

LA TV NUMÉRIQUE ARRIVE... MAIS CE N'EST PAS LA HAUTE DÉFINITION

Le numérique est depuis dix ans dans les studios et les téléviseurs. En Europe, les programmes en D2-MAC sont numérisés. Le chaînon manquant, c'est la diffusion, qui se heurte au problème de la compression du signal. La première chaîne numérique verra le jour aux Etats-Unis en 1994. Mais elle ne sera pas de haute définition ! En Europe, le tout numérique n'arrivera qu'en 1997... deux ans après la haute définition.

La mutation de la télévision vers le tout numérique est une "révolution en marche", disait J. Buchsbaum, vice-président d'ATT Bell Laboratories, le géant de l'électronique américaine. De fait, elle a commencé voilà vingt ans, et se poursuivra encore pendant vingt ans.

A l'origine, il s'agissait de mettre au point un système universel d'enregistrement des programmes utilisable par tous les studios du monde, qu'ils émettent dans le système couleur américain (NTSC), allemand (PAL) ou français (SECAM). Ainsi fut créée, en 1981, une norme internationale de codage numérique dite "4.2.2.", aujourd'hui largement utilisée. Dans les années quatre-vingts, le numérique pénétra aussi dans les téléviseurs. Aujourd'hui, tous les téléviseurs perfectionnés (au-dessus de 7 000 F en moyenne) sont numériques et permettent un traitement informatique de l'image et du son.

Dès 1985, les deux maillons extrêmes de la chaîne télévisuelle étaient numérisés. Cette même année fut réalisé, à Rennes, le premier studio au monde totalement numérique. Or, à la même date, les Japonais, très en avance dans le domaine de la TVHD (haute définition), tentèrent de faire normaliser leur standard, le MUSE, afin de se rendre maîtres d'un marché sur lequel ils n'avaient encore aucun concurrent. Les Européens firent repousser ce système (?), et mirent à l'étude un standard de télévision dite "améliorée", le D2-MAC. Celui-ci, au même balayage que le SECAM ou le PAL, soit 625 lignes/50 Hz, était destiné à servir de norme provisoire en attendant la TVHD

compatible (HD-MAC) au balayage double, 1 250 lignes/50 Hz. Cette compatibilité devait permettre aux téléviseurs du parc D2-MAC de recevoir la TVHD une ligne sur deux (donc 625 lignes), en attendant que le téléspectateur acquière un récepteur HD-MAC 1 250 lignes.

La norme D2-MAC fut conçue d'emblée en numérique à partir de la norme 4.2.2. En production de programme donc, tous les traitements D2-MAC sont numériques – notamment les effets spéciaux et les opérations de montage – ainsi que le son. Comme sur un disque compact, il est de classe haute fidélité et stéréophonique. Mais, si le son est ensuite diffusé en numérique, les signaux d'image, eux, sont reconvertis en analogique. Cette conversion ne peut être évitée pour l'instant, car il n'y a aujourd'hui aucun moyen de diffuser l'image animée sous forme numérique sur une plage de fréquences aussi étroite qu'en SECAM, en PAL ou en NTSC (soit sur 6 à 8 MHz). Or, à cause de l'encombrement de l'espace hertzien, il n'est pas possible d'émettre sur des bandes plus larges. Et cela restera impossible. Le débit d'informations est beaucoup trop grand (de l'ordre de 500 Mbits/s en télévision conventionnelle 625 lignes et 2,4 Gbits/s en TVHD 1 250 lignes).

Pour transmettre un signal numérique de télévision, il faut le comprimer fortement (voir encadré p. 115) sans compromettre la qualité de l'image, jusqu'à obtenir un débit situé entre 10 et 140 Mbits/s (selon la définition d'image souhaitée). Or, les algorithmes le permettant n'existent pas encore. Pas plus que les puces et les mémoires élec-

(1) Voir *Science & Vie* n° 861, p. 120.

troniques capables d'accepter un tel débit.

Une polémique oppose depuis des mois industriels et diffuseurs de programmes, procédant d'informations selon lesquelles les Etats-Unis disposeraient déjà d'un système complet de télévision numérique. Dans ce cas, disent non sans malignité certains diffuseurs européens, pourquoi ne pas abandonner purement et simplement le HD-MAC, en raison de son mode de transmission analogique de l'image, condamné à terme ? Pourquoi ne pas passer directement au numérique ? Lequel permettrait en outre, en combinant les signaux de plusieurs chaînes, de les faire passer dans un seul canal, et donc d'en diviser le prix proportionnellement...

La télévision numérique débutera aux Etats-Unis en 1994. Mais elle ne sera pas de haute définition. Les Etats-Unis, il faut le rappeler, ne se sont intéressés à la TVHD que bien après le Japon et l'Europe. Ce n'est en effet qu'en 1990 que la FCC (Federal Communications Commission), l'instance gouvernementale chargée de la réglementation des ondes américaines, a lancé un programme pour le choix du meilleur système "hertzien" de TVHD (2).

Il s'agissait d'une sorte d'appel d'offre en direction des diverses firmes de l'industrie électronique, afin qu'elles présentent un projet de TVHD selon un cahier des charges rigoureux : proposer une norme capable de diffuser simultanément en TVHD et en NTSC, et occupant une bande de 6 MHz. Si le programme est respecté, ce système sera soumis à des essais sur site d'avril à juin 1993. La FCC choisira

(2) C'est-à-dire transmis non par satellite ou par câble, mais par des antennes placées sur des pylônes.

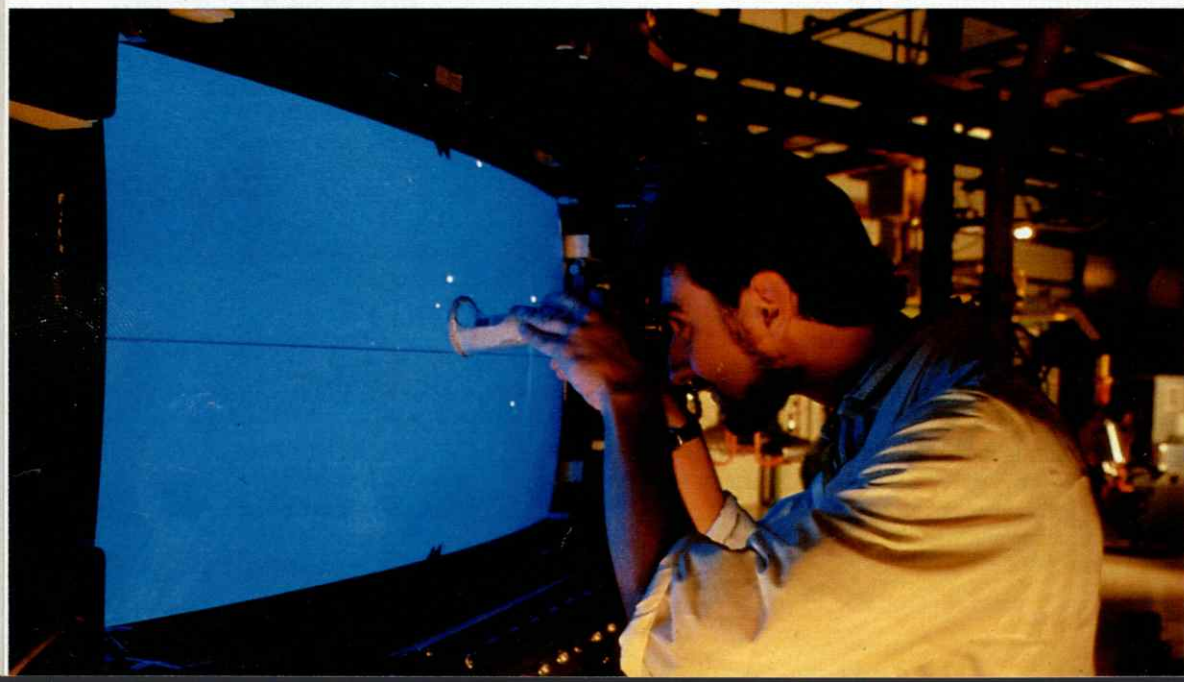
alors un standard définitif. Le plan se poursuivra jusqu'en 2008, date à laquelle toutes les diffusions en NTSC laisseront la place à la haute définition hertzienne. Qui, bien entendu, continuera d'évoluer. Mais contrairement à ce qui se passe au Japon et en Europe, où la TVHD fut d'abord conçue pour le satellite, ce plan ne concerne que la télévision hertzienne. C'est que la FCC ne peut pratiquement pas intervenir dans les domaines du satellite et du câble. Aux Etats-Unis, seule la télévision hertzienne est réglementée.

C'est ainsi que Hughes Communication a pu lancer, en dehors de toute norme, un appel d'offre pour une télévision numérique conventionnelle par satellite. Le contrat a été remporté par Thomson qui développe actuellement le système de compression numérique. Pas question non plus d'améliorer l'image et le son. Pour Hughes, il s'agit seulement d'économiser des voies de transmission en passant quatre programmes télévisés sur le même répéteur (canal) de satellite, c'est-à-dire pour le même prix.

«Le signal qu'on prend au départ, a précisé M. Prestat, le patron de Thomson Consumer Electronics, est un signal NTSC. On comprime quatre canaux au lieu d'un et à l'arrivée on a une image de qualité type NTSC. Il n'y a donc aucune amélioration du type haute définition, doublement de lignes ou numérisation du son. Bref, on ne trouve aucun des arguments utilisés pour le D2-MAC et le HD-MAC.» Ce type de télévision se développera à partir de 1994-1995, avec des qualités d'image qui dépendront des taux de compression appliqués.

Les Etats-Unis s'orientent vers une télévision numérique à deux vitesses : l'une en 525 lignes, de qualité

Les premiers tubes 16/9 1 250 lignes, destinés aux téléviseurs Thomson Space, sortent des usines.



ÉCHANTILLONNAGE ET COMPRESSION

La télévision numérique repose sur les techniques de l'ordinateur. Or, celui-ci ne peut fonctionner que par oui ou par non, selon que ses circuits laissent passer ou arrêtent le courant électrique.

Ainsi, en traduisant par 1 le passage d'un courant et par 0 son interruption, la machine va pouvoir effectuer des calculs, à condition, toutefois, de coder tous les chiffres au moyen de 0 et de 1 (les bits). Par exemple : 0000 pour 0, 0001 pour 1, 0010 pour 2, etc.

Dans une caméra vidéo (analogique), l'image est projetée par l'objectif sur un capteur tapissé de microcellules photo-électriques qui convertissent chaque intensité lumineuse en intensité électrique proportionnelle : c'est pourquoi on dit que le signal modulé est analogique.

Cette conversion se retrouve avec le numérique, mais cette fois les intensités électriques ne sont plus utilisées directement, de façon continue. Elles sont

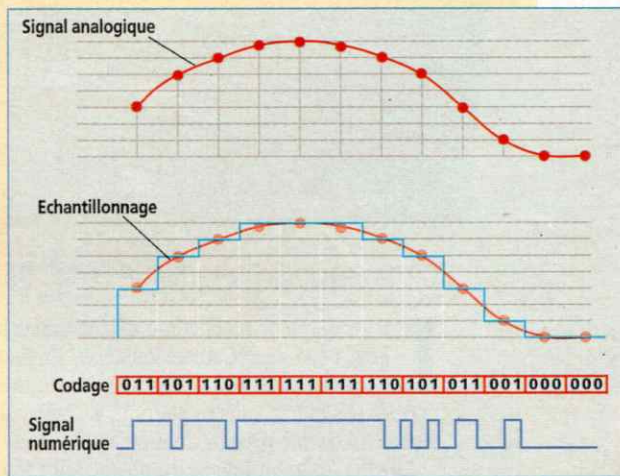
mesurées à des intervalles de temps réguliers, par exemple 100 000 fois par seconde (échantillonnage). Chacune de ces mesures, exprimée en millivolts ou en microvolts, est convertie en binaire (codage), le seul langage que connaisse l'ordinateur (*dessin ci-contre*).

La numérisation des images de télévision (25 par seconde) pose encore un problème au stade de la diffusion, à cause de l'énorme quantité d'informations (le débit) à transmettre, alors que l'espace hertzien est limité. Il est donc nécessaire de réduire ce débit (la compression) en éliminant les informations (les bits, c'est-à-dire les 0 et les 1) chaque fois qu'elles sont inutiles ou redondantes (quitte à les reconstituer dans le téléviseur).

Prenons un exemple : le plan d'un film montrant un moulin à vent dont les ailes tournent sur fond de ciel bleu. Les éléments fixes de l'image (bâtiment et ciel) sont immuables durant tout le plan. Il suffit de les trans-

mettre une seule fois (donc le temps d'un balayage de 1 250 lignes) et de les reconstituer à l'arrivée par répétition (25 fois par seconde). Quant aux ailes qui tournent, l'image est répétitive à chaque tour. Il suffit donc de transmettre le mouvement d'un tour complet et de le répéter à l'arrivée pour reconstituer le mouvement complet.

Ajoutons simplement que les techniques de compression font appel à une analyse de l'image point par point, ligne par ligne. Les algorithmes permettent de déterminer les points à éliminer dans une image (compression spatiale) ou les points à éliminer d'une image à l'autre (compression temporelle).



conventionnelle conçue pour le satellite et le câble, réalisable dans les deux ans ; l'autre, de haute définition pour les réseaux hertziens, mais qui ne verra le jour, au plus tôt, qu'en 1998.

En Europe, la voie suivie sera inverse : TVHD sur satellite à partir de 1995 et télévision numérique conventionnelle terrestre en 1998. C'est que la situation technique, économique et administrative est aussi très différente : les Etats-Unis constituent un seul Etat, même s'il est de structure fédérale, ce qui a conduit à un seul système de télévision, le NTSC. A l'inverse, l'Europe est constituée d'Etats indépendants, qui possèdent leurs propres systèmes de télévision (plusieurs systèmes PAL et SECAM). La normalisation y est de règle, y compris pour le satellite et le câble. On ne saurait envisager une déréglementation qui aboutirait à des situations inextricables à cause de la faible surface des Etats. Ainsi, quoiqu'une dizaine de projets de TV numérique 625 ou 1 250 lignes soient aujourd'hui à l'étude en France, en Allemagne, en Angleterre, en Espagne et en Norvège (une dispersion d'efforts qui procède en partie du manque de cohésion de la CEE), un seul devrait être normalisé.

Le processus est en cours. Un système de télévision numérique devrait être choisi cette année. Il sera suivi par la construction d'un prototype. La diffusion

en numérique pourrait commencer en 1997 ou 1998.

La TVHD européenne, elle, devrait débuter en 1995... mais encore sous forme compatible (HD-MAC), en conservant le mode de diffusion analogique pour l'image. Il faudra donc attendre au moins 1998 pour assister en Europe à la rencontre entre le tout numérique et la vraie haute définition. Encore les deux systèmes vont-ils continuer à cohabiter. On ne pourra pas supprimer du jour au lendemain le HD-MAC. D'autant que ses qualités resteront longtemps, paradoxalement, supérieures à celles de la TVHD tout numérique ! Il faudra des années, en effet, pour que la télévision numérique atteigne ses objectifs en matière de traitement du signal. L'échantillonnage fait que des fractions du signal sont éliminées, provoquant un fourmillement de l'image.

C'est pourquoi les industriels ont beau jeu de répondre aux diffuseurs que ce n'est l'intérêt de personne d'abandonner le HD-MAC. Pour eux, cela reviendrait en tout cas à perdre des années d'investissements et de ventes de téléviseurs.

Ce serait aussi une illusion de croire qu'un jour viendra où la télévision sera à 100 % tout numérique et haute définition. Car les téléviseurs mobiles et portables resteront, eux, en basse définition...

Roger Bellone