

N° 3247

ASSEMBLÉE NATIONALE

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

NEUVIÈME LÉGISLATURE

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale
le 18 janvier 1993.

N° 201

SÉNAT

Rattaché pour ordre au procès-verbal de la séance du 23 décembre 1992
Enregistré à la présidence du Sénat le 18 janvier 1993

**OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

RAPPORT

sur la télévision à haute définition numérique,

PAR MM. RAYMOND FORNI ET MICHEL PELCHAT,

Députés.

TOME I

CONCLUSIONS DES RAPPORTEURS

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale
par M. JEAN-YVES LE DÉAUT,
Vice-Président de l'Office.

Déposé sur le Bureau du Sénat
par M. JACQUES MOSSION,
Président de l'Office.

Sommaire

TEXTE DES SAISINES	p. 6 et 7
RÉSUMÉ	p.9 à 12
AVERTISSEMENT AU LECTEUR	p. 13 et 14
Introduction : L'impact de l'avènement du numérique sur la stratégie et les choix de l'Europe en matière de normes est difficile à apprécier, en raison de l'importance des enjeux, des aléas de la technologie et du marché	p. 15 et 16
I - UNE CERTITUDE : L'AVENIR APPARTIENT AU TOUT NUMÉRIQUE, LA QUESTION QUI SE POSE EST DE SAVOIR QUAND CELUI-CI SERA EN MESURE DE TRIOMPHER	p. 17 à 23
II - UN CONSTAT : LE D2 MAC, BIEN QU'IL SOIT PRÊT À L'EMPLOI ET MALGRÉ SES QUALITÉS NE PARVIENT PAS À S'IMPOSER AVEC LA RAPIDITÉ DONT DÉPEND SA VIABILITÉ EN TANT QUE NORME TRANSITOIRE	p. 23 à 28
III - CINQ SÉRIES DE CONCLUSIONS	
A - Il faut, en coopération avec les États-Unis, activer et mieux coordonner les recherches européennes sur le numérique, en donnant la priorité à la diffusion terrestre et à l'homogénéisation des standards	p. 28 à 33
B - Il convient de produire dès maintenant en haute définition et au format 16:9	p. 33 à 36
C - Il importe de réfléchir sans plus tarder aux changements d'attributions de fréquences que peut nécessiter ou permettre l'utilisation des nouvelles technologies	p. 36
D - Les obstacles relatifs aux composants électroniques et aux écrans plats doivent être surmontés	p. 36 à 39
E - Concernant l'avenir des normes MAC :	
1. L'utilisation du D2 MAC n'est pas incompatible avec l'activation des recherches européennes sur des systèmes de télévision entièrement numériques	p. 39
2. Dans l'intérêt même du D2 MAC et de la norme de production européenne à 1250 lignes, leur sort ne doit pas être subordonné à celui du HD MAC	p. 40 à 43
ANNEXES	p. 45 à 57
COMPTES RENDUS DE DEUX MISSIONS AUX ÉTATS-UNIS	p. 59
EXAMEN DES CONCLUSIONS DES RAPPORTEURS PAR L'OFFICE ..	p. 71 à 73
REMERCIEMENTS	p. 75

TEXTE DES SAISINES

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LIBERTÉ - ÉGALITÉ - FRATERNITÉ

ASSEMBLÉE NATIONALE

Paris, le 8 avril 1991

LE PRÉSIDENT

Monsieur le Président,

Dans sa réunion du 4 avril, le Bureau de l'Assemblée nationale, en application de l'article 6 ter de l'ordonnance du 17 novembre 1958 relative au fonctionnement des Assemblées parlementaires, a pris l'initiative de saisir l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques d'une actualisation de l'étude consacrée à la télévision haute définition.

Je vous prie, Monsieur le Président, d'agréer, l'assurance de mes meilleurs sentiments.

Laurent FABIUS

Monsieur Jean-Yves LE DÉAUT
Président de l'Office parlementaire
d'évaluation des choix
scientifiques et technologiques

SÉNAT

République Française

Commission des Finances

Paris, le 17 avril 1991

Le Président

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous indiquer que la commission des finances du Sénat a décidé, à l'initiative de M. Jean Cluzel, rapporteur spécial du budget de l'audiovisuel, et en application du paragraphe V, 2° de l'article 6ter de l'ordonnance n° 58-1100 du 17 novembre 1958 relative au fonctionnement des assemblées parlementaires, de saisir l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques d'une demande d'étude complémentaire sur les systèmes entièrement numériques de télévision haute définition.

Il s'agirait, dans le cadre de l'étude confiée à MM. Michel Pelchat et Raymond Forni, de recueillir des informations sur les travaux menés par le Professeur Négroponce du Massachusetts Institute of Technology, de faire le Point sur l'état des technologies "tout numérique" et d'évaluer les conséquences du développement de cette technologie sur la stratégie retenue par la Communauté européenne dans le domaine de la télévision haute définition.

En vous demandant de bien vouloir me faire connaître les suites que vous donnerez à cette demande, je vous prie de croire, Monsieur le Président, à l'assurance de mes sentiments les meilleurs.

Christian Poncelet

Monsieur Jean-Yves LE DÉAUT
Député
Président de l'Office parlementaire
d'évaluation des choix scientifiques
et technologiques
Assemblée nationale
126, rue de l'Université
75355 Paris

RÉSUMÉ DU RAPPORT

Le rapport de MM. FORNI et PELCHAT tend à apprécier dans quelle mesure les perspectives de mise en oeuvre aux États-Unis de systèmes de T.V.H.D. entièrement numériques peuvent remettre en cause la stratégie et les choix de l'Europe dans ce domaine.

Il s'agit de l'actualisation d'une précédente étude de l'Office, publiée en 1989, dans laquelle les rapporteurs s'étaient déjà interrogé sur le tout numérique, sans prévoir toutefois la rapidité des évolutions qui se sont produites en ce qui concerne la compression à la source des débits de données à transmettre et l'introduction en Europe du nouveau format 16:9.

Les conclusions de MM. FORNI et PELCHAT sont fondées sur une certitude et un constat :

- la certitude est que l'avenir appartient au tout numérique mais que la question qui se pose est de savoir quand est-ce que celui-ci sera en mesure de triompher ;

- le constat est que le D₂ MAC, bien qu'il soit prêt à l'emploi, et malgré ses qualités ne parvient pas à s'imposer avec la rapidité dont dépend sa viabilité en tant que norme transitoire.

Les avantages du numérique (souplesse d'utilisation, préservation de la qualité de l'image...) ont conduit à généraliser son emploi au niveau de la production et du traitement d'image dans le récepteur. Les obstacles à son utilisation au niveau de la transmission (importance du flux de données à transmettre, protection contre les perturbations, évanouissement du signal au-delà d'une certaine distance...) sont en voie d'être surmontés plus rapidement qu'on aurait pu le penser.

Mais tous les problèmes ne sont pas pour autant réglés. Il subsiste notamment :

- des difficultés technologiques (mise au point d'écrans plats, optimisation -en diffusion terrestre- du compromis entre la qualité de l'image, la zone de couverture, et la dimension des canaux) ;

- des aléas commerciaux (du fait, notamment, du coût des composants).

En tout état de cause, le NTSC ne disparaîtra pas avant 2008 aux Etats-Unis.

Il importe, par ailleurs, de ne pas confondre les systèmes vraiment tout numériques de télévision avancée, qui ne seront pas exploités avant une dizaine d'années en diffusion terrestre, avec la transmission numérique par satellite de signaux conventionnels qui peut être mise en oeuvre beaucoup plus rapidement (dans les deux années qui viennent).

Dans ce dernier cas l'objectif visé est non pas l'amélioration de la qualité de l'image mais la multiplication, grâce à la compression numérique, du nombre des programmes transmis par un répéteur de satellite et reçus par des récepteurs conventionnels (NTSC, PAL, SECAM).

Dans ce contexte, le D₂ MAC conserve plus d'une corde à son arc.

Le rapport de l'Office de 1989 soulignait déjà plusieurs de ses atouts (compatibilité avec la norme de production numérique 4:2:2, son stéréo, possibilités de diffusion multilingue, amélioration de l'image...).

Aujourd'hui, d'autres de ses avantages méritent d'être mis en avant (facilité de cryptage...) et notamment le fait qu'il s'agit actuellement du seul moyen disponible de diffusion au format 16:9.

Mais personne ne peut obliger les diffuseurs et les producteurs européens à utiliser cette norme et ce format. Tout au plus peut-on les y inciter.

Le problème qui se trouve posé aujourd'hui est donc celui du financement des mesures d'incitation nécessaires.

L'enjeu est d'importance ; il s'agit :

- de la rentabilisation des investissements considérables effectués,

- de la situation de notre industrie électronique,

- de l'application de la directive européenne de mai 1992,

- enfin, de l'avenir de la norme de cryptage européenne ouverte "Eurocrypt" face aux systèmes propriétaires "Syster" (Canal +) et vidéocrypt (Bsky B).

MM. FORNI et PELCHAT sont parvenus au terme de leur analyse, à cinq séries de conclusions :

1- Il faut, en coopération avec les Etats-Unis activer et mieux coordonner les recherches européennes sur le numérique, en donnant la priorité à la diffusion terrestre et à l'homogénéisation des standards.

- coopération avec les Etats-Unis pour mettre en commun leurs points forts (composants VLSI...) et les nôtres (techniques de modulation multiporteuses et monofréquences...);

- priorité au terrestre, sans pour autant négliger le satellite (et notamment la compression des signaux conventionnels) parce que c'est ce qui bouscule le moins notre stratégie et parce qu'il s'agit en même temps du mode de transmission où il y a le plus d'avantages à attendre du numérique (du fait de l'encombrement des fréquences...).

2- Il convient de produire dès maintenant en haute définition et au format 16:9.

3- Il importe de réfléchir, sans plus tarder, aux changements d'attributions de fréquences que peut nécessiter ou permettre l'utilisation des nouvelles technologies (consommation de fréquences pour les liaisons avec ou entre les mobiles, libération de fréquences au sol grâce à la télédiffusion par satellite...).

4- Les obstacles au développement de la TVHD relatifs aux composants (écran plat, semi-conducteurs...) doivent être surmontés.

5- Enfin, concernant l'avenir des normes MAC :

- L'utilisation du D₂ MAC n'est pas incompatible avec l'activation des recherches européennes sur des systèmes de télévision entièrement numériques : les deux types de norme peuvent se succéder dans le temps. Le D₂ MAC peut coexister avec des systèmes de compression et de transmission numériques de signaux conventionnels (PAL, SECAM, NTSC), qui visent une qualité d'image de niveau inférieur ;

- Dans l'intérêt même du D₂ MAC et de la norme de production européenne à 1250 lignes, leur sort ne doit pas être subordonné à celui, beaucoup plus incertain, du HD MAC.

Quelle que soit, en effet la future norme de diffusion haute définition européenne, les stocks de programmes produits en 1250 lignes et 50 hertz pourront être écoulés.

En outre, il ne faut pas s'acharner à vouloir démontrer la compatibilité du HD MAC avec le D₂ MAC, puisque celle-ci n'est pas parfaitement maîtrisée. Cela revient à faire la promotion d'une norme qui n'existe pas encore (le HD MAC) au détriment de celle d'équipements disponibles sur le marché (récepteurs 16:9 à décodeurs D₂ MAC).

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

L'étude publiée par l'Office, en juillet 1989 ¹, s'efforçait de présenter, sous une forme aussi vulgarisée que possible, toutes les données du problème du choix de normes de télévision à haute définition.

Le problème de la numérisation des technologies audiovisuelles s'y trouvait notamment déjà posé.

Aussi est-il conseillé au lecteur insuffisamment averti de ces questions de s'y reporter d'abord.

Le présent rapport n'a pas, en effet, l'ambition de constituer un énième document d'information sur un sujet qui a déjà fait l'objet d'une abondante littérature.

Il tend seulement à apprécier en quoi les précédentes conclusions de l'Office peuvent se trouver modifiées par les perspectives de mise en oeuvre outre-Atlantique de systèmes de télévision à haute définition entièrement numérique.

C'est volontairement que les rapporteurs se sont abstenus de hasarder le moindre pronostic en ce qui concerne l'issue de la compétition en cours aux États-Unis pour la sélection d'une norme de diffusion hertzienne terrestre de télévision avancée.

Il leur apparaît, en effet, d'une part, que les performances des différents protagonistes sont assez proches, d'autre part, qu'un panachage entre leurs diverses propositions n'est pas exclus, enfin, que la décision finale pourrait être influencée par des facteurs autres que technologiques, notamment politiques ou juridiques.

À l'intention de ceux qui voudraient en savoir plus sur les caractéristiques techniques des quatre systèmes américains en lice, et sur les recherches menées en Europe au sujet de la télévision numérique, l'Office a décidé de publier les deux expertises qu'il a commandées sur ces questions².

À bien des égards cependant, le rapport publié par l'Office en 1989, demeure actuel aujourd'hui.

1. La télévision à haute définition - Assemblée nationale N° 752 (9e législature) - Sénat N° 373 (1988-1989) publiée également aux éditions Economica.
2. Rapports du professeur KUNT de l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) et du CCETT (Centre Commun d'Études de Télédiffusion et de Télécommunications).

Deux principales évolutions se sont cependant produites depuis lors :

- Les progrès rapides des algorithmes de codage de source à réduction de débit qui ont permis de lever l'un des principaux obstacles à la transmission numérique, qui était celui de la surabondance de données à diffuser.

- La promotion précoce du nouveau format 16:9 auquel il a été décidé de lier désormais le sort de la norme européenne transitoire D2 MAC.

Ce sont ces évolutions qui ont justifié, notamment, la nouvelle saisine de l'Office et les conclusions qui suivent.

INTRODUCTION

Mesdames, Messieurs,

Au mois d'avril de l'année dernière, le Bureau de l'Assemblée nationale, puis la commission des Finances du Sénat nous ont demandé d'actualiser le rapport sur la télévision à haute définition que nous avons publié en juillet 1989.

L'objet de cette actualisation était essentiellement de vérifier si les choix de normes et la stratégie de l'Europe - que nous avons approuvés dans notre rapport - ne se trouvaient pas remis en cause par l'option des Etats-Unis en faveur de systèmes de télévision à transmission numérique.

La réponse à cette question est délicate pour plusieurs raisons.

La première raison est l'importance des sommes investies par l'Europe dans le développement de la filière MAC et le caractère crucial des enjeux de la télévision à haute définition, d'abord pour l'avenir de notre industrie électronique, à la fois dans les secteurs grand public et composants, et aussi sur le plan culturel.

La deuxième raison est qu'une offre quelle qu'elle soit de nouvelles technologies ne dépend pas seulement des qualités de ces technologies et de la disponibilité des équipements correspondants. Elle doit satisfaire aux conditions du marché. Dans le cas de la télévision, l'utilisation de nouvelles normes est ainsi liée à la motivation et au pouvoir d'achat des téléspectateurs, à l'anticipation qui en est faite par les producteurs et les diffuseurs et à leurs capacités d'investissements. Enfin, il convient d'organiser au mieux la transition entre les anciennes et les nouvelles normes. En effet, le financement d'émissions aux nouvelles normes implique que celles-ci puissent être reçues, au moins provisoirement, sur les récepteurs déjà installés, même en ce qui concerne les chaînes à péage.

La deuxième remarque liminaire qui paraît devoir être faite est qu'une technologie n'est jamais ni définitive, ni une fin en soi.

On ne peut pas ainsi reprocher au D2 MAC d'être une norme transitoire, la norme de diffusion numérique qui suivra sera elle aussi perfectible, donc provisoire.

Ce qui importe, en définitive, c'est de répondre à l'attente du téléspectateur en matière d'offre de programmes et de qualité de réception. La norme de diffusion n'est qu'un moyen. La question du numérique ne mérite donc pas de susciter le déclenchement d'une

guerre de religion entre, d'un côté les esprits éclairés et progressistes, adeptes du tout numérique, et de l'autre, les tenants obscurantistes et attardés de l'analogique. Le marché n'a que faire de ces querelles d'experts. Il faut raisonner de façon pragmatique, en tenant compte non seulement de ce que l'on nous promet, mais aussi de ce qui existe, des enjeux industriels et de la situation financière des Etats et des autres acteurs du monde audiovisuel.

Dans le contexte troublé et difficile qui est celui de l'électronique et de la télévision en Europe, vos rapporteurs entendent baser leur conclusion sur une certitude et un constat :

La certitude est que l'avenir appartient au tout numérique mais que la question qui se pose est de savoir quand est-ce que celui-ci sera en état de triompher.

Le constat est qu'en attendant, le D2 MAC, bien qu'il soit prêt à l'emploi et malgré ses qualités, ne parvient pas à s'imposer avec la rapidité dont dépend sa viabilité en tant que norme transitoire.

I - L'AVENIR APPARTIENT SÛREMENT AU TOUT NUMÉRIQUE MAIS À QUELLES ÉCHÉANCES ?

A - L'AVENIR APPARTIENT AU TOUT NUMÉRIQUE

C'était déjà notre constat en 1989 et tout le monde dès cette époque s'accordait à le reconnaître.

Que faut-il entendre par "tout numérique" ?

Il convient tout d'abord de rappeler qu'en tout état de cause l'image captée au départ par la caméra et restituée finalement au téléspectateur est et demeurera "analogique", c'est-à-dire conforme à la perception visuelle humaine.

La numérisation consiste à décomposer un signal initialement analogique, représentatif d'un phénomène physique, optique ou électrique, en un certain nombre d'échantillons mesurés selon des valeurs qui sont traduites en langage codé binaire.

L'avantage du numérique est sa souplesse d'utilisation et aussi son aptitude à préserver la qualité du signal à la reproduction et à la transmission.

Il est possible en effet de faire subir toutes sortes de traitements aux échantillons représentatifs de l'image et du son, et en particulier de les comprimer, ou de leur rajouter des éléments d'assistance au décodage ou de correction d'erreurs de transmission.

Le numérique facilite ainsi le multiplexage des données, ce qui permet d'envisager des modes de transport "multirésolution" ou "multimédia" ¹.

Autrement dit, il est possible de transmettre simultanément, en les mélangeant, des données correspondant à plusieurs niveaux de définition de l'image ou à plusieurs types d'information (télévision, téléphone, réseaux informatiques).

Les qualités du numérique ont conduit à l'imposer d'ores et déjà au niveau de la production (où il facilite notamment les effets spéciaux) et du traitement de l'image dans le récepteur.

1. Il ne faut pas cependant sous-estimer les difficultés à surmonter pour atteindre cet objectif (voir observations p. 30 en ce qui concerne le codage multirésolution hiérarchique). Pour ce qui est ainsi du transport multimédia, M. NETRAVALI, ingénieur chez ATT, a insisté, lorsque nous l'avons rencontré, en février 1992, sur la complexité du codage et de la protection des signaux, proposés par le MPEG (Motion Picture Engineering Group).

Le dernier maillon de la chaîne télévisuelle qui soit resté analogique était la transmission.

Pourquoi ?

Essentiellement pour deux raisons :

- La première tient à ce que le débit de données numérisées à transmettre est particulièrement important dans le cas de la télévision, surtout en haute définition (beaucoup plus que pour le téléphone ou les terminaux de réseaux informatiques par exemple).

- Le deuxième problème provient du fait que si la transmission numérique permet normalement de préserver la qualité initiale du signal, elle est soumise cependant à la loi du "tout ou rien".

Alors qu'en analogique la dégradation de la qualité du signal transmis est progressive, en numérique on est soumis à un effet seuil qui fait que le signal passe ou ne passe pas. En outre, la transmission numérique par voie hertzienne terrestre est assez sensible aux perturbations.

Néanmoins, l'Europe a négligé jusqu'ici la voie pourtant a priori la plus facile de la transmission numérique par satellite alors que les Etats-Unis semblent avoir choisi la difficulté, en privilégiant la transmission numérique terrestre. Il y a là apparemment un double paradoxe, mais qui s'explique par une différence de contexte entre les deux continents, tant au niveau des contraintes en matière de fréquences que de la situation des diffuseurs ainsi que par le progrès des techniques.

Le progrès des techniques laisse supposer, notamment, que les deux obstacles à la transmission numérique de la télévision que nous venons d'évoquer pourront être surmontés plus rapidement qu'on aurait pu le penser.

Les progrès de l'informatique et des circuits intégrés ont permis, en effet, de concevoir et de mettre en oeuvre des algorithmes de codage de source à réduction de débit très performants.

Il s'agit de jouer sur les redondances dans le temps et dans l'espace des éléments représentatifs de l'image afin de réduire considérablement le débit des données à diffuser ¹.

1. La transmission numérique d'un signal de TVHD non compressé nécessiterait 1 Gigabit/s environ ! Celle d'un signal HD MAC 330 Mbits/s (débit ramené à 140 Mbits ou 70 Mbits selon les technologies de compression développées dans le cadre du programme Euréka 256). Actuellement, des débits de 40 Mbits sont envisagés pour la transmission par un répéteur de satellite, 20 à 30 Mbits pour la diffusion terrestre en Europe.

On profite ainsi des imperfections de la perception visuelle humaine et de l'inaptitude de l'oeil à déceler certains changements ou certains détails en s'abstenant délibérément de les transmettre et en reconstituant, par déduction, certaines parties manquantes de l'image. L'ingénieur devient ainsi, en quelque sorte, prestidigitateur.

En même temps que l'on sait donc ainsi mieux comprimer à la source le débit des données concernant l'image, on les transmet aussi plus efficacement.

Il existe en effet des techniques de détection et de protection contre les erreurs de transmissions. D'autre part les différents procédés de modulation du signal utilisés cherchent à maximiser le nombre de bits transportés en un temps donné dans les limites de bande passante imparties.

B - DES ÉCHÉANCES INCERTAINES

Les progrès du numérique sont rapides mais des incertitudes subsistent en ce qui concerne les délais dans lesquels celui-ci parviendra à triompher.

La victoire définitive du numérique sur l'analogique dépend en effet de nombreux facteurs, qui sont autant d'aléas ; il est très important d'effectuer d'emblée certaines distinctions : distinction entre les différents types de systèmes numériques tout d'abord, distinction ensuite entre les différents supports de diffusion (satellite, câble, émetteurs de terre), distinction entre le stade du laboratoire et celui de l'industrialisation des équipements, distinction enfin entre succès technologique et succès commercial.

Tous ces éléments influent notamment, nous y reviendrons, sur l'espérance de vie et donc la viabilité d'éventuelles normes intermédiaires.

Il ne faut pas confondre tout d'abord la transmission numérique de signaux analogiques avec l'existence de systèmes vraiment tout numériques.

Dans le premier cas, l'objectif visé est la multiplication des programmes qu'il est possible de transmettre par l'intermédiaire d'un transpondeur de satellite. Le signal analogique initial (NTSC, PAL ou SECAM) est converti en signal numérique, ce qui permet de le comprimer, il est reconverti à son arrivée à la tête d'un réseau câblé - ou en réception directe chez un particulier - de façon à pouvoir être capté par un récepteur conventionnel.

Dans le deuxième cas, le signal émis à l'origine est numérique et ne peut être reçu que par un nouveau récepteur spécialement adapté. La qualité de l'image peut alors seulement être améliorée.

Le premier type de système numérique, de qualité limitée, pourra commencer à être exploité d'ici deux ans. General Instrument, aux Etats-Unis, fabrique déjà les équipements correspondants ¹.

Le numérique de qualité améliorée, lui, risque de ne pas démarrer vraiment aux Etats-Unis, du moins en ce qui concerne la diffusion hertzienne terrestre, avant le début du siècle prochain. La décision que doit prendre la FCC en juin 1993 au vu des résultats des tests en cours risque en effet d'être reportée par la nouvelle administration démocrate. Cette décision pourrait en outre déboucher non sur la sélection d'un des concurrents mais sur une coopération entre plusieurs voire la totalité d'entre eux, ce qui nécessiterait des délais supplémentaires. Enfin la durée qui s'écoule entre la conception d'un système et sa mise en oeuvre avoisine généralement la dizaine d'années, mais ceci est une vérité d'expérience et non une vérité absolue. Les Américains, notamment, ne commettront pas nécessairement les mêmes erreurs que celles que nous avons accumulées et qui nous ont fait perdre un temps si précieux pour le développement et l'exploitation du D2 MAC !

Il ne faut donc pas mélanger les différents systèmes numériques. Il convient de ne pas confondre non plus leurs modes de diffusion respectifs !

Le numérique comprimé de qualité médiocre a intéressé d'abord, aux Etats-Unis, les cablo-opérateurs.

Les décisions de la FCC, elles, concernent le choix d'une norme numérique pour la diffusion hertzienne terrestre.

En attendant, Hugues Communication, associé à Thomson, dans le cadre du projet de télédiffusion directe par satellite "Direct TV", pourrait prendre de vitesse ses concurrents en transmettant, dès 1994, des programmes reçus sur de nouveaux téléviseurs 16 : 9 avec une qualité supérieure à celle des émissions NTSC terrestres actuelles².

1. Leur coût semble cependant actuellement très élevé pour la réception directe par un particulier (2 000 \$). Mais les prix de gros pourraient être abaissés à 500 \$ à la mi-1994.
2. Le prix de vente au particulier de l'ensemble des équipements de réception (décodeur + antenne) serait de 700 \$. Il est difficile de comparer ce chiffre, qui correspond à un prix de détail antenne incluse, à celui avancé, précédemment pour la vente en gros des décodeurs de General Instrument (500 \$).

Le passage au tout numérique pose donc le problème d'un arbitrage entre la quantité de canaux offerte (canaux qu'il faut pouvoir alimenter par des programmes !) et la qualité de l'image. Nous comparions précédemment l'ingénieur à un prestidigitateur mais l'illusionnisme a ses limites. La compression des débits que nécessite le passage dans les limites de 6 MHz des canaux terrestres américains fait ainsi prédire par certains que l'image reçue aux Etats-Unis ne correspondra pas à une vraie haute définition¹. La diffusion directe par satellite permet d'échapper à ces contraintes.

Sur le chemin qui sépare la conception et l'expérimentation d'un système de TVHD de son développement et de son industrialisation, subsiste de toute façon un obstacle majeur : celui de l'écran plat de surface suffisante, seule alternative au tube cathodique au poids et à la profondeur rédhibitoires ! Ceci, il est vrai, concerne aussi bien l'analogique que le numérique.

Quand bien même ce problème serait résolu plus rapidement que prévu, le succès technologique n'entraîne pas nécessairement le succès commercial.

Le numérique a de très nombreuses qualités mais il a l'inconvénient de nécessiter des composants complexes qui coûtent cher, les mémoires notamment² dont l'offre commerciale dans le monde est à l'heure actuelle pratiquement monopolisée par les Japonais.

Sans doute la production en grande série des circuits intégrés nécessaires permettra-t-elle d'en faire baisser le prix. Sans doute aussi ces circuits ne représentent-ils pas l'essentiel du prix de revient d'un récepteur constitué par le tube cathodique et le transformateur de fréquences. Certes enfin, les algorithmes de codage peuvent être conçus de façon dissymétrique, afin que les éléments les plus complexes soient placés à la source de l'émission et non à sa réception. Il n'en demeure pas moins que le téléspectateur moyen est très sensible au prix d'achat d'un téléviseur, donc à tout ce qui pourrait l'alourdir, ne serait-ce que de façon marginale.

D'autre part, il doit être souligné que si les futurs récepteurs américains (dotés de nouvelles antennes) seront vraisemblablement conçus de façon à pouvoir capter les émissions analogiques qui subsisteront transitoirement, l'inverse ne sera vraisemblablement pas

1. Les débits transmis varient de 10,76 à 26,43 Mbits. Or, beaucoup de spécialistes considèrent en Europe que la transmission numérique d'une image de qualité équivalente au HD-MAC nécessite de 30 à 40 Mbits minimum.

Les performances en bits par pixel (0,40) des systèmes de compression américains se rapprochent de celles visées pour une qualité d'image PAL dans le cadre du programme communautaire VADIS.

Nos experts du CCETT en déduisent que l'objectif visé aux Etats-Unis correspond à une extrapolation au standard haute définition d'une qualité d'image légèrement supérieure à celle du NTSC (juxtaposition de quatre images NTSC améliorées sur un écran quatre fois plus grand).

2. Voir annexe N° 5.

possible. Autrement dit, il paraît peu probable qu'un récepteur conventionnel actuel puisse être équipé d'une boîte noire lui permettant de recevoir des programmes transmis numériquement¹.

Le "simulcast" - c'est-à-dire la diffusion simultanée des mêmes programmes aux anciennes et aux nouvelles normes - permettra de pallier cet inconvénient mais il faudra le financer.

La FCC envisage aux Etats-Unis, pays réputé libéral, s'il en est, de retirer leur licence aux diffuseurs terrestres qui ne seraient pas en mesure de passer au tout numérique exclusif à l'issue d'une période transitoire. Cette perspective commence à faire grincer quelques dents outre Atlantique. Imaginerait-on une mesure aussi contraignante en Europe ?

Un environnement réglementaire favorable est certes une condition nécessaire au succès d'une nouvelle norme mais est-ce une condition suffisante ? Nul ne peut contraindre les téléspectateurs, les producteurs et les diffuseurs à acquérir les équipements correspondants. Tout au plus, peut-on les y inciter.

Enfin, l'absence de décision normative ou l'incompatibilité entre les différents réseaux de diffusion de la télévision peut être le pire de tous les maux. Les Etats-Unis et l'Europe sont confrontés à ce danger. Les Etats-Unis, parce que la diffusion directe par satellite y est actuellement complètement déréglementée, l'Europe, où coexistent Eurocrypt, Videocrypt et Syster et où le problème de la compatibilité entre Eurocrypt, qui vient d'être normalisée, et l'accès à de futurs réseaux de télévision numérique à péage risque de se poser.

L'affrontement entre plusieurs standards auxquels correspondraient des systèmes de cryptage fermés, l'intégration entre le "soft" (la fabrication de programmes) et le "hard" (celle des équipements) qui risqueraient de s'ensuivre s'effectueraient au détriment du téléspectateur et pourraient freiner l'avènement des nouvelles technologies. On se trouverait dans la situation qui prévaut actuellement en ce qui concerne les micro-ordinateurs. Si d'aventure un standard s'imposait de facto par rapport aux autres, ce ne serait pas nécessairement le meilleur techniquement, et beaucoup d'énergie, de temps et d'argent auraient été gaspillés.

Si l'avenir appartient donc incontestablement au tout numérique, des incertitudes de délais subsistent ce qui doit inciter à faire preuve de prudence et de circonspection. Les discours simplistes du style "digital is beautiful" ne sauraient être retenus.

1. La situation est différente en Europe, du fait de l'existence de prises de type PERITEL, mais la mise au point d'une boîte noire capable non seulement de démoduler un signal numérique et de le convertir en analogique mais aussi de réduire une image à 1250 lignes en une image 625 lignes n'est pas du tout évidente ! Son prix risque donc d'être élevé.

La question de l'utilisation du D2 MAC continue, dans ces conditions, à mériter d'être posée.

II - FORCE EST DE CONSTATER QUE LE D2 MAC, BIEN QU'IL SOIT PRÊT À L'EMPLOI ET MALGRÉ SES QUALITÉS, NE PARVIENT PAS À S'IMPOSER AVEC LA RAPIDITÉ DONT DÉPEND SA VIABILITÉ EN TANT QUE NORME TRANSITOIRE.

Le D2 MAC est enfin prêt à l'emploi. Cela a été long et difficile, notamment pour la réalisation des circuits des décodeurs, la prise des décisions relatives au cryptage et la détermination des spécifications concernant les émissions sur les réseaux câblés. Mais le fait est là : le D2 MAC a le mérite d'exister.

Ses qualités sont évidentes, nous n'insisterons pas sur l'accroissement qu'il permet de la qualité de l'image et du son, sur lequel nous avons déjà mis l'accent dans notre rapport de 1989.

Nous soulignerons, en revanche, comme nous l'avions déjà fait dans ce même rapport, que le D2 MAC représente un progrès sur la voie de la numérisation croissante des systèmes de télévision. C'est une norme de diffusion compatible avec la norme de production numérique mondiale 4 : 2 : 2. Le son stéréophonique est transmis numériquement. Le D2 MAC a permis à l'Europe d'aller ensuite plus loin, avec le HD-MAC, dans lequel les signaux d'assistance au décodage sont transmis numériquement et qui utilise un échantillonnage de l'image et une compensation de mouvement préfigurant ceux des systèmes numériques testés aux Etats-Unis. Les signaux vidéo du HD MAC qui continuent d'être transmis de façon analogique sont, par ailleurs, comprimés numériquement au préalable. Il ne faut pas l'oublier !

Le D2 MAC est, en outre, le seul vecteur actuel de diffusion d'émissions au format 16 : 9 que tout le monde considère comme le format de l'avenir. Il se prête au cryptage et c'est sur sa base qu'a été élaborée la norme ouverte Eurocrypt qui vient d'être homologuée par l'organisme européen ayant autorité en la matière : le CENELEC.

Avec les perspectives d'avènement de systèmes entièrement numériques à l'aube du XXI^e siècle, les jours du D2 MAC, en tant que

norme de transition, sont cependant comptés et le temps joue contre lui.

Pourtant, malgré ses atouts que nous venons de rappeler, cette norme n'est pas parvenue à s'imposer avec la rapidité dont dépendait sa viabilité.

Alors que le D2 MAC aurait dû constituer un facteur d'intégration de l'industrie et de l'audiovisuel européen, il apparaît aujourd'hui comme un élément de division.

Les raisons en sont multiples :

- en toile de fond, on trouve, tout d'abord, les divergences d'intérêt entre les États européens qui ont encore une industrie électronique grand public et ceux qui n'en ont plus. On trouve ensuite l'impécuniosité chronique¹ de la majorité des diffuseurs européens, en tout cas des chaînes publiques, qui explique leur réticence vis-à-vis de tout nouvel investissement. On rencontre enfin l'absence d'une industrie de programmes européenne capable de réaliser des productions audiovisuelles susceptibles de valoriser le D2 MAC ;

- à ces raisons de fond, se sont ajoutées des raisons circonstancielles : absence de synchronisation entre le lancement de TDF, et la disponibilité des décodeurs et des systèmes de cryptage correspondants. Manque de coordination - déjà évoqué - entre le "hard" et le "soft". Concurrence d'émissions conventionnelles en PAL-SECAM diffusées par certains satellites, et notamment par ASTRA.

- enfin, les carences communautaires ont été patentées : il a fallu 6 ans pour étendre aux satellites géostationnaires de télécommunications l'obligation d'utilisation des normes MAC imposée aux satellites de radiodiffusion ! Encore cette prescription ne rentrera-t-elle en vigueur qu'à partir de 1995 ! C'est en 1992 seulement qu'a été rendue obligatoire dans l'ensemble des pays de la Communauté l'équivalent de la prise péritel française. Ce retard apparaît comme particulièrement regrettable.

¹ À l'exception notable en France de Canal +. Mais M. ROUSSELET, comme M. MURDOCH, n'ont aucun intérêt à promouvoir, via le D2 MAC, la norme de cryptage ouverte EUROCRYPT, rivale de leurs systèmes propriétaires SYSTER et VIDEOCRYPT.

LA TOUR DE BABEL DE L'AUDIOVISUEL EUROPÉEN

Lorsque nous avons publié notre rapport, en 1989, le D2 MAC par ses possibilités de diffusion multilingue de programmes (doublés ou sous-titrés), apparaissait comme le moyen de créer enfin un véritable marché audiovisuel européen.

Ainsi pouvait être envisagé un regroupement des producteurs et diffuseurs européens susceptible de remédier au déséquilibre global entre l'offre et la demande de programmes en Europe (par un cercle vertueux amorcé par l'accroissement de l'audience, donc des possibilités d'amortissement, donc des budgets de création d'oeuvres audiovisuelles...).

Plus personne n'évoque hélas aujourd'hui ces perspectives qui paraissent relever de l'utopie.

Peut-on «réussir l'audiovisuel en France», (thème d'un récent et fort intéressant colloque organisé par le député Bernard SCHREINER) sans réussir l'audiovisuel européen ?

- N'est-il pas inéluctable de perdre de l'argent dans l'audiovisuel (question posée au cours du colloque précité), si on ne parvient pas à créer un marché européen de l'audiovisuel ?

Les participants à une autre réunion organisée au Sénat, en septembre 1992, par l'Institut Multimedia des auteurs, producteurs et diffuseurs européens, déploraient de leur côté :

- l'insuffisance des coproductions européennes ;
- l'inexistence d'une réelle fiction télé européenne ;
- le manque de scénarios et d'auteurs.

Très peu de fictions dépassent leurs frontières natales et il paraît très difficile d'intéresser aux mêmes programmes les téléspectateurs des différents pays.

Les budgets de création des chaînes de télévision européennes sont dérisoires en comparaison de ceux des principaux "networks" américains.

Concernant plus particulièrement le financement de l'audiovisuel en France, les modalités de perception de la redevance semblent particulièrement aberrantes (exonérations correspondant à un manque à gagner de 2,5 milliards en 1992, coûts de recouvrement élevés, fraude importante...).

Des réformes permettraient de renforcer le soutien financier à la promotion des nouvelles normes de production et de diffusion.

On pourrait envisager, par exemple, le recouvrement de la redevance sous la forme d'un supplément de taxe d'habitation dont seraient seules exonérées les personnes déclarant sur l'honneur ne pas posséder un téléviseur.

En effet, l'impossibilité de raccorder actuellement un décodeur D2 MAC à la totalité des téléviseurs allemands installés fournit, par exemple, un argument aux partisans du PAL plus¹.

De nombreux vides juridiques subsistent par ailleurs, tant en ce qui concerne la diffusion transfrontière que les droits d'exploitation des longs métrages de qualité ou des productions vidéo en haute définition.

Conçu pour le satellite et le câble, le D2 MAC se prête cependant aussi à une diffusion par voie hertzienne terrestre. Il va de soi que l'utilisation de cette norme, sur un ou plusieurs canaux de transmission terrestres (la question s'est posée pour le réseau de la Cinq), avec l'approbation des autorités communautaires, n'aurait pu qu'en faciliter la promotion.

Mais n'est-il pas déjà trop tard pour se lancer dans cette voie ?

Toutes ces raisons font que l'avenir du D2 MAC apparaît désormais compromis parce qu'il a été mal, et surtout, trop lentement promu².

Il était déjà difficile d'expliquer au public l'idée d'une évolution progressive et compatible vers la télévision haute définition en plusieurs étapes. Les propos tenus sur l'arrivée du numérique et l'introduction du nouveau format 16 : 9 ont porté la confusion à son comble. Le désarroi des consommateurs alimente l'attentisme des producteurs et diffuseurs. Or, c'est d'eux que dépend désormais le succès de la norme.

Vous savez, mes chers collègues, que l'application de la directive de Bruxelles du 11 mai 1992 sur la télédiffusion par satellite repose sur l'exécution d'un plan d'action communautaire, proposé par la commission, et sur la conclusion d'un protocole d'accord entre tous les intéressés, industriels, producteurs et diffuseurs.

Cet ensemble de mesures d'accompagnement de la directive tend à promouvoir une offre de programmes susceptibles de valoriser les normes de diffusion MAC et le nouveau format 16 : 9.

Mais le problème qui se trouve désormais posé est celui du financement de ces opérations.

1. Le système PAL Plus consiste, par un étirage à la fois horizontal et vertical ("zoomage"), à faire occuper la pleine surface d'un écran 16:9 par une image émise au départ en 4:3 "letter box" au prix d'une dégradation de sa qualité (écartement des lignes, réduction de la densité des points, donc de la finesse du grain).
En outre, les circuits intégrés nécessaires à ces opérations (pour l'assistance au décodage qu'elles supposent) seront nécessairement complexes et coûteux.
En tout état de cause, le PAL Plus ne sera vraisemblablement pas opérationnel avant 1995-1996.
2. Voir annexe N° 1 : Les ratés de la promotion du D2 MAC.

En effet, comme vous l'avez lu dans la presse, le représentant de la Grande-Bretagne a fait échouer l'accord sur la ventilation des crédits du plan d'action auquel était parvenu le conseil des Ministres européens des télécommunications, en prétextant qu'il était impossible d'adopter des mesures dont le financement n'était pas encore garanti.

De fait, en espérant que cette grille de répartition ne sera pas remise en cause par la suite, il faudra encore attendre les conclusions du Sommet d'Edimbourg des 11 et 12 décembre prochain, sur les orientations du budget communautaire, pour connaître le montant de l'enveloppe qui sera consacrée au financement du plan d'action.

L'avenir du D2 MAC paraît donc menacé, faut-il pour autant lui porter le coup de grâce et le sacrifier sur l'autel du numérique ? Faut-il rendre ce service à M. ROUSSELET qui en profiterait pour imposer son propre système de cryptage face à la norme européenne Eurocrypt ?

Nous y reviendrons dans nos conclusions.

Nous ne souhaitons pas, en tout cas, que nos propos, quelque peu désabusés, sur les ratés de la promotion du D2 MAC soient interprétés comme un désaveu de l'action de la Commission des Communautés européennes.

Celle-ci a fait son possible pour arracher laborieusement des compromis, parfois inespérés, à des partenaires paralysés par leurs divergences d'intérêt, leurs difficultés financières, le poids de leurs propres erreurs, enfin, leur analyse étriquée et à courte vue des problèmes.

III - CONCLUSIONS

La certitude que l'avenir appartient au tout numérique et le constat selon lequel le sort du D2 MAC paraît menacé nous conduisent à cinq séries de conclusions.

Les quatre premières sont fermes :

- Il faut premièrement, en coopération avec les États-Unis activer et mieux coordonner les recherches menées en Europe sur le numérique, en donnant la priorité à la télévision terrestre et à l'homogénéisation des standards ;

- Il convient, en deuxième lieu, de développer dès maintenant les productions en haute définition et au format 16:9.

- Troisièmement, il importe de réfléchir sans plus tarder aux changements d'attribution de fréquences que peut nécessiter ou permettre l'utilisation des nouvelles technologies.

- Quatrièmement, les obstacles liés à la mise au point de certains composants, notamment les semi-conducteurs et les écrans plats, doivent être surmontés.

La cinquième série de nos conclusions relatives aux normes MAC sont plus nuancées :

Il nous apparaît que l'utilisation du D2 MAC par l'Europe n'est pas incompatible avec la priorité donnée, par ailleurs, aux recherches sur le numérique.

En revanche, nous pensons qu'il ne faut pas lier le sort du D2 MAC et de la norme de production européenne 1250 lignes 50 hertz à celui du HD MAC.

A - ACCÉLÉRER LES RECHERCHES SUR LE NUMÉRIQUE

1. - Il faut activer et mieux coordonner les recherches menées en Europe sur le numérique

Les travaux que nous menons dans ce domaine sont souvent intéressants mais parfois aussi insuffisants, et dans l'ensemble mal coordonnés.

Au niveau national, comme au niveau communautaire sont poursuivies, en Europe, de nombreuses investigations en ce qui concerne la télévision numérique, chacune très estimable, mais avec

de nombreux recoupements (notamment en ce qui concerne le codage de l'image, le multiplexage, les techniques de modulation...).

Une harmonisation de ces différents travaux apparaît nécessaire, sans pour autant supprimer toute émulation entre les équipes de chercheurs ¹.

C'est ce que soulignent nos experts.

Le professeur KUNT dénonce, pour sa part, le caractère "surdémocratique" des mécanismes d'intégration des recherches européennes.

Il propose la création - en liaison avec l'industrie - d'un centre européen de recherche multimédia sur la télévision avancée s'appuyant sur le savoir-faire de l'École polytechnique fédérale de Lausanne en matière de traitement des signaux et de circuits intégrés à large échelle (VLSI).

Quant au CCETT, il souligne l'actuelle incapacité de la communauté économique européenne à se doter d'une politique en matière de nouveaux services de radiodiffusion. Il déplore en même temps l'insuffisance des moyens consacrés aux recherches européennes sur le numérique et à leur coordination. Concernant les débits de transmission numérique des données, le centre d'études estime que l'extrême variété des valeurs correspondant aux différents degrés de qualité de l'image, peut conduire les pays européens à des choix incompatibles.

Il fait état, cependant, du regroupement, sous l'égide allemande, d'une majorité de radiodiffuseurs publics et d'industriels grand public européens dans le cadre de "l'European Launching Group for Digital Television Broadcasting".

L'activation et la coordination des recherches sur le numérique doit se faire à la fois avec le sentiment que la question mérite un examen approfondi et réfléchi mais aussi sans oublier que la rapidité des évolutions en cours aux États-Unis interpelle l'Europe.

1.1. - Priorité à l'hertzien terrestre

Priorité doit être donnée, à notre avis, aux recherches relatives à la diffusion hertzienne terrestre, même s'il s'agit du mode de diffusion pour lequel la transmission numérique soulève le plus de difficultés.

1. Voir annexe N° 3.

En effet, l'hertzien terrestre est en même temps, dans le contexte européen, le domaine dans lequel il y a le plus d'avantages à attendre du numérique, en raison de l'encombrement des fréquences.

Nous partageons l'avis du CCETT selon lequel doit être envisagé une diffusion hertzienne terrestre multiservices (vers les foyers, les téléviseurs portables, les mobiles...), moyennant un codage multirésolution hiérarchique qui permette la transmission simultanée de plusieurs qualités d'image¹.

De ce point de vue, le projet DTTB (Digital Terrestrial Television Broadcasting) ne bénéficie pas du soutien que justifierait son importance stratégique capitale.

Mais la diffusion par satellite, y compris la compression numérique de signaux analogiques, ne doit pas pour autant être négligée, cette dernière en raison de ses avantages économiques.

Le contrat obtenu par TCE (Thomson Consumer Electronics), dans le cadre du projet Direct TV, à l'issue d'un appel d'offre auquel participait General Instrument, démontre ce que nous serions capables de faire en Europe en la matière. D'autant que la fabrication des puces des décodeurs semble devoir être confiée à SGS-Thomson.

1.2. L'importance d'une homogénéisation des normes

Pour des motifs déjà exposés, il convient également, dans l'intérêt des téléspectateurs de tendre vers une homogénéisation aussi poussée que possible des normes numériques utilisées sur le satellite, le câble et les réseaux hertziens terrestres.

Les travaux du MPEG (Motion Picture Engineering Group) permettent d'espérer des progrès dans cette voie en ce qui concerne en tout cas le codage de source.

Ils s'inscrivent dans la perspective d'une transmission multimédia. Or, de telle propositions, si elles se concrétisaient, ce qui n'est pas évident, auraient l'avantage de permettre l'utilisation de

1. La définition de ce type de codage est précisée dans le rapport d'expertise du CCETT. Il ne faut pas en sous-estimer la difficulté de mise en oeuvre, d'autant que les études préalables nécessaires ont été jusqu'à présent insuffisantes et mal coordonnées, en Europe. Un tel système gigogne devrait être conçu, à notre sens, à partir de la qualité d'image la plus élevée et non pas la plus basse. Il s'agirait donc d'extraire des données correspondant à la plus haute définition de l'image, celles nécessaires aux définitions inférieures et non pas, au contraire, d'enrichir progressivement le signal, ce qui risquerait de ne pas optimiser l'occupation de la bande passante (un peu comme si, sur une autoroute, la voie de droite était exclusivement réservée aux 2 CV !). L'un des avantages attendus du codage hiérarchique serait de supprimer l'effet de seuil évoqué au début de ce rapport en permettant une dégradation progressive de l'image. À chaque type de service ou à chaque niveau de qualité de l'image, devrait correspondre un degré de protection du signal différent, ce qui ne semble pas a priori facile à réaliser.

puces communes, en informatique et en télédiffusion. Il pourrait donc en résulter des économies d'échelle susceptibles d'abaisser le coût de ces composants.

Certains experts¹, parmi lesquels M. NETRAVALI d'ATT, l'un des meilleurs spécialistes dans le monde de l'estimation de mouvement, estiment cependant que le système MPEG++ est mal adapté à la radiodiffusion.

Ce qui importe cependant est que le standard choisi soit évolutif donc perfectible.

Dans l'immédiat, le calendrier des tests de la FCC est tellement serré que les différents candidats paraissent contraints de se rallier aux positions du MPEG parce qu'elles correspondent à des solutions éprouvées et font appel à des puces disponibles sur le marché.

Comme le soulignent nos experts, l'une des principales difficultés auxquelles se heurte la normalisation des systèmes de TVHD dans le monde est la multitude des organismes compétents en la matière :

- ISO, CCIR (Comité consultatif international pour la radiocommunication) et CCITT au niveau mondial² ;

- UER, ETSI (Institut européen de normalisation des télécommunications) et CENELEC (Comité européen de normalisation électrotechnique) pour l'Europe.

Une harmonisation au niveau mondial dans ce domaine est pourtant d'autant plus nécessaire que le numérique, s'il facilite le passage des normes de production aux normes de diffusion, est en revanche, très exigeant pour les échanges de programmes, en ce qui concerne les transcodages entre différents standards de production ou entre différents standards de diffusion (les synchronisations de débits de données et de fréquences image, les accommodements de formats, doivent être en effet très précis).

Comme le souligne, d'autre part, le CCETT, le public aurait un avantage considérable à ce qu'un système unique soit mis au point à la fois pour les satellites et pour la diffusion de terre de la télévision à haute définition.

1. D'autres, et notamment notre expert suisse, le professeur KUNT, lui reprochent de faire appel à un système de compression spatiale de données, la transformation en cosinus discrète (DCT en anglais), qu'ils jugent dépassé. Ils lui préfèrent la décomposition en bancs de filtre ou codage en sous-bande (voir le tome II du rapport de 1989), censé permettre une reconstitution parfaite du signal.
2. Le CCIR et le CCITT supervisent le CMTT (Comité mixte de télévision et de transmission).

Cette priorité donnée aux recherches sur le numérique terrestre et à l'homogénéisation des standards devrait faciliter le rapprochement avec les États-Unis que nous préconisons.

2. - Une coopération avec l'Amérique nous apparaît indispensable

Il faut pour commencer, mieux faire connaître aux Américains l'intérêt de nos approches, notamment en matière de modulation. Si leurs progrès ont été spectaculaires dans le domaine du codage de source à réduction de débit, les solutions qu'ils proposent pour le codage canal, c'est-à-dire la façon de transporter le signal après l'avoir comprimé apparaissent peu originales. Nous préconisons des techniques dites multiporteuses, qui permettraient d'émettre en monofréquence sur un vaste territoire, tout en éliminant de façon efficace des perturbations indésirables liées à certains phénomènes d'écho.

Les points forts et les intérêts des Américains et des Européens apparaissent complémentaires : ils dominent l'informatique, qui est la science du numérique. Leurs fabricants d'ordinateurs sont les seuls, en dehors des Japonais, à être capables de fabriquer des mémoires, même s'ils ne les commercialisent pas mais les utilisent pour leurs propres besoins. Les États-Unis sont également leaders dans la conception des circuits VLSI complexes indispensables à la télévision haute définition.

De notre côté nous pouvons leur faire valoir l'intérêt de notre approche en matière de technique de modulation, notre savoir-faire pour la fabrication de tubes 16:9, notre position de principal acheteur de produits audiovisuels américains qui doit nous pousser à rechercher des standards de production et de diffusion qui facilitent les échanges de programme entre les deux continents.

Enfin, nous sommes l'un et l'autre menacés par l'éventualité d'un réveil japonais.

L'implantation de Philips et de Thomson aux États-Unis pourrait faciliter cette coopération mais il nous semble que cet atout n'a pas toujours été utilisé dans un passé récent avec le maximum d'efficacité.

Dans le cas de Thomson, la synergie entre les recherches menées au sein du groupe de part et d'autre de l'Atlantique nous paraît, en particulier, avoir été insuffisante, du fait d'un souci exagéré de préserver l'indépendance de la filiale américaine, sans que

celle-ci soit pour autant considérée aux États-Unis comme réellement libre de ses décisions.

Nous regrettons que le consortium ATRC qui associe aux filiales Nord-américaines de Philips et Thomson, la chaîne NBC et le centre de recherche David SARNOFF, se soit converti un peu tardivement au tout numérique et n'ait pas pu conclure d'alliances avec d'autres partenaires américains que Compression Labs.

Nous croyons savoir, en particulier, qu'une offre de coopération présentée par General Instrument n'a pas abouti, ce qui est dommage¹.

Nous reconnaissons cependant, que le consortium américano-européen, malgré quelques retards dans le déroulement des tests devant la FCC, a aujourd'hui dans l'ensemble comblé son handicap par rapport à ses concurrents. Le système de transports de données à différents niveaux de priorité qu'il a mis au point, notamment, est intéressant par sa robustesse et par les utilisations multimédia auxquelles il pourrait se prêter.

Certaines prises de position de Thomson continuent néanmoins à provoquer quelque irritation aux États-Unis. Il y avait eu par le passé celles en faveur d'une évolution en deux étapes vers la TVHD. À présent, c'est le projet de commercialisation prochaine de récepteurs 16:9, dans le cadre du projet "Direct TV" de Hughes Communication, auquel il est reproché de semer la confusion dans l'esprit du public américain. Pourtant ce format 16:9 constitue indéniablement celui de l'avenir pour la télévision, ce qui nous conduit à notre deuxième série de conclusions selon lesquelles :

B - IL CONVIENT DE PRODUIRE DÈS MAINTENANT EN HAUTE DÉFINITION ET AU FORMAT 16:9.

Quel que soit le futur mode de diffusion, numérique ou analogique, de la télévision à haute définition en Europe, rien n'empêche, en effet, de préparer l'avenir dès à présent en constituant des stocks de programmes produits en haute définition et au nouveau format. Qui peut le plus peut le moins, des productions audiovisuelles réalisées dans ces conditions sont utilisables dès maintenant pour une diffusion sur un écran à 625 lignes et, plus tard, sur un écran à 1250 lignes.

Le cinéma 35 mm constitue incontestablement un excellent support pour les émissions à haute définition du futur ainsi que la norme de production vidéo européenne 1250 lignes/50 hertz.

1. Nous nous réjouissons, en revanche, de l'accord qui vient d'être conclu, au moment de mettre sous presse ce rapport, entre l'ATRC et General Instrument, pour la fabrication des composants du système ADTV (Advanced Digital Television).

En ce qui concerne le 16:9, tout le monde pensait, quand nous avons publié notre rapport en 1989, que son avènement coïnciderait avec celui de la haute définition. En fait, ce nouveau format s'est imposé beaucoup plus tôt, un peu comme un moyen d'intéresser au D2 MAC les producteurs et les diffuseurs des pays européens qui n'ont pas d'industrie des téléviseurs.

Le 16:9 a l'avantage de faire l'unanimité et de rassembler autour de lui à la fois les tenants du PAL Plus pour les émissions terrestres hertziennes et les partisans du D2 MAC. La directive européenne du 11 mai 1992 établit d'ailleurs un lien indissociable entre le nouveau format et cette dernière norme en ce qui concerne les émissions par satellite «seule la norme D2 MAC - précise-t-elle - peut être utilisée pour la diffusion par satellite de tout programme en format 16:9».

Nous pensons néanmoins qu'avec une promotion intelligente et bien coordonnée et grâce à la généralisation de la prise PÉritel, le D2 MAC aurait pu connaître le succès, en France sinon en Europe, sans Simulcast et sans changement de format, en s'appuyant sur les chaînes publiques¹.

Nous avons commandé, en effet, un sondage d'opinion, en 1989, qui montrait que 90 % des téléspectateurs étaient intéressés par une amélioration de l'image et du son indépendamment de tout changement de format, en même temps que par un accroissement de l'offre de programmes.

Seul le D2 MAC permettait de satisfaire cette double attente. Mais il ne sert à rien d'épiloguer aujourd'hui là-dessus.

Il n'en demeure pas moins que le nouveau format, s'il peut aider à promouvoir le D2 MAC, complique, par ailleurs, en même temps les choses en introduisant un surcoût au niveau de la production et non plus seulement de la diffusion². Mais c'est un investissement qui, lui, a le mérite d'apparaître rentable à long terme, en tout état de cause, car le 16:9 survivra certainement au D2 MAC.

Le 16:9 a l'avantage d'être plus proche des formats utilisés dans le cinéma que le 4:3 sans pour autant correspondre exactement à aucun d'entre eux.

16:9 correspond à un quotient de la largeur par la hauteur des écrans de télévision de 1,77. Les formats de cinéma qui s'en rapprochent le plus sont le 1,85 ou le 1,66. Ces formats gagneraient

1. Voir annexe N° 2.

2. Voir annexe N° 1.

évidemment à être le plus possible utilisés pour faciliter la diffusion de films sur les écrans de télévision.

De toute façon, près de 90 % des oeuvres cinématographiques sont facilement compatibles avec une diffusion en 16:9.

Par respect pour les créateurs, nous souhaitons que le cadrage initial de leurs oeuvres soit respecté dans toute la mesure du possible lorsque celles-ci sont télédiffusées.

Ceci suppose de proscrire toute anamorphose et d'établir des copies originales (masters) et des copies d'exploitation fidèles.

La coexistence transitoire d'écrans 4:3 et 16:9 rend cependant inévitable certains compromis (bandes noires horizontales ou verticales).

Il est clair que le nouveau format vidéo 16:9 et les formats cinéma qui s'en rapprochent le plus (1,66 et 1,85) doivent être favorisés au niveau de la production et de l'établissement de la copie initiale.

Afin d'éviter que les images correspondantes ne soient tronquées lorsqu'elles sont reçues sur un téléviseur 4:3, il faudra continuer d'établir des copies d'exploitation à ce format tant que celui-ci subsistera.

Les téléspectateurs équipés d'anciens postes se verront alors restituer une image fidèle à la copie originale mais avec des bandes noires horizontales en haut et en bas de l'écran, auxquelles ils sont habitués, lors de la diffusion d'oeuvres cinématographiques, et qui constituent une frustration indispensable à la promotion du nouveau format.

Un autre problème de transition a trait au passage à la stéréophonie que permet le D2 MAC (transmis en modulation d'amplitude, le son de la télévision française est actuellement l'un des plus mauvais du monde !).

Les copies d'exploitation vidéo devront, en effet, comporter les pistes sonores de l'oeuvre en mono et/ou en stéréophonie¹.

Notre troisième série de conclusions concerne la planification des fréquences.

1. La réduction monophonique des oeuvres enregistrées en son stéréophonique doit être effectuée de préférence, dès le mixage et enregistrée sur une piste distincte. Elle ne peut pas se faire par un simple mélange des deux informations lors de la diffusion, car cela poserait des problèmes de déphasage.

C. - IL IMPORTE, SELON NOUS, DE RÉFLÉCHIR SANS PLUS TARDER AUX CHANGEMENTS D'ATTRIBUTIONS DE FRÉQUENCES QUE PEUT NÉCESSITER OU PERMETTRE L'UTILISATION DES NOUVELLES TECHNOLOGIES.

C'était déjà une des principales conclusions de notre rapport de 1989 mais nous croyons utile d'y insister à nouveau.

La télévision n'est pas seule en cause, il y a aussi, par exemple, le développement des téléphones mobiles ou celui de la radiodiffusion numérique¹.

Si les nouvelles technologies peuvent être consommatrices de fréquences, elles peuvent aussi en libérer.

L'essor de la télévision par satellite, par exemple, peut rendre disponibles certaines fréquences au sol, notamment pour des stations locales.

La compression numérique peut permettre, par ailleurs, d'économiser l'espace hertzien terrestre et faciliter ainsi l'avènement de la haute définition diffusée par voie d'émetteurs de terre.

Une réflexion prospective, suivie d'un réaménagement volontariste, tant au niveau national qu'au niveau européen, sont donc indispensables.

Figurer dans son état actuel la répartition des fréquences entre les différents utilisateurs peut freiner l'introduction des technologies nouvelles. Planifier un nouvel aménagement aurait l'effet contraire.

D. LES OBSTACLES RELATIFS AUX COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES ET AUX ÉCRANS PLATS DOIVENT ÊTRE SURMONTÉS

1. Les composants électroniques

Dans notre rapport de 1989, la branche des semi-conducteurs nous paraissait constituer l'un des principaux points faibles de l'industrie électronique européenne.

1. La CAMR (Conférence administrative mondiale des radiocommunications -WARC en anglais) qui s'est réunie en 1992, a pris, entre autres, les décisions suivantes :
 - concernant les mobiles, attributions de fréquences pour les services terrestres, par satellite (en orbite basse ou géosynchrone), les liaisons avec les navires et les avions ;
 - concernant la radiodiffusion sonore, décisions provisoires relatives à l'introduction de services de radiodiffusion audionumériques par satellite, révisables avant 1998 ;
 - concernant la TVHD : pas de fréquence unique mondiale, introduction avant 2007 de services expérimentaux sur satellites de radiodiffusion (DBS) dans la bande 21,4 - 22 GHz (18,1 - 18,4 GHz en Amérique).Attribution de fréquences pour les liaisons de connexion par satellites de télécommunications (SFS).

Cette faiblesse représentait d'ailleurs l'une des justifications majeures de notre recommandation en faveur de la conclusion d'une alliance entre les États-Unis et l'Europe.

Nous avons notamment présents à l'esprit, les difficultés rencontrées pour l'intégration des circuits des décodeurs D2 MAC.

La situation actuelle de l'industrie française et européenne des semi-conducteurs doit faire l'objet d'un prochain rapport de l'Office des conclusions duquel nous ne saurions préjuger.

Une constatation nous semble cependant s'imposer en tout état de cause : autant la conception et la réalisation des puces des équipements d'un système de TVHD comme le HD MAC peuvent être maîtrisées par les Européens (probablement d'ailleurs non sans difficultés), autant la question d'une coopération plus large se pose en ce qui concerne les puces, plus complexes et plus chères, de systèmes de TVHD entièrement numériques.

L'exemple de l'accord récent entre IBM et Toshiba montre que des alliances mondiales sont probablement inévitables, étant donné le coût de développement des nouveaux composants (500 millions de dollars, par exemple, pour une puce à un million de transistors). Nous nous félicitons, de ce point de vue, de l'accord conclu, le 3 septembre 1991 entre les responsables des programmes de recherches européen et américain JESSI et SEMATECH.

Cet événement va en effet, tout à fait dans le sens des recommandations de notre rapport de 1989.

Nous approuvons, par ailleurs, la priorité donnée, dans le cadre des programmes Euréka 95 et JESSI, au développement des composants du futur magnétoscope numérique européen à haute définition.

Il s'agit en effet, comme nous l'avons déjà souligné en 1989, d'un objectif tout à fait fondamental d'un point de vue stratégique, quel que soit le sort de la norme de diffusion HD MAC (la réalisation d'un enregistreur numérique professionnel est indispensable au développement de la norme européenne de production haute définition 1250/50 qui ne se trouve aucunement remis en cause).

2. Les écrans plats

Nous avons déploré, dans notre rapport de 1989, l'absence de programme de recherche-développement communautaire concernant les écrans plats.

Nous ne pouvons donc qu'être satisfaits de l'attribution d'une partie des crédits de soutien au programme Euréka 95 aux investigations menées dans ce domaine, ainsi que de la triple alliance européenne qui vient d'être conclue entre Philips, SAGEM et Thomson pour le développement d'écrans à cristaux liquides.

La SAGEM se trouvait déjà associée au CNET (Centre national d'études des télécommunications) au sein d'un Groupement d'intérêt économique dénommé PLANECRAN, afin de promouvoir une technologie originale¹, utilisable pour des grandes surfaces d'écran (1000 lignes).

Le LETI (Laboratoire d'électronique de technologie et d'instrumentation du Commissariat à l'énergie atomique) développe pour sa part, en collaboration avec la société Pixel International un type d'écrans différents de ceux à cristaux liquides².

La mise au point d'écrans plats constitue pour la télévision à haute définition une priorité absolue, quel que soit le procédé de transmission, analogique ou numérique, retenu au niveau de la norme de diffusion.

La technologie des cristaux liquides continue à sembler actuellement la plus appropriée (eu égard notamment à la qualité d'image et à la vitesse de balayage de l'écran requises).

En conclusion, un rapprochement entre fabricants d'ordinateurs et industries de l'électronique grand public serait tout à fait fondé, en matière de puces comme d'écrans plats, sur chaque continent ou au niveau mondial, surtout dans l'hypothèse de systèmes multimédia de transports de données.

1. Dans toutes les techniques d'écrans plats, l'écran est divisé en cellules élémentaires (ou pixels) qui se colorent sous l'effet d'un signal électrique combinant les trois couleurs primaires (rouge, vert, bleu).
Ce sont les techniques mises en oeuvre pour l'illumination et la coloration de chaque point qui diffèrent.
Pour les écrans à cristaux liquides, chaque pixel est actionné par un transistor. Un réseau de lignes et de colonnes permet d'adresser le signal électrique à chacun des transistors.
L'ensemble des électrodes, des transistors, des lignes et des colonnes constitue une matrice active.
Avec le procédé mis au point par PLANECRAN, le positionnement de la grille des transistors au-dessus et non en-dessous de la matrice active en simplifie la fabrication (deux étapes de photolithographie seulement...) et améliore la protection du semi-conducteur.
2. Dans le cas de la technique du LETI, chaque pixel se colore sous l'effet des électrons venant d'une cathode. Celle-ci est composée d'un réseau matriciel de micropointes agissant comme des micro-canon à électrons.
Mais les applications visées concernent essentiellement pour le moment les micro-ordinateurs et le visiophone.

E. - NOS DERNIÈRES CONCLUSIONS, QUI CONCERNENT LES NORMES MAC, SONT NUANCÉES

1. - Il nous apparaît tout d'abord que l'utilisation du D2 MAC n'est pas incompatible avec l'activation des recherches européennes sur des systèmes de télévision entièrement numériques.

Ceci est une évidence car le D2 MAC est sorti de sa phase de développement pour rentrer dans sa phase d'exploitation. Rien n'empêche donc de redéployer les équipes d'ingénieurs et les crédits utilisés pour la mise au point de cette norme vers les recherches sur le tout numérique.

Par ailleurs, le D2 MAC vise une autre qualité d'image et de son que celle des systèmes de compression numérique de signaux conventionnels qui pourraient lui être opposés. En réalité, les deux modes de diffusion sont plus complémentaires que concurrents.

C'est pourquoi il ne nous paraît pas opportun d'utiliser les possibilités de comprimer le D2 MAC qui sont aujourd'hui annoncées (selon une variante du système, appelée MULTIMAC, il est possible de faire passer quatre émissions en D2 MAC dans les limites d'un canal HD MAC). Cela reviendrait, en effet, à dénaturer une approche fondée sur la recherche d'une amélioration de l'image en même temps que du son. Il nous paraît préférable de réserver aux normes conventionnelles antérieures (NTSC, PAL, SECAM) l'exploitation des possibilités de compression qu'offre le numérique

Le D2 MAC et le numérique de qualité peuvent, d'autre part, se succéder harmonieusement dans le temps, dès lors qu'un délai de dix ans paraît devoir s'écouler avant que les différentes propositions testées par la FCC aux États-Unis débouchent sur la mise en oeuvre effective d'un système numérique de télévision terrestre avancée.

Enfin, l'activation des recherches sur la télévision numérique en France et en Europe peut porter en priorité sur la diffusion hertzienne terrestre sans que s'en trouve aucunement modifiée la stratégie européenne actuelle basée sur l'utilisation des normes MAC pour les transmissions par satellite et par câble.

2. - Mais, dans l'intérêt même du D2 MAC et de la norme de production européenne à 1250 lignes, nous pensons que leur sort ne doit pas être lié à celui du HD MAC.

2.1. - Le HD MAC a été conçu, à partir du D2 MAC, pour riposter aux prétentions japonaises à imposer comme norme unique mondiale leurs propres standards de télévision à haute définition.

Or, la menace nipponne n'est plus ce qu'elle était en 1986.

D'autre part, le HD MAC, même s'il n'a jamais été considéré comme une norme ultime, n'en paraissait pas moins constituer le nec plus ultra de ce que l'état de l'art permettait d'envisager dans la deuxième moitié des années quatre-vingt en matière de technologie audiovisuelle.

Cela semblait lui garantir une durée de vie suffisante.

En outre, le passage ultérieur à une norme plus évoluée, à balayage progressif mais demeurant principalement analogique, paraissait pouvoir s'effectuer de façon compatible.

Là encore les circonstances ont changé avec les perspectives d'arrivée du tout numérique.

S'il est possible, avec un peu d'optimisme, de prédire au D2 MAC une durée de vie de dix ans, qu'en est-il du HD MAC ?

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà montré, l'exploitation d'une norme de haute définition continue de soulever le problème de l'indisponibilité d'écrans plats de dimension suffisante.

Enfin, la consécration du numérique introduira vraisemblablement une rupture dans la compatibilité sur laquelle reposait jusqu'ici toute la stratégie européenne. Il convient d'en prendre acte et d'en tirer dès maintenant toutes les conséquences.

Déjà, comme l'avait souligné l'un de nos experts, le professeur KUNT, dans le rapport qu'il avait rédigé pour nous en 1989, la compatibilité du D2 MAC avec le HD MAC n'est a priori pas du tout facile à obtenir.

Ses craintes se sont hélas trouvées a posteriori tout à fait fondées dans la réalité.

Au cours de la retransmission des jeux olympiques d'Albertville, puis des internationaux de Roland Garros, la qualité des images diffusées en HD-MAC et reçues par un poste D2 MAC s'est révélée très médiocre, parfois même inférieure à celle des émissions en

SECAM. Les tests effectués par l'Union Européenne de Radiodiffusion ont confirmé cette constatation.

En revanche, la qualité de réception des images D2 MAC est très bonne lorsque celles-ci sont diffusées en 625 lignes.

Compte tenu de ces problèmes de compatibilité et des incertitudes relatives à la longévité du HD MAC, nous ne voyons pas pourquoi l'on devrait s'obstiner à donner la priorité à cette norme. Cela revient à faire la promotion d'un produit qui n'existe pas encore sur le marché au détriment du D2 MAC qui lui est prêt à être exploité commercialement.

Il reste que la compatibilité du HD MAC avec le D2 MAC peut être améliorée mais faut-il y consacrer des ressources en matière grise qui pourraient être affectées aux recherches sur le numérique ?

En comparaison de futures normes de TVHD à transmission numérique, le HD-MAC peut souffrir, d'autre part, de sa gourmandise de bande passante, en ce qui concerne non pas la diffusion par satellite, pour laquelle il a été conçu, mais celle par câble ou par voie d'émetteur terrestre¹.

Nous préconisons donc de ne pas lier le sort du D2 MAC à celui, encore incertain, du HD MAC et, en particulier, de ne pas s'acharner à faire la démonstration de la compatibilité entre les deux normes puisque celle-ci n'est pas encore maîtrisée. Mieux vaudrait, en attendant, diffuser simultanément dans chaque norme, lors des opérations de promotion qu'occasionne la retransmission de grands événements sportifs.

1. Dans son rapport d'expertise de 1989, M. RANQUET estimait ainsi :
- que la diffusion hertzienne terrestre de la TVHD serait très problématique en Europe (en mode analogique) ;
- que 10,1 MHz de bande de base suffisent pour faire rentrer le HD-MAC dans les 27 MHz de bande passante des canaux des satellites de diffusion directe (ou les 32 ou 72 MHz des canaux de satellites de télécommunication), grâce à la modulation de fréquence ;
- qu'en revanche le transport du HD MAC poserait des problèmes de planification de fréquences en ce qui concerne le câble qui est un support très limité en bande passante (pour la distribution, des canaux de 12 MHz en bande VHF devraient être prévus).

2.2. - Les réserves que nous émettons sur la priorité donnée au HD MAC comme norme de diffusion ne contredisent aucunement nos propos précédents sur l'intérêt de l'utilisation de la norme de production européenne 1250 lignes 50 hertz.

L'avenir de ce standard de production paraît de toute façon assuré et il faut donc, dans son intérêt même, ne pas lier son sort à celui, beaucoup plus incertain, du HD MAC¹.

Telles sont donc nos conclusions.

Notre programme de travail nous a conduit à nous rendre plusieurs fois aux États-Unis et à auditionner publiquement les principaux responsables français et européens intéressés en septembre dernier.

Nous aurions pu éluder le problème de l'avenir du D2 MAC sous prétexte que ce n'est pas une norme de haute définition. Mais l'imbrication entre le HD MAC et le D2 MAC est telle que nous ne pouvions pas nous dérober.

D'ailleurs, on ne peut pas traiter de la mise en oeuvre de systèmes de TVHD entièrement numériques de façon uniquement prospective. Il faut s'interroger sur les implications présentes de cette perspective.

Nous ne voulons pas que l'on puisse nous reprocher de manquer de réalisme et de clairvoyance en ce qui concerne la viabilité du D2 MAC.

Mais il est difficile à la représentation nationale d'apparaître comme le fossoyeur d'une norme à la mise au point de laquelle beaucoup de fonds publics ont été consacrés et qui a le mérite d'exister.

Il nous apparaît qu'il n'y a en tout cas pas de contradiction entre l'activation des recherches sur le numérique, auquel l'avenir appartient, et l'utilisation d'une norme qui permet à la fois d'améliorer la qualité de l'image et du son, de promouvoir le format de l'avenir et de développer la télévision à péage selon des conditions d'accès standardisées et ouvertes.

Ce n'est plus un problème de choix technologique, c'est un problème de financement de programmes. Nous ne sommes plus dans le domaine du "hard" mais dans celui du "soft".

1. Nous nous posons de ce point de vue le problème de la ventilation des 3 milliards de francs d'aide publique consentis à Thomson sur la période 1990-1995 (513 MF devaient être dépensés en 1992). Cependant, l'exécution du contrat-cadre correspondant est suivie par un groupe d'experts indépendants et porte non seulement sur les normes de diffusion mais aussi sur des technologies en tout état de cause fondamentales (écrans plats, équipements de studio...).

Nous espérons que la commission d'enquête de l'Assemblée nationale sur l'audiovisuel émettra des suggestions intéressantes sur ce sujet qui a priori n'est pas de la compétence de l'Office.

En cas d'échec du rapprochement avec les États-Unis et de l'homogénéisation mondiale des normes que nous préconisons, l'Europe pourrait s'interroger sur le point de savoir si elle a les moyens, seule, de tenter un "saut technologique" l'orientant vers des systèmes de télévision numériques plus évolués et mieux intégrés dans des réseaux multimédia de distribution de l'information.

Elle devrait, pour ce faire, parvenir d'abord à unifier ses objectifs et à mieux coordonner ses efforts.

Une coopération réussie avec les Américains dans le développement de systèmes numériques faciliterait, à notre avis, l'union européenne dans le domaine de la TVHD. Elle pourrait notamment amener les Britanniques à se rapprocher de leurs partenaires et les inciter à se montrer plus conciliants en ce qui concerne l'utilisation, à court terme, du D2 MAC.

Pour ne pas terminer ce rapport sur une note pessimiste, nous estimons être encourageantes, à la veille de la réunion d'Edimbourg :

- la déclaration commune franco-allemande sur la mise en oeuvre de la directive, le financement du plan d'action communautaire (environ 600 M Ecus) et le lancement du satellite Europe Sat 1 ;

- l'enquête lancée par la commission européenne sur les éventuelles positions dominantes de B sky B et Canal + dans le domaine du cryptage ;

- enfin, la triple alliance européenne entre Philips, la SAGEM et Thomson pour rattraper le retard pris sur les japonais dans le domaine des écrans plats.

LISTE DES ANNEXES

Annexe n° 1 :	Les ratés de la promotion du D₂ MAC	p. 47
Annexe n° 2 :	Ce qui aurait pu être imaginé pour mieux promouvoir le D₂ MAC	p. 49
Annexe n° 3 :	L'éparpillement des recherches européennes sur la télévision numérique	p. 51
Annexe n° 4 :	Les systèmes numériques en lice aux Etats-Unis	p. 53
Annexe n° 5 :	L'importance du rôle des mémoires dans les systèmes de TVHD numérique	p. 57

ANNEXE N° 1

LES RATÉS DE LA PROMOTION DU D2 MAC

I - AU NIVEAU DES SUPPORTS DE DIFFUSION

A - L'EXEMPLE DE TDF 1

1. Amplificateurs à tubes trop puissants (d'où plusieurs défaillances)
2. Canaux trop peu nombreux
3. Décalage entre
 - la décision (1984) et la fabrication (juin 1987) : trois ans
 - la fabrication et le lancement (octobre 1988) : seize mois
 - le lancement et l'attribution des canaux (avril 1989) : six mois¹
 - l'attribution des canaux et la disponibilité des décodeurs-désembrouilleurs (début 1991) : presque deux ans

B - L'EXEMPLE DE TÉLÉCOM 2 A

1. Lancé en décembre 1991, a tourné à vide pendant presque un an (jusqu'en novembre 1992). Huit mois, en fait, à compter de la fin de son utilisation pour la retransmission des J.O. d'Albertville (avril 1992) et de son positionnement définitif²
2. Sept chaînes diffusées en SECAM-Syster ont été concédées dans l'immédiat à Canal + en contrepartie d'un engagement futur et conditionnel à diffuser trois chaînes seulement au format 16:9.

C - LES RÉSEAUX CÂBLÉS

-Démarrage des premiers services commerciaux début 1991 seulement (le D2 MAC a été conçu au début des années quatre-vingt).

II - AU NIVEAU DE LA PRODUCTION ET DES PROGRAMMES

1. Toutes les chaînes (notamment FR3 et la 6) ne sont pas encore entièrement équipées en régie numérique
2. Le coût prohibitif du magnétoscope professionnel D1 (quatre fois plus qu'un Beta) est un obstacle à l'utilisation de la norme de production numérique 4:2:2, la seule valorisante pour le D2 MAC
3. La majorité des oeuvres télévisuelles (75 % de la durée totale de diffusion) ne sont pas compatibles avec le nouveau format 16:9.

1. Manque à gagner pour les finances publiques : 170 MF.
2. Manque à gagner pour les finances publiques : 105 MF.

Le surcoût est d'environ 10 % pour une oeuvre de fiction de qualité moyenne (800 000 F pour 90 mn).

Même avec le super 16 mm (dans lequel sont tournées 70 % des oeuvres compatibles avec le 16:9) existe un surcoût de post production estimé à 227 Écus par minute pour une fiction.

Le 35 mm est peu utilisé en Europe en raison de son coût (sauf en Allemagne).

Au total, l'offre de programmes diffusables en D2 MAC 16:9 actuellement en Europe est très faible (300 heures, par exemple, sur TDF1, TDF2 en 1991 dans le cas de France 2).

Des caméras à CCD 16:9, pour le direct, ne seront disponibles que l'an prochain.

4. Concernant le financement des programmes D2 MAC 16:9

- le sort des crédits, inclus dans le paquet Delors 2 pour le financement du plan d'action communautaire est en suspens ;
- les industriels refusent de financer le tiers du déficit d'exploitation de la chaîne Canal + + sur Télécom 2A.

III - AU NIVEAU DE LA RÉCEPTION

1. Mauvais réglage des antennes collectives de réception des émissions satellites
2. Mise sur le marché prématurée de récepteurs à large écran au format 16:9 en l'absence de programmes valorisants
3. Choix discutable du doublage de lignes par Thomson pour le Space System (qui rend plus visible les défauts de l'image 625 lignes) à la différence de Philips qui a choisi le doublage de fréquence trames (100 hertz).
4. Absence de commercialisation par Thomson de tuner D2 MAC (contrairement à Nokia et Philips)
5. Coût prohibitif du magnétoscope grand public S-VHS et des cassettes correspondantes pour l'enregistrement du D2 MAC.

IV - AU NIVEAU COMMUNAUTAIRE

1. Rien pour la promotion du D2 MAC terrestre
2. Six ans pour étendre aux satellites de télécommunication (à compter de 1995 seulement), l'obligation d'utiliser la norme D2 MAC déjà imposée depuis 1986 en ce qui concerne les satellites de radiodiffusion (directives du 3 novembre 1986 et du 11 mai 1992)
3. Pas d'accord pour le moment sur le financement du plan d'action en faveur de la promotion du 16:9.
4. Difficultés juridiques persistantes pour la diffusion transfrontière

N.B. : la constatation des imperfections des décisions européennes et du protocole d'accord sur l'utilisation du satellite Télécom 2A ne signifient ni que ces accords aient été mal négociés, ni même qu'ils ne représentaient pas, hélas, le moins mauvais compromis possible !

ANNEXE N° 2

CE QUI AURAIT PU ÊTRE IMAGINÉ POUR MIEUX PROMOUVOIR LE D2 MAC

1. Généralisation en Europe de la prise Péritel
2. Incitations à l'utilisation de la norme de production 4:2:2 (également compatible avec le PAL et le SECAM) et à l'équipement des diffuseurs en régie numérique
3. Constitution de stocks de programmes vidéo 4:3 et films format 1,37
4. Priorité au décodage. Fabrication de téléviseurs stéréo à décodeurs D2 MAC incorporés. Mise à disposition immédiate d'équipements de réception D2 MAC pour les téléviseurs PAL/SECAM moyennant le paiement différé d'un supplément de redevance (éventuellement étalé sur plusieurs années...)
5. Diffusion gratuite par satellite de programmes D2 MAC par des chaînes publiques ou privées
6. Solution dans un deuxième temps des problèmes de cryptage et offre de décodeurs-désembrouilleurs pour l'accès aux chaînes à péage.
7. Obligation progressive et différenciée selon le type de programme diffusés (priorité au cinéma, aux concerts et aux sports) d'émettre en D2 MAC sur les satellites de télécommunication
8. Création d'une chaîne hertzienne terrestre diffusée en D2 MAC

ANNEXE N° 3

L'ÉPARPILLEMENT DES RECHERCHES EUROPÉENNES SUR LA TÉLÉVISION NUMÉRIQUE

1. PROJETS NATIONAUX		NOM	THÈME DOMINANT
Pays	Initiative		
France	CCETT (1)	STERNE	diffusion numérique terrestre de qualité conventionnelle
Allemagne	HHI (2)	HDTV-T	diffusion numérique terrestre (haute définition)
Pays scandinaves	-	HD-DIVINE	diffusion numérique terrestre (haute définition)
2. PROJETS COMMUNAUTAIRES			
Eurêka	VADIS		Codage de source pour les liaisons de contribution et l'enregistrement à partir de signaux analogiques
RACE	Flash TV		Liaisons TVHD point à point par satellite pour reportages
	HD-SAT		diffusion TVHD par satellite (12 et 20 GHz)
	HIVITS COST 203		liaisons de contribution TVHD (140 Mbits) Liaisons de contribution TVHD
3. PROJETS D'INITIATIVE PRIVÉS			
CCETT + consortium de radiodiffuseurs et d'industriels (candidat à une homologation RACE)	DTTB		diffusion terrestre multirésolution
ASTRA et CANAL +/News International ?			diffusion multiples décalées de qualité conventionnelle?

Thèmes communs à plusieurs de ces projets et devant donc faire l'objet prioritairement d'une coordination : codage de source, multiplexage, Modulations et codage de canal. Planification de fréquences.

L'UER (Union européenne des radiodiffuseurs) qui elle-même anime de nombreux groupes de travail sur ces questions pourrait jouer un rôle dans l'évaluation et l'harmonisation de ces différentes recherches.

(1) Centre commun d'études de télécommunication et de télédiffusion.

(2) Heinrich Hertz Institute.

ANNEXE N° 4

LES SYSTÈMES NUMÉRIQUES EN LICE AUX ÉTATS-UNIS

L'ambition première de la FCC est d'allouer à chaque station de télévision (soit plus d'une centaine) un canal dédié à la diffusion d'images de télévision à Haute Définition. L'approche technique de la FCC est de dupliquer les programmes existants NTSC en TVHD numérique selon le principe de "Simulcast". Le problème principal est donc bien dans un premier temps celui de l'introduction de ces nouveaux signaux dans le plan de fréquence actuel, en se jouant des interférences des canaux adjacents ou des cocanaux.

Le calendrier officiel de la FCC est le suivant :

- le choix d'un système en mars 93,
- des essais sur site d'avril à juin 93,
- une décision définitive de la FCC en milieu d'année 93,
- l'attribution de licences aux radiodiffuseurs avec une date butoir arrêtée à 1995,
- la diffusion dès 1998 de programme de télévision à haute définition numérique imposée à tous les radiodiffuseurs licenciés,
- le simulcast généralisé en 2002 (tous les programmes émis en NTSC et en TVHD numérique),
- la fin de la diffusion en NTSC en 2008.

La FCC (Federal Communication Commission) s'appuie sur :

- un centre de test, l'ATTC (Advanced Television Test Center), rigoureux et bien équipé ;
- une instance consultative, l'ACATS (Advisory Committee on Advanced Television System).

Si la FCC souhaite tenir avant tout son calendrier, elle a intérêt à ne tester qu'un système à partir du printemps prochain, ce qui exclurait tout panachage entre les différents systèmes en concurrence.

General Instrument est le seul à n'avoir rencontré aucun problème technique durant la phase de tests initiale (en simulation), ce qui le place juridiquement dans une position avantageuse.

Zenith-ATT a modifié son système en cours de test tandis que l'ATRC n'a pas tenu les délais, ce qui rend possible un contentieux.

Les caractéristiques techniques des différents systèmes en concurrence sont les suivantes :

CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES CONCURRENTS

Candidats :	DIGICIPHER (ATVA Interlace)	ZENITH-ATT (DSC)	ATRC (ADTV)	ATVA Progressive
- Fin des tests initiaux (en simulation)	28 février 92	21 mai 92	29 juillet 92	2 octobre 92
- Balayage	entrelacé	progressif	entrelacé	entrelacé
- Nombre de lignes et fréquence images	1050/29,97 HZ	787,5/59,94 HZ	1050/29,97 HZ	787,5/29,97 HZ
- Débit brut transmis	entre 19,5 et 24,4 Mbits	de 10,8 à 21,5 Mbits	24 Mbits	26,4 Mbits
- Compression spatiale	DCT blocs 8 x 8	DCT blocs 8 x 8	DCT blocs 8 x 8	DCT ⁽¹⁾ blocs 8 x 8
- Estimation de mouvement	Adaptation de bloc	Adaptation de bloc	Adaptation de bloc	Contrainte spatio- temporelle
- Compensation de mouvement	1 vecteur de mouvement par macrobloc (32 x 16)	Bidirectionnelle ou mono directionnelle. (progressive ou rétrograde)	1 vecteur de mouvement par blocs (8 x 8 ou 32 x 16)	1 vecteur de mouvement par macrobloc (32 x 32)
- Traitement de la couleur	Sous échantillonnage (par un facteur 4 dans le sens horizontal !)	Sous échantillonnage (luminance constante)	Sous échantillonnage	Sous échantillonnage non défini
- Traitement spécifique	Pour les films	- Lissage des effets de blocs - 2 cadences de transmission	- codage de source MPEG++ - 2 flux de transports séparés selon 2 priorités	Pour les films
- Modulation	En quadrature	A bande résiduelle latérale (porteuse supprimée)	En quadrature	En quadrature

*(1)renoncement à un
codage en sous bande
initialement
envisagé.*

ATVA : American Television Allianco entre General Instrument et le MIT (Massachussets Institute of Technology)

DSC : Digital Spectrum Compatible (Système de Zenith-ATT)

ADTV : Advanced Digital Television de l'ATRC (Advanced Television Research Consortium regroupant Philips, Thomson, la chaîne NBC et le Centre de recherche David Sarnoff).

Notre expert suisse, le professeur KUNT de l'E.P.F.L. (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) a une préférence pour les systèmes à balayage progressif et le codage en sous bande pour la compression spatiale.

Il estime que le système de compensation de mouvement d'ATT-Zénith est le plus raffiné.

C'est en effet un des rares domaines où se différencient les 4 systèmes concurrents qui, sinon, présentent de nombreux points de ressemblance et tendent à se rapprocher des propositions du M.P.E.G. (Motion Picture Engineering Group) pour le codage à la source.

Le professeur KUNT reproche par ailleurs aux systèmes de l'A.T.V.A. (Alliance entre General Instrument et le MIT) la taille excessive des blocs (32 x 32) au (32 x 16) utilisés dans le système vectoriel de compensation de mouvement et le sous-échantillonnage par un Facteur 4 (au lieu de 2 dans les autres propositions) des signaux de chrominance dans le sens horizontal.

Mais le système sélectionné ne sera pas forcément le meilleur sur le papier mais le plus opérationnel et le plus robuste.

Le système de Zénith-ATT utilise 2 types de modulation à bande résiduelle latérale pour mieux protéger les informations les plus sensibles tandis que l'A.T.R.C. divise la capacité du canal de transmission en deux zones dont l'une, correspondant à une haute priorité de services, module le signal avec une puissance d'émission 2 fois plus forte que l'autre.

Mais les techniques de modulation utilisées sont dans l'ensemble similaires (modulation d'amplitude monoporteuse à 16 ou 32 états...).

Un arbitrage doit être effectué entre la performance en bits/hertz et le bruit (plus il y a d'états par symbole plus les performances en débit augmentent mais plus il y a de bruit).

Nos experts du C.C.E.T.T. pensent que les efficacités spectrales des quatre propositions sont équivalentes (de 3 à 4 bits par hertz).

En conclusion, le C.C.E.T.T. estime que les propositions américaines mettent aujourd'hui l'accent non pas sur la qualité des images Haute Définition mais bien sur l'étendue des zones de couverture du service numérique terrestre en haute définition qu'elles aimeraient voir aussi larges que celles des services actuels NTSC. Or, les choix techniques retenus par les quatre candidats semblent pouvoir difficilement leur permettre d'obtenir un bon compromis qualité/couverture ce qui risque de se retourner rapidement contre eux au moment des premiers essais sur site.

ANNEXE N° 5

L'IMPORTANCE DU RÔLE DES MÉMOIRES DANS LES SYSTÈMES DE TVHD NUMÉRIQUES

Dans tous les systèmes en compétition devant la F.C.C., les mémoires jouent un rôle clé dans le codage de source.

Elles permettent de stocker les différentes informations multiplexées afin d'en contrôler et d'en régulariser le débit avant de les transmettre.

Ce sont des mémoires tampons saturables.

En cas de saturation de la mémoire, un contrôleur de codage agit sur la compression pour baisser le débit des données à traiter (leur quantification devient plus rudimentaire).

On retrouve, symétriquement, à l'arrivée, une autre mémoire tampon qui permet de contrôler le débit des données avant le démultiplexage et le décodage de source.

L'offre mondiale de mémoires est monopolisée par les Japonais qui peuvent donc en contrôler le prix.

Le système le plus dépendant à cet égard semble être celui de l'A.T.R.C. car il nécessite non seulement une mémoire de trames, du fait du balayage entrelacé, mais aussi deux types de mémoires tampons selon le niveau de priorité des informations à transmettre.

Mais ceci est la contrepartie d'un système de transport des données à deux niveaux de priorité particulièrement intéressant et les puces correspondantes sont disponibles sur le marché.

Le rôle clé des mémoires tampons saturables dans le codage et le décodage de source rend d'autant plus souhaitable le choix d'un système évolutif qui puisse s'adapter, pour mieux en tirer profit, aux progrès des capacités de ces composants.

COMPTES RENDUS DE DEUX MISSIONS AUX ÉTATS-UNIS

- 1. Mission de M. PELCHAT à Washington (février 1992)**
- 2. Mission de M. PELCHAT en Californie (octobre 1992)**

Le 25 février 1992

**COMPTE RENDU DE LA MISSION
DU 18 FÉVRIER 1992 DE M. PELCHAT
À WASHINGTON SUR LA TVHD NUMÉRIQUE**

Malgré sa brièveté, et bien que nous n'ayons pas pu rencontrer les principaux dirigeants de General Instruments et d'A.T.T., notre mission aux Etats-Unis a été très fructueuse.

La présence, comme expert accompagnateur, de M. Philippe BERNARD¹, ingénieur de France Telecom, nous a, en particulier, beaucoup apporté.

Voici, très sommairement, les principaux enseignements de notre voyage à Washington.

1°) Le niveau des recherches en France et en Europe sur la transmission numérique des signaux de l'image et du son est plus avancé que ce que l'on pourrait penser.

Ceci n'est pas suffisamment connu aux Etats-Unis et même chez nous. Un des avantages de l'étude de l'Office pourrait être de faire le point à ce sujet et de donner une certaine publicité aux travaux français et européens dans ce domaine (programme Euréka VADIS, programme RACE...).

2°) L'étude d'un système européen de TVHD numérique pour la transmission par voie hertzienne terrestre n'est pas incompatible avec la promotion des normes MAC pour la télédiffusion par satellite et par câble.

Il est donc possible de coopérer avec les Américains en ce qui concerne le hertzien terrestre sans remettre en cause notre stratégie pour le satellite et le câble, du moins dans l'immédiat (après le D2 MAC, on a le temps de réfléchir...).

1. M. Philippe BERNARD est chef d'un projet de transmission numérique au C.C.E.T.T. (Centre commun d'études de télécommunications et de télédiffusion à Rennes).

M. BERNARD est persuadé que les recherches effectuées au C.C.E.T.T. pour mettre au point le système D.A.B. (digital audio broadcasting) de radiodiffusion numérique pourraient être valorisées et constitueraient un excellent point de départ pour la réalisation d'un système de télédiffusion numérique terrestre européen.

Pour lui, il existe un marché pour la télévision numérique terrestre. Ce marché c'est celui du téléviseur portable.

Cette mobilité du récepteur n'existe ni pour la télévision par câble (nécessité d'un point de raccordement aux réseaux) ni pour la télévision par satellite (nécessité d'une antenne d'une certaine dimension).

3°) Il reste que le D2 MAC peut être transmis par voie terrestre et que l'utilisation d'une même norme pour tous les modes de diffusion de la télévision (satellite, câble, voie hertzienne) aurait l'avantage de la cohérence.

Cependant, dans l'environnement spectral actuel, l'utilisation du D2 MAC pour la diffusion hertzienne terrestre perturberait trop les autres émissions en PAL-SECAM.

Il est certes nécessaire de revoir les attributions de fréquences actuelles en France et en Europe mais en attendant, pourquoi ne pas penser au numérique pour la TV hertzienne terrestre et pourquoi ne pas envisager une coopération avec les Etats-Unis sur ce point ?

4°) L'alliance avec les Etats-Unis préconisée par l'Office en 1989 demeure nécessaire pour l'Europe pour deux raisons principales :

- notre faiblesse persistante dans le domaine des semi-conducteurs ;

- la menace nipponne qui demeure très réelle (les Japonais se préparent discrètement mais efficacement au tout-numérique, ils gardent une avance certaine dans le domaine des écrans plats et de la technologie des équipements de production, ils ont un quasi-monopole pour la fabrication des mémoires...). En outre, le lobbying du Japon aux Etats-Unis porte ses fruits, les Japonais font valoir qu'ils créent des emplois par leurs investissements en Amérique et certaines des personnes que nous avons rencontrées à Washington leur en donnent acte (M. Mac Kinney, notamment).

Ces mêmes interlocuteurs ont reconnu cependant l'existence d'un intérêt américain à coopérer sur le plan des normes avec l'Europe, du fait que le marché européen est le principal débouché des productions audiovisuelles américaines.

Ils sont donc ouverts à toute collaboration tendant à faciliter les échanges de programmes de télévision entre les deux continents.

5°) La question principale que nous nous posions lors de notre mission sur la côte est américaine en juillet dernier était la suivante : Qu'avons-nous à offrir aux Etats-Unis en échange de la coopération que nous sollicitons ?

L'Europe nous paraissait alors avoir besoin des Etats-Unis :

- pour rattraper son retard sur eux dans la conception de systèmes de TVHD entièrement numériques dont tout le monde reconnaît qu'ils constituent la solution de l'avenir (les divergences ne portent que sur les délais nécessaires à leur mise au point) ;

- pour disposer des VLSI. (circuits intégrés complexes) correspondants.

Mais qu'avions-nous à proposer en échange ?

Ainsi, contrairement à l'impression que nous avons retirée de notre voyage aux Etats-Unis en 1989, les Américains, en juillet dernier, ne nous semblaient plus tellement désireux de coopérer avec l'Europe.

Ils nous paraissaient :

- conscients d'avoir choisi une solution beaucoup plus audacieuse que celle des Européens et très différente ;

- sûrs de pouvoir réussir, seuls, ce pari, dans des délais très brefs.

Le Consortium ATRC qui regroupe les filiales américaines de Philips et de Thomson, tardivement converti au tout-numérique, semblait avoir accumulé un retard irrattrapable.

Dans ces conditions, l'Europe paraissait se trouver en situation d'infériorité et de dépendance par rapport aux Etats-Unis.

Nous continuions à avoir besoin de leur collaboration mais sans paraître en mesure de leur apporter quelque chose en contrepartie.

Ils semblaient pouvoir se passer de nous et, en conséquence, ne plus être tellement intéressés par une coopération avec nous.

6°) Le grand mérite de la mission que nous venons d'effectuer aux Etats-Unis aura été de corriger ce pessimisme exagéré et de nous

éclairer sur les terrains possibles d'entente et de coopération avec les Américains.

Sur le plan industriel tout d'abord, comme nous l'avions vu en juillet, General Instruments, spécialiste de la TV payante par satellite et allié du MIT (Massachusetts Institute of Technology), cherche un partenaire dans l'électronique grand public. Ce pourrait être les Européens. Mais tandis que G.I. est intéressé par une coopération globale dans le domaine de la TVHD, Thomson voudrait se limiter à une collaboration avec l'ATRC concernant seulement le marché américain. Cette vision des choses, quelque peu étriquée, ne constitue-t-elle pas une erreur majeure de stratégie ?

ATT, de son côté, tente de se doter d'une politique européenne. Le groupe américain paraît vouloir s'inspirer des accords récemment conclus en Europe par son rival IBM (avec Siemens et Bull) et par Hewlet Packard. ATT serait ainsi prêt à créer des emplois en Europe et à aider, pour les semi-conducteurs, les projets européens de TVHD en échange d'une levée de certaines restrictions aux exportations de ses équipements de télécommunications.

Sur le plan technologique, nous ne devons pas entretenir de complexes d'infériorité excessifs. Certes, les Américains, grâce à leur maîtrise de l'informatique, science du numérique, ont atteint un excellent niveau en ce qui concerne les algorithmes de codage numérique de l'image à réduction de débit.

Cependant, M. BERNARD pense que leurs techniques de modulation sont loin d'être aussi évoluées et que les travaux menés à cet égard au C.C.E.T.T. sont susceptibles de les intéresser.

Les techniques de modulation étudiées au C.C.E.T.T. permettraient notamment :

- d'augmenter la zone de couverture des stations émettrices américaines ;

- d'obtenir une meilleure protection contre les interférences ;

- et surtout, d'augmenter le débit numérique des informations transmises outre-Atlantique, et donc la qualité de la réception, tout en restant dans les limites imposées pour la dimension des canaux (6 MHz).

Les contraintes que l'on se fixe en matière de réduction de débit et les exigences de qualité de l'image requises seraient ainsi moins éloignées de part et d'autre de l'Atlantique.

Ces considérations ont eu l'air d'intéresser vivement les ingénieurs du Centre d'essais de la FCC que nous avons rencontrés.

En outre, M. Mac Kinney a fait état devant nous de rumeurs selon lesquelles le système de TVHD numérique du Consortium ATRC aurait rattrapé son retard sur ses concurrents grâce à un algorithme conçu par Thomson.

Il faut espérer que ces bruits, encourageants, qui circulent aux Etats-Unis, sont fondés !

*
* *
*

CONCLUSION

Les domaines qui pourraient faire l'objet d'une coopération privilégiée entre l'Europe et les Etats-Unis paraissent être ainsi :

- Les convertisseurs entre équipements aux normes européennes et américaines.

- Les semi-conducteurs nécessaires à la TVHD.

- Les écrans plats (pour lesquels les Japonais disposent d'une avance importante).

Des échanges de technologie pourraient avoir lieu entre les deux continents : techniques numériques américaines de compression du signal vidéo contre techniques avancées de modulation européennes.

M. PELCHAT a proposé de réunir au printemps prochain, autour d'une table ronde, tous les acteurs (industriels, producteurs, diffuseurs, pouvoirs publics) européens et américains qui pourraient être intéressés par une coopération technologique, industrielle et commerciale, face au Japon, entre l'Europe et les Etats-Unis.

Cette idée a paru séduisante à nos interlocuteurs. La réunion suggérée aurait au moins le mérite de permettre aux intéressés d'échanger des informations sur l'état d'avancement de leurs travaux mutuels de recherches et de réfléchir aux formes possibles de coopération entre eux.

Elle pourrait, dans la meilleure hypothèse, conduire la F.C.C. à imposer un rapprochement entre les propositions d'origine entièrement américaines et celles émanant de l'ATRC, compte tenu de ce que l'Europe montrerait qu'elle est capable d'apporter aux Américains, notamment sur le plan technologique.

Paris, le 12 Octobre 1992

LES CONCLUSIONS DU VOYAGE DE M. PELCHAT EN CALIFORNIE : LA RAPIDITÉ DES PROGRÈS DU NUMÉRIQUE AUX ÉTATS-UNIS INTERPELLE L'EUROPE

M. Michel PELCHAT s'est rendu récemment sur la côte Ouest des Etats-Unis pour faire le point sur les propositions américaines de systèmes de télévision numériques.

Il y a rencontré des représentants de Hughes Direct TV, General Instrument (GI) et de la Société C Cube Microsystems, spécialisée dans la conception des algorithmes de codage à réduction de débit et des circuits intégrés correspondants.

Les principales conclusions que M. PELCHAT retire de son voyage aux Etats-Unis sont les suivantes :

1. Une course de vitesse acharnée s'est engagée entre les différents diffuseurs américains (selon qu'ils utilisent le câble, le satellite ou des émetteurs terrestres hertziens) pour la mise en oeuvre de systèmes de télévision numériques.

Les calendriers sont très serrés et les échéances très rapprochées avec, dans l'ordre chronologique, pour les deux prochaines années :

- Début 1993 : les premières transmissions numériques des émissions conventionnelles en NTSC vers les têtes de réseaux câblées (les modulateurs et démodulateurs de GI sont déjà prêts) ;

- Mars 1993 : la réunion du Motion Picture Engineering Group (MPEG), qui doit décider d'une norme commune éventuelle de codage de source (pour la compression numérique des signaux de télévision à réduction de débit).

- Juin 1993 : la décision de la FCC relative à un standard de télévision avancée pour la diffusion hertzienne à partir d'émetteurs terrestres ;

- Fin 1993 : le lancement du premier satellite de télédiffusion directe de Hughes et l'installation chez les abonnés aux réseaux câblés des premiers décodeurs numériques.

- **Juin 1994** : le lancement du deuxième satellite de Hughes Direct TV co-localisé sur la même position orbitale que le premier (les deux satellites qui comprennent seize transpondeurs chacun seront capables de véhiculer plus de cent programmes à la fois vers les foyers américains dotés d'antennes de 60 cm et de décodeurs à 700 \$).

2. Le projet Hughes Direct TV a de quoi inquiéter les diffuseurs terrestres et les câblo-distributeur. Il tend, en effet, à exploiter les avantages non seulement quantitatifs du numérique (multiplication de programmes) mais aussi qualitatifs (format 16:9, son CD, image comparable à celle d'un magnétoscope S-VHS, comprenant presque deux fois plus de points par ligne que le NTSC).

En outre, les premières émissions directes par satellites feront l'objet d'une diffusion commerciale dès le début de 1994, en même temps que commenceront seulement à être disponibles les premiers décodeurs numériques chez les abonnés aux réseaux câblés et avant que ne soit utilisée la nouvelle norme numérique hertzienne terrestre de télévision avancée.

3. La sélection par Hughes de Thomson Consumer Electronics (pour la partie compression et réception individuelle du projet) et de News Datacom (Société du groupe Murdoch) pour le système de cryptage, montre que les Européens n'ont pas de complexes à avoir en matière de télévision numérique (G I qui était aussi sur les rangs n'a pas été retenu...).

En outre, le choix de Thomson de jouer à fond la carte de la norme de compression MPEG 2 dans le cadre du projet Direct TV semble judicieux.

Cette norme a, en effet, des chances d'être retenue également pour la transmission hertzienne terrestre (ce qui permet de créer des synergies entre les recherches menées au sein du groupe en ce qui concerne les deux types de diffusion et de faciliter la compatibilité entre eux au niveau de la réception).

En raison du calendrier très tendu des essais devant la FCC, les différents concurrents semblent effectivement avoir tous été contraints de se rallier plus ou moins aux propositions du MPEG (qui ont l'avantage de correspondre à des solutions éprouvées et de faire appel à des puces déjà disponibles sur le marché).

4. Il n'en demeure pas moins que la démarche de franc-tireur qui associe Thomson à Hughes risque d'entraîner, pour le groupe français, les inconvénients suivants :

- indisposer à son encontre la FCC qui considère que sa mission est d'abord de protéger les diffuseurs terrestres et se montre irrité par la commercialisation - qu'elle juge prématurée - de récepteurs 16:9 ;

- avantager par la même occasion ses concurrents (notamment G I dont le système, s'il n'est peut-être pas le meilleur sur le papier, est du moins le plus opérationnel) et resserrer leurs liens avec les câblo-distributeur ;

- conduire la FCC à vouloir respecter plus que jamais le calendrier très serré qu'elle s'est fixée et rendre par là même plus difficile une solution de compromis à laquelle serait associé l'ATRC¹ ou une coopération avec l'Europe concernant le codage canal

Il ne s'agit pas, en effet, seulement d'obtenir la plus forte réduction de débit possible, grâce aux méthodes de compressions numériques (codage de source), mais aussi de transporter le plus de données, le plus loin possible, dans les limites de bandes passantes imparties (codage de canal), en maximisant le ratio bits/hertz.

Il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine dans lequel l'Europe préconise des solutions intéressantes (techniques dites "multiporteuses").

En conclusion M. PELCHAT souhaite ardemment :

- que l'Europe ne tarde pas davantage à s'engager à fond dans le développement de système de télévision numérique conventionnels ou à définition améliorée ;

- que l'ATRC obtienne d'être associé à une solution finale de compromis concernant le choix par la FCC de la future norme numérique américaine de télévision avancée terrestre ;

- que les États-Unis prennent le temps de coopérer avec l'Europe, notamment dans le domaine du codage de canal, afin d'offrir aux téléspectateurs la meilleure qualité possible de service, de faciliter les échanges de programmes entre les deux continents et, enfin, d'écarter définitivement la menace japonaise.

1. L'ATRC est le consortium qui associe à Thomson-Philips, la chaîne NBC, le centre de recherche Sarnoff, et les Compression Laboratories.
Les principaux concurrents de l'ATRC sont les deux tandems Zenith-ATT et General Instruments-MIT (Massachusetts Institute of Technology).

EXAMEN DES CONCLUSIONS DES RAPPORTEURS PAR L'OFFICE PARLEMENTAIRE

Au cours de sa réunion du mercredi 9 décembre 1992, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques a examiné les conclusions du présent rapport.

M. Raymond Forni a tout d'abord rappelé que les avantages des technologies numériques, qui tiennent à leur souplesse d'utilisation et à la préservation qu'elles permettent de la qualité du signal initial, avaient conduit à les imposer d'ores et déjà au niveau de la production audiovisuelle et du traitement de l'image dans le récepteur.

Le seul maillon de la chaîne télévisuelle qui soit demeuré analogique est la transmission car il est difficile de maîtriser le débit considérable des données à diffuser et de se prémunir contre des phénomènes indésirables tels que des perturbations ou l'évanouissement du signal au-delà d'une certaine distance.

Ces obstacles sont néanmoins en voie d'être surmontés plus rapidement qu'on aurait pu le penser, notamment grâce à la conception d'algorithmes de codage de source à compression de débits et à des techniques de détection et de correction des erreurs de transmission.

M. Raymond Forni a souligné que ses conclusions et celles de M. Michel Pelchat sont fondées sur une certitude et un constat.

Il est certain, en premier lieu, que l'avenir appartient au tout numérique, la question qui se pose est de savoir quand celui-ci sera en mesure de triompher.

La mise au point de systèmes de télévision à haute définition à transmission numérique se heurte encore, en effet, à certaines difficultés techniques relatives à l'optimisation, en diffusion terrestre, du compromis entre la qualité de l'image, la zone de couverture et la dimension des canaux.

Par ailleurs, le coût des composants peut constituer un obstacle à un succès commercial rapide des nouvelles normes.

Force est de constater, en second lieu, que le D2 MAC, bien qu'il soit prêt à l'emploi, et malgré ses qualités, ne parvient pas à s'imposer avec la rapidité dont dépend sa viabilité en tant que norme transitoire.

Le problème posé aujourd'hui est celui du financement des mesures de soutien à l'utilisation de cette norme intermédiaire et du nouveau format 16:9 qui lui est désormais associé.

L'enjeu en est important, puisqu'il s'agit, aussi bien, de la situation de l'industrie électronique européenne et de la rentabilisation de ses investissements, de la mise en oeuvre de la directive communautaire du 11 mai 1992, et de l'avenir de la norme de cryptage européenne ouverte "Eurocrypt", face aux systèmes propriétaires concurrents "Syster" (Canal +) et Vidéocrypt (BSky B).

M. Raymond Forni a ensuite présenté aux membres de l'office les cinq séries de conclusions auxquelles **M. Michel Pelchat** et lui-même sont parvenus au terme de leur analyse.

1. Il faut, en coopération avec les États-Unis, activer et mieux coordonner les recherches européennes sur le numérique, en donnant la priorité à la diffusion terrestre et à l'homogénéisation des standards.

2. Il convient de produire dès maintenant en haute définition et au format 16:9.

3. Il importe de réfléchir, sans plus tarder, aux changements d'attribution de fréquences que peut nécessiter ou permettre l'utilisation des nouvelles technologies, du fait, notamment, du développement des télécommunications avec et entre les mobiles et de la télédiffusion par satellite.

4. Les obstacles au développement de la télévision à haute définition relatifs à certains composants, comme les écrans plats, et les semi-conducteurs, doivent, d'autre part, être surmontés.

5. Enfin, concernant l'avenir des normes MAC, **M. Raymond Forni** a estimé que les conclusions qu'il soumettait, avec **M. Michel Pelchat** à l'approbation de la délégation étaient nuancées.

L'utilisation du D2 MAC, tout d'abord, ne paraît pas incompatible avec l'activation des recherches européennes sur des systèmes de télévision entièrement numériques, ni même avec l'exploitation rapide de systèmes de compression et de transmission numériques par satellite. Ces derniers tendent, en effet, à multiplier le nombre de programmes transmis par un canal de satellite et non pas à améliorer la qualité de l'image.

Dans l'intérêt même, d'autre part, du D2 MAC et de la norme de production européenne à 1250 lignes, leur sort doit être dissocié de

celui, beaucoup plus incertain, du HD MAC (norme de diffusion analogique à 1250 lignes).

M. Michel Pelchat a alors souligné que les conclusions du rapport qui venaient d'être présentées représentaient un compromis entre ses propres positions et celles de M. Raymond Forni.

Il s'est déclaré très pessimiste sur l'avenir du D2 MAC et, notamment, sur le financement du plan d'action communautaire de soutien à cette norme.

Il a estimé que l'avenir était à la multiplication des chaînes thématiques et que seraient utilisées en Europe, dans cette perspective, avant 1995, des technologies numériques permettant de comprimer et de transmettre plusieurs programmes par l'intermédiaire d'un seul répéteur de satellite.

Les conclusions des deux rapporteurs ont alors été adoptées à l'unanimité par la délégation.

REMERCIEMENTS

Les rapporteurs et leur collaborateur tiennent à exprimer leur gratitude pour l'hospitalité et l'aide qui leur ont été accordées.

I - À L'OCCASION DE LEURS MISSIONS AUX ÉTATS-UNIS

- à :
- M. Jacques ANDRÉANI, Ambassadeur ;
 - M. Michel LENNUYEUX-COMMÈNE, Ministre conseiller ;
 - M. Benoît d'ABBOVILLE, Consul général à New-York ;
 - Mme de CHAMBRUN, Attachée scientifique du Consulat de France à Boston ;
 - M. Serge SCHOEN, Attaché pour les télécommunications à l'Ambassade ;
 - M. Bruno OUDET, Attaché scientifique à l'Ambassade ;
 - M. Yves GUINET, Directeur, Philips EGP ;
 - M. Philippe BERNARD, Chef de projet au CCETT ;
 - M. Thierry MILEO, Sous-Directeur au Ministère des Postes et Télécommunications.

II - À L'OCCASION DE LEURS INVESTIGATIONS EN EUROPE

- à :
- M. Daniel POMMIER, Directeur du CCETT ;
 - MM. Philippe BERNARD et Serge MARTI, CCETT ;
 - M. Murat KUNT, Professeur à l'EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) ;
 - M. Yves GUINET, Directeur, Philips EGP ;
 - M. Thierry MILEO, Ministère des Postes et Télécommunications ;
 - MM. HUE et ANUS et Mlle AUDRIEU, SIMAVELEC (Syndicat des industries de matériels audiovisuels électroniques) pour la transcription des auditions publiques organisées par l'Office en septembre 1992.