16° V
2125/1

que sais-je ?

LES MÉDIAS DU FUTUR

FRÉDÉRIC VASSEUR



PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

NC

QUE SAIS-JE ?

1565653

Les médias du futur

FRÉDÉRIC VASSEUR

Deuxième édition mise à jour

10e mille



16° V
21251

DL-19081993-26252

REMERCIEMENTS

Aux nombreuses personnes qui m'ont reçu ou aidé pendant mon enquête, particulièrement :
Michel Ayel (Philips), Lucien Banton (Canal Plus), Pierre Boni (Ciné tv Mac), Christine Claverie (Philips), Alain Croisier (IBM), Michel Duvet (CCETT), Jacques Guichard (CNET), Michel Hareng (Thomson), Jean-Hugues Lauret (Sphère Com), Jean-Michel Luquot (Apple).

Aux personnes qui ont relu tout ou partie de ce livre avant sa publication :
Marie-Jo Coutanceau, Benjamin Hannuna, Pascal Lefort, Gérard Poirot, Maurice Ronai, Jean-Pierre Vasseur.

PRINCIPALES SOURCES
DE DOCUMENTATION PRESSE

Courrier international (hebdomadaire proposant une sélection d'articles de la presse internationale traduits en français), *Le Journal de l'Atelier* (bimestriel sur les technologies de l'information), *INF Télécom* (lettre quotidienne d'informations sur les télécommunications), *Science et Vie* et son supplément *Science et Vie High Tech* (très orienté sur les nouveaux médias), *Le Point, Libération.*

ISBN 2 13 045718 5

Dépôt légal — 1re édition : 1992
2e édition mise à jour : 1993, juin

© Presses Universitaires de France, 1992
108, boulevard Saint-Germain, 75006 Paris

INTRODUCTION

En 1980, le micro-ordinateur et le fax balbutient. Le disque compact n'existe pas. Le minitel est un prototype, le RNIS (Réseau numérique à intégration de services) est un concept. Le téléphone mobile ou le magnétoscope sont réservés à une poignée de privilégiés.

Au début des années 90, on recense en France 2 millions de micro-ordinateurs, 1 million de télécopieurs, 420 000 abonnés au radiotéléphone, 8 millions de magnétoscopes, 6,3 millions de minitels permettant de consulter plus de 20 000 services télématiques. Après avoir rangé le microsillon au rayon des antiquités, le disque compact devient un support d'images, de textes, de données informatiques. Le RNIS est partout disponible.

Que seront les technologies de l'information de l'an 2000 ? De quels instruments disposera-t-on, au travail ou à domicile, pour communiquer, recevoir et émettre de l'information ? Les innovations importantes existent en laboratoire au moins dix ans — souvent vingt ans — avant leur apparition sur le marché. Faisant l'objet d'articles, de travaux de normalisation, d'études de marché, les grands projets sont tous connus. Il est donc relativement facile d'imaginer ce que seront les outils et services de communication du début du IIIe millénaire.

Les projets sont extrêmement nombreux, et concernent bien entendu tous les médias : micro-ordinateur, télévision, disque compact, téléphonie et télématique.

Plusieurs phénomènes sont cependant à distinguer :

on assiste, en premier lieu, à l'amélioration d'un certain nombre de produits bien connus. La télévision, par exemple, devient haute définition, avec son d'une qualité comparable à celle d'un disque compact. La radio ou le magnétophone fonctionnent également avec du son numérique. Les micro-ordinateurs sont plus rapides, plus puissants, plus faciles à utiliser ou à programmer...

De nombreux produits, parallèlement, connaissent d'importantes baisses de prix, permettant une extension considérable de leurs marchés. Des appareils comme les téléphones portables, les fax, les micro-ordinateurs deviennent rapidement à la portée de toutes les bourses. Les microprocesseurs sont une ressource aussi commune que le plastique. On les trouve partout. La télévision, ou même le téléphone de l'an 2000, contiennent autant d' « intelligence » que des gros ordinateurs d'aujourd'hui.

Il émerge enfin des produits ou des services totalement nouveaux. Le visiophone, téléphone permettant de voir son interlocuteur, appartient à cette catégorie. Son lancement dans le grand public devrait intervenir vers 1995. Plus proche de nous, le CD-I (Compact disque interactif) est un disque compact, de même format que le CD Audio, qui diffuse non seulement des sons, mais aussi des images fixes ou animées, des textes, des programmes informatiques... On assiste, d'une manière générale, au développement des services « multimédias », mariant les images, les textes et les sons, avec possibilité pour l'utilisateur de piloter le programme à sa guise. Le multimédia constitue un système d'information réellement nouveau, qui devrait trouver d'innombrables applications dans les domaines de l'éducation, culture, banques de données, échanges de documents...

Les enjeux industriels sont considérables. La télévision haute définition, par exemple, ouvre la perspective de remplacer 700 millions de récepteurs, et de renouve-

ler tous les équipements de production d'images. Les industriels de l'informatique, d'autre part, sortent des produits de plus en plus puissants et de moins en moins chers. Saisis d'effroi devant leurs propres performances, ils savent qu'il leur faut trouver de nouveaux marchés, et donc de nouvelles applications, pour éviter non seulement une baisse de leur croissance, mais sans doute une crise majeure. Les programmes multimédias de jeux, éducation, culture, etc., apparaissent comme les seules applications susceptibles d'ouvrir le marché du grand public, aujourd'hui quasiment vierge. A la clé, des millions de micro-ordinateurs à vendre dans les foyers...

Les enjeux que l'on peut qualifier de nationaux ne sont pas moins importants. Dans le domaine de l'électronique, les années 60 furent marquées par l'hégémonie américaine, les années 80 par la fantastique réussite des Japonais. Les Etats-Unis, qui ont vu disparaître leur toute-puissante industrie des téléviseurs, ont aujourd'hui des inquiétudes dans le domaine beaucoup plus stratégique des composants. Les Européens, qui ont réussi à préserver une industrie des téléviseurs (mais en perdant la bataille des magnétoscopes), savent que leur secteur de l'informatique et des composants (ce qu'il en reste...) est lourdement menacé. Dans cette compétition sans merci, les nouvelles technologies apparaissent aux Européens et aux Américains comme une chance de remettre les compteurs à zéro, de repartir sur de nouvelles bases. La bataille de normes sur la télévision haute définition, par exemple, n'a pas d'autre sens.

S'ils sont moins faciles à appréhender, les enjeux sociaux et culturels ne sont pas moins réels. Les nouveaux médias doivent renouveler les méthodes d'enseignement, permettre une plus grande souplesse dans l'organisation du travail (le travail à domicile en particulier), améliorer l'efficacité des systèmes administratifs, et d'une manière générale démocratiser l'accès à la

culture et à l'information. Côté pile, on peut redouter des millions de suppressions d'emplois (justement à cause d'une meilleure productivité administrative), ainsi qu'une généralisation d'une « culture de l'urgence ». La rapidité que procurent les moyens de communication modernes sera-t-elle utilisée pour travailler mieux, ou simplement plus vite ?

Les trois premiers chapitres de ce livre traitent des aspects généraux : la numérisation de l'information, technique à la base de tous les progrès des nouveaux médias ; le multimédia, qui, comme nous l'avons déjà évoqué, est, en terme de contenu, la très grande innovation de cette fin de siècle ; « l'information au bout des doigts », chapitre où sont présentées les principales tendances de l'évolution des moyens de communication et, sommairement analysé, l'impact social et culturel que l'on peut attendre de la généralisation des nouveaux médias.

Les autres chapitres traitent des nouvelles technologies les unes après les autres : la TVHD, le micro-ordinateur, les disques compacts, les réseaux de télécommunications, etc. Ces chapitres sont autonomes, il est possible de les lire dans n'importe quel ordre.

La situation française fait souvent l'objet d'une attention particulière. En dépit de redoutables échecs dans les domaines des composants électroniques et de la micro-informatique, la France demeure généralement à la pointe des nouvelles techniques de communication, et surtout de leurs applications.

Pour terminer avec les questions de méthode, signalons que peu de chiffres prospectifs sont donnés dans cet ouvrage. L'examen des prévisions formulées par les experts dans le passé montre que les affirmations du genre « le marché de la TVHD sera de *x* milliards de dollars en l'an 2000 » sont au mieux fausses, au pire ridicules...

Chapitre I

LES CONCEPTS GÉNÉRAUX

I. — La numérisation de l'information

Les progrès des médias du futur reposent pour l'essentiel sur une technique fondamentale : la numérisation. Dans les systèmes traditionnels, dits analogiques, les signaux (de radio, de télévision, etc.) sont véhiculés sous la forme d'ondes électriques continues. Avec la numérisation, ces signaux sont codés comme des suites de nombres, eux-mêmes souvent représentés en système binaire par des groupes de 0 et de 1. Le signal se compose alors d'un ensemble discontinu (discret, selon le langage des scientifiques) de nombres. Il est devenu un fichier de nature informatique.

1. **Les techniques de numérisation.** — Les techniques de numérisation sont très complexes, mais le principe est simple. Tout signal analogique peut être représenté par un ensemble de courbes continues. Pour numériser ce signal, on décompose les courbes qui le représentent en une suite de points régulièrement espacés (échantillonnage). On mesure la valeur de chaque point par rapport à une échelle comprenant un nombre suffisant de niveaux (quantification). Enfin, l'amplitude de l'échantillon quantifié est remplacée par le nombre entier qui la mesure (numérisation).

Afin que la représentation numérique soit fidèle à la courbe d'origine, il importe que les échantillons soient suffisamment proches les uns des autres. Les lois de la physique indiquent que la fréquence d'échantillonnage doit être au moins le double de la plus haute fréquence contenue dans le signal. Le disque compact, par exemple, est échantillonné à 44 100 Hz par voie : une seconde de musique correspond ainsi à 44 100 échantillons !

L'ensemble de ces opérations (échantillonnage, quantification, numérisation) est regroupé dans un « convertisseur analogique/numérique », actuellement réalisé sous forme de circuits intégrés de prix très bas pour d'excellentes performances.

Pour l'utilisation finale, le signal numérique doit presque toujours être retransformé en signal analogique. Ceci s'effectue en deux étapes, dans un équipement souvent appelé « décodeur ». Tout d'abord, les nombres sont transformés en impulsions d'amplitudes correspondantes à leur valeur. Le signal continu est ensuite obtenu par interpolation entre ces impulsions, ce qui s'effectue en pratique avec un filtre électrique. S'il n'y a pas eu d'erreurs dans la transmission des nombres, le signal ainsi reconstitué n'est pas discernable du signal original, à la précision de la quantification près.

2. **La transmission du signal.** — Les avantages de la numérisation sont considérables. Ils concernent aussi bien la transmission que le traitement de l'information.

Aucun équipement n'étant parfait, toute opération de transmission (radiodiffusion d'un concert, recopie d'une cassette de magnétoscope, lecture d'un disque, etc.) détériore le signal. Elle lui fait subir de la distorsion et lui ajoute des signaux parasites, souvent appelés « bruits de fond ». Cette détérioration est définitive — irrécupérable — sur un signal analogique. C'est ainsi que la réception d'un émetteur radio se détériore avec l'éloignement, ou qu'une copie de copie de cassette de magnétoscope devient de très mauvaise qualité.

Le signal électrique représentant un message numérique est également abîmé par la transmission, mais les éléments représentant les 0 et les 1 sont à l'origine fort différents. Une dégradation pas trop importante permet ainsi de distinguer sans ambiguïté les 0 des 1, donc de « régénérer » le signal exactement comme il avait été émis (en revanche, la perte du signal est totale quand les 0 et les 1 ne peuvent plus être distingués).

La numérisation permet en outre un contrôle des erreurs de transmission, au prix de la communication d'une information supplémentaire, dite de redondance. Prenons l'exemple, usuel en informatique, où l'information est découpée en groupes de 8 bits, ou octets. Il y a 256 octets possibles, de 00000000 à 11111111. Si les octets sont envoyés tels quels, il n'y a aucun moyen de savoir si l'octet reçu est bien celui qui a été émis, ou s'il s'est produit une erreur de transmission. Pour détecter les erreurs, on ajoute à chaque octet un 9e bit, dit bit de parité, qui est 0 ou 1 selon que l'octet contient un nombre pair ou impair de 1. Il existe ainsi 512 groupes de 9 bits, dont seulement 256 sont cohérents et ont pu être émis. La réception d'un groupe cohérent indique que la transmission a été correcte (ou qu'il s'est produit 2 erreurs, ce qui est très rare sur une bonne liaison). La réception d'un groupe incohérent indique qu'il s'est produit une erreur (ou 3, ce qui est

exceptionnel). La réaction usuelle, en cas d'erreur, est de demander une nouvelle transmission. Ce procédé est largement utilisé dans les transmissions télégraphiques, et dans les mémoires des ordinateurs.

Il existe un très grand nombre de codages plus complexes, qui ajoutent un nombre plus élevé de bits de redondance afin non seulement de détecter les erreurs de transmission, mais aussi de les corriger sans qu'il soit nécessaire de demander une nouvelle liaison.

3. **Le traitement du signal.** — Les avantages de la numérisation dans le traitement du signal sont également très importants. Par traitement, nous entendons toutes les opérations possibles de modification et transformation du signal. Un traitement simple sur un signal sonore sera un filtrage destiné à faire ressortir certaines fréquences, ou l'introduction d'un effet de réverbération. Un traitement complexe sur une image consistera par exemple à en extraire les contours ou à y rechercher l'existence de certaines formes, à rendre nette une photo floue, etc.

Pour des traitements complexes, l'équipement analogique devient vite compliqué, long et difficile à construire ou à modifier, voire impossible à réaliser si la précision nécessaire est trop grande. Au contraire, quand le signal est numérisé, le traitement s'effectue par des moyens informatiques, dont la précision n'est pas limitée. Les essais et la mise au point se font sur un ordinateur d'usage général. La construction d'un équipement est remplacée par l'écriture d'un programme. Un matériel logique spécialisé est ensuite éventuellement fabriqué.

Les possibilités de chiffrement constituent un autre avantage, un peu particulier, de la numérisation. Il est certes possible de chiffrer des données analogiques, mais cette opération détériore souvent le signal, et surtout en laisse une bonne partie intacte. Un bon exemple est le cryptage de Canal Plus, qui rend l'image désagréable à regarder, mais laisse néanmoins comprendre ce qu'elle représente. Le piratage, de plus, n'est pas très difficile.

Avec un signal numérisé, le chiffrement consiste à remplacer les nombres successifs par d'autres selon une règle secrète, qui peut être très compliquée. Le message chiffré ressemble à une suite de nombres tirés au hasard, donc sans aucune signification. Il est ainsi très difficile, voire impossible, de reconstituer le message clair sans connaître la règle secrète utilisée. Par contre, le destinataire qui connaît cette règle saura reconstituer sans erreur la suite des nombres émis, et retrouvera exactement le message clair, sans aucune détérioration.

4. **Les fantastiques progrès des composants numériques.** — Le développement de la numérisation et de ses applications s'appuie évidemment sur les extraordinaires progrès des composants électroniques et des ordinateurs. La fameuse loi de Moore, formulée dès 1975 par le scientifique du même nom (fondateur d'Intel, l'un des principaux producteurs de puces électroniques), précise que la puissance double tous les un an et demi.

En dix ans, le nombre de composants contenus dans une puce a été multiplié par 100. Un petit micro-ordinateur actuel, coûtant quelques milliers de francs, est plus puissant que la grosse machine des années 60, utilisée à l'échelon central d'une entreprise, et qui devait être installée dans une salle climatisée.

Aucun spécialiste n'imagine que cette croissance exponentielle s'arrête avant une vingtaine d'années (on arrivera alors peut-être aux limites de la physique des composants). A la fin de la décennie, la puissance des petits micro-ordinateurs sera supérieure à celle des grands calculateurs d'aujourd'hui. Un visiophone des années 95 sera capable d'effectuer 500 millions d'opérations par seconde. Concrètement, la puissance informatique devient une « matière première » aussi commune que le plastique. Tous les informaticiens savent que ce qui est difficile et coûteux aujourd'hui sera facile et bon marché demain...

Cette situation, il faut le souligner, est unique dans l'histoire des sciences. Jamais une technologie n'a connu un développement à la fois aussi important et aussi rapide. C'est devenu un lieu commun que de rappeler que, si l'automobile avait suivi la même évolution que l'informatique depuis trente ans, une voiture moderne serait largement supersonique, couvrirait une distance égale à celle de la Terre à la Lune avec moins d'une goutte d'essence, et qu'il coûterait moins cher de la remplacer que de la laver...

5. **Les techniques de compression.** — Les systèmes numériques, cependant, présentent un inconvénient majeur : ils sont beaucoup plus volumineux que leurs équivalents analogiques. Une photo 24× 36, par exemple, avec une bonne définition de 150 points par millimètre carré, comprend environ 20 millions de points (pixels). Si l'on numérise chacun de ces 20 millions de points, avec 2 ou 3 octets par point, on obtient un fichier de 40 à 60 Mo. Une photo couleur suffit à saturer le disque dur d'un ordinateur de 40 Mo ! Une image vidéo, de moins bonne qualité que celle du 24× 36, occupe presque 1 Mo. Sachant que la télévision fait défiler 25 images par seconde, ce même disque dur de 40 Mo contient moins de deux secondes de film vidéo.

Pour réduire le volume du signal numérique, la seule solution

est de diminuer le nombre de données qu'il contient. Heureusement, de nombreuses données sont redondantes, inutiles ou peu utiles. C'est là qu'interviennent les techniques de compression. Celles-ci sont extrêmement nombreuses. Nous n'avons la place de ne citer que quelques exemples, à titre indicatif.

Le bon vieux code Morse attribue des codes courts aux lettres fréquentes, et des codes longs aux lettres rares. Ce procédé demande environ 2 fois moins de bits pour transmettre un message que le codage direct des 26 lettres de l'alphabet, où il faut 5 bits par lettre. Cette idée d'affecter des codes courts aux combinaisons fréquentes et des codes longs aux combinaisons rares a été reprise dans de nombreuses applications.

Une méthode de compression utilisée dans les fax consiste à considérer le document comme un dessin, et à le décomposer en un certain nombre de lignes. Chaque ligne comprend une grande quantité de points blancs et peu de points noirs. On réalise une compression appréciable en ne transmettant que les longueurs des traits blancs séparant les points noirs.

L'expérience montre également que la variation d'un signal téléphonique ou de télévision est plus souvent lente que rapide. On parle généralement de manière uniforme (sans élever brutalement la voix), et, statistiquement, une image de télévision a beaucoup de chances de ressembler à la précédente (le décor n'a pas bougé, le présentateur est resté le même, etc.). Plutôt que de coder chaque échantillon, il est beaucoup moins volumineux de ne coder que les différences entre deux échantillons successifs. Ce système, qui reconstitue le signal de proche en proche en ne prenant en compte que les modifications, porte le nom de « Delta-PCM (Pulse coded modulation) ». Il est très souvent mis en œuvre.

La future télévision à haute définition, au standard HD Mac, exploite de plus le fait que l'œil voit bien les détails dans les parties fixes de l'image, mais beaucoup moins bien dans les parties en mouvement rapide. L'image est fictivement divisée en petits carrés. Un signal auxiliaire, transmis dans le canal de données du standard Mac, indique si l'image dans chaque petit carré est fixe, lentement mobile ou rapidement mobile. Si le petit carré correspond à une partie fixe, l'image y sera de très bonne qualité. Si le petit carré correspond à une partie rapidement mobile, l'image y sera beaucoup moins précise. Un traitement intermédiaire est pratiqué dans les parties lentement mobiles.

La plupart des systèmes numériques mettent en œuvre plusieurs techniques de compression conjointement. Une norme de compression des images fixes, JPEG (Joint photographic expert group) semble être en train de s'imposer au plan mondial. Pour

la compression des images animées, la norme MPEG (Moving pictures expert group) est en cours de finalisation. Destiné aux applications informatiques, MPEG permet d'obtenir une qualité un peu inférieure à celle de la vidéo à un débit de 1,5 Mbit/s. Chaque image est comprimée d'un facteur 30, et n'occupe plus que 30 ko de mémoire.

Pour des résultats optimaux, les algorithmes de compression doivent être intégrés directement dans les puces. La plupart des sociétés de composants développent des puces dédiées à la compression. Intel, notamment, propose avec le DVI un système (puces et logiciels) de compression des images adopté par nombreux constructeurs, dont IBM.

6. **L'hégémonie du numérique sur l'analogique.** — Les progrès des composants électroniques d'une part, des techniques de compression d'autre part, permettent le remplacement progressif des équipements analogiques par des systèmes numériques. Tous les moyens de communication sont soit déjà numériques, soit sur le point de le devenir :

Téléphone. — Les premiers commutateurs (centraux) numériques ont été installés au début des années 70. Le trafic entre ces commutateurs est numérique, tandis que la liaison de l'abonné au central reste analogique. Le RNIS (Réseau numérique à intégration de services) rend la communication numérique de bout en bout.

Musique. — Apparu en 1984, le disque compact offre à la fois le son numérique et la lecture laser (contrairement à ce que pensent beaucoup de gens, ces deux techniques sont indépendantes. Le vidéodisque, par exemple, est un système analogique à lecture laser. Le DAT est un système numérique à lecture magnétique).

Photo. — Kodak et Philips lancent le CD Photo en 1992. Les photographies prises avec des pellicules normales sont numérisées, stockées sur disque compact de même format que le CD Audio, et visionnées sur la télévision.

Radio. — Le DAB (Digital Audio Broadcasting), procédé de radiodiffusion d'un son numérique de qualité disque compact, est en cours de standardisation, et devrait être opérationnel à partir de 1995.

Magnétophone. — Le DAT (Digital Audio Tape) est un magnétophone numérique qui, avec le DCC (Digital Compact Cassette), un procédé concurrent, commence à trouver sa place dans les chaînes haute fidélité.

Télévision. — Les postes de télévision haut de gamme (à mémoire de trame) numérisent déjà l'image avant de l'envoyer sur l'écran. Les nouvelles normes de télévision (D2 Mac, HD Mac et MUSE) ne prévoient néanmoins pas la transmission de