

faibles mais définies avec une extrême précision, c'est ce qu'on appelle le dopage.

Le moyen de dopage utilisé industriellement consiste essentiellement dans la diffusion thermique, méthode constamment améliorée mais qui présente certaines limitations souvent gênantes au fur et à mesure des progrès des techniques et en particulier depuis l'avènement des circuits intégrés, de plus en plus « poussés » et complexes.

Les techniciens ont donc songé à modifier le traitement utilisé pour le dopage en faisant pénétrer en quelque sorte de force les atomes du matériau dopant dans le corps à traiter, au lieu d'utiliser la diffusion thermique. Le principe consiste à ioniser les atomes des corps servant au dopage, à accélérer leur déplacement et à les introduire de force dans le cristal semi-conducteur de façon à le doper directement sans diffusion.

La précision des résultats obtenus est beaucoup plus grande, les corps utilisés pour le dopage ne sont plus limités et il n'est plus nécessaire d'appliquer un traitement à haute température.

## L'EVOLUTION DE LA TELEVISION EN COULEUR

La bataille mondiale engagée entre trois systèmes de télévision en couleur : N.T.S.C. américain, P.A.L. allemand et S.E.C.A.M. français, continue ; l'industrie électronique italienne s'est prononcée pour l'adoption du P.A.L., tout au moins à titre provisoire. Ce choix aura une grande influence sur celui de plusieurs pays d'Amérique du Sud, notamment de l'Argentine, du Chili, et du Vénézuéla, dont dépend en grande partie le développement mondial du S.E.C.A.M.

En fait, le procédé est adopté presque uniquement aujourd'hui dans les pays soviéto-arabes, sans doute initialement pour des raisons politiques ; du côté du rideau de fer, ses partisans sont l'U.R.S.S., la République démocratique allemande, la Hongrie, la Tchécoslovaquie, la Bulgarie et la Pologne. La Roumanie reste réservée, le Liban donne depuis 1969 deux heures d'émission S.E.C.A.M. par jour ; l'Egypte, la Tunisie et l'Irak se sont ralliés, en principe, au système français.

L'Iran et la Tunisie sont au stade des démonstrations, et le reportage des fêtes du 2 500<sup>e</sup> anniversaire de la monarchie iranienne doit être effectué en S.E.C.A.M. ; la Lybie choisira peut-être le S.E.C.A.M. pour des raisons indépendantes de la technique, et l'Algérie n'a pas encore, semble-t-il, pris de décision définitive.

En Europe occidentale les deux seuls utilisateurs du S.E.C.A.M. sont toujours la France et le Luxembourg mais, par un curieux paradoxe, les mérites du procédé français sont reconnus par les Américains, tout au moins pour les utilisations en circuit fermé !

En fait, les deux systèmes de codage P.A.L. et S.E.C.A.M. donnent l'un et l'autre d'excellents résultats, et les normes de ces systèmes sont parfaitement définies et stabilisées. Les échanges de programmes sont satisfaisants, grâce aux dispositifs de transcodage en 625 lignes.

La technique des récepteurs intéresse encore plus directement les téléspectateurs ; l'élément fondamental du téléviseur demeure le tube cathodique image. Le tube à trois canons d'origine américaine à trois faisceaux colorés primaires arrosant un masque perforé et combiné avec une mosaïque d'éléments luminophores trichromes a été le premier construit dans les usines européennes. Le rendement lumineux de ce tube à masque est relativement faible, puisque 80 % des électrons sont absorbés par lui ; il exige, de plus, une tension d'écran de l'ordre de 25 kV, ce qui nécessite des circuits de déflexion très puissants.

Mais sa forme industrielle et ses caractéristiques ont été constamment améliorées ; l'écran rond initial a été remplacé par un écran rectangulaire, pouvant permettre des diagonales de 56 et 66 cm ; en même temps l'encombrement des appa-

reils a pu être réduit dans de grandes proportions en augmentant l'angle de déflexion totale, qui est passé de 90° à 110°.

Cet accroissement augmente les difficultés de balayage et de convergence des trois faisceaux et constitue le sujet de travaux actuellement en cours. On peut ainsi regretter les difficultés de réalisation des tubes à grille à trois canons à post-accelération dont la réalisation industrielle n'a pu aboutir jusqu'ici.

En principe la grande luminosité de ce tube, la transparence de la grille de l'ordre de 90 %, la plus grande facilité de balayage auraient pu permettre la réalisation plus facile des circuits associés.

Nous avons vu seulement apparaître pratiquement un tube image couleur à grille dit trinitron réalisé par Sony, de dimensions plus modestes, présentant l'avantage de luminosité du système à grille.

Mais les recherches ne cessent pas dans le domaine des tubes images couleur ; on a cité ainsi le tube image à indexation, du type séquentiel de points qui permettrait de simplifier les problèmes de balayage et de convergence au prix, sans doute, d'une plus grande complication des circuits électroniques commandant les déplacements du faisceau, suivant un processus séquentiel dans les couleurs.

Mais on continue à parler des solutions qui permettraient d'abandonner le tube cathodique sous sa forme actuelle en faveur d'un écran plat de visualisation. C'est là un problème qui a suscité de nombreuses recherches, mais qui n'a pu être mis au point jusqu'ici faute de moyens techniques qui permettraient d'aboutir à une réalisation industrielle.

On semble faire appel désormais à des matrices de diodes photo-émissives, à des panneaux électroluminescents, à des panneaux à plasmas et surtout, depuis quelque temps, à des surfaces de cristaux liquides dont le principe avait déjà été, d'ailleurs, présenté sous une autre forme par des chercheurs précédents.

Ces cristaux liquides permettraient la réalisation de véritables modulateurs de lumière, avec une source éclairante extérieure à la surface modulée par l'image, ce qui éviterait ainsi la limitation de l'éclairage.

## UNE TRANSFORMATION REVOLUTIONNAIRE « LE DEVIATEUR DE LUMIERE »

Quels que soient les systèmes de tubes-images considérés et même s'il s'agit d'écrans plans, la déviation des pinceaux électroniques permettant la reproduction de l'image est assurée au moyen d'un système de déviation électronique, électrostatique ou électromagnétique qui seul permet d'assurer jusqu'ici les vitesses de déplacement correspondant à celles des systèmes électroniques.

Mais, en fait, la déviation déterminée par un prisme sur un faisceau lumineux dépend, on le sait, de l'indice de réfraction de la substance transparente. Dans certaines substances, cet indice varie si l'on envoie dans la masse du matériau des ondes élastiques de compression ou décompression, d'où l'idée fort ingénieuse d'utiliser ce phénomène pour obtenir le balayage du faisceau cathodique.

Ces ondes, analogues aux sons mais inaudibles, c'est-à-dire ultra-sonores, sont produites par un quartz piézo-électrique excité par un courant alternatif et le prisme est constitué par du molybdate de plomb. A la sortie du prisme on obtient un pinceau lumineux qui se déplace à la même fréquence que le courant d'excitation, et il est facile de disposer ensuite un second prisme, faisant un angle avec le premier et assurant une déviation dans une autre direction.

Cette possibilité serait très intéressante pour le balayage de télévision, puisqu'elle permettrait d'utiliser un pinceau lumineux d'une intensité aussi grande que l'on voudrait et même un faisceau de laser. L'intensité de ce rayon serait à première