité permettra en particulier d'insérer au moment voulu les éléments de traitement qui ont été écartés de la présente étude, afin d'en faire l'essai dans le cadre du kinescope.

ELEMENTS DU CALCUL DES PRIX

SYSTEME DE MODULATION

Transposeur: circuits....	254,9	
tiroir.....	77,1	
connecteur..	30,	
carte.....	300,	
total arrondi à 650 F	X 3 =	1950
Bloc mémoire 64 points		
total arrondi à 800 F	X 30 =	24000
Horloges		
total arrondi à 1500 F		1500
Mécanique (2 chassis)		1150
Alimentations		6400
		<hr/>
		35000

VISUALISATION

Circuits de l'interface et résistances	5600
Mécanique (Panier spécial)	3000
Cartes imprimées percées	6000
Réalisation de diodes trichromes en	
barettes de 64 points les 10.....	33000
Fibres lentilles SELFOC 640X30F.....	38400
Fibre ordinaire à 3F le metre	1000
	<hr/>
	87000
Banc d'optique	1000
BALAYAGE MECANIQUE	6000
CAMERA spéciale kinéscope	120000

Prix du film 16mm Ektachrome EF-IR 6F le metre

Remarque : le coût du fibrage , c'est à dire du montage des fibres sur les diodes est actuellement impossible à évaluer au niveau d'une présérie de 10 barettes trichromes nécessaires à la réalisation d'un kinéscope.