

TECHNIQUES DE TÉLÉDIFFUSION ET QUALITÉ DE LA RÉCEPTION

Rapport introductif présenté par Mathilde PERSUY

La télévision, transmission à distance d'images animées et sonorisées, est née de la conjonction de plusieurs découvertes dans les domaines de l'image et du son : la photoélectricité, qui constate la possibilité de certains corps à transformer la lumière en énergie électrique ; les ondes hertziennes, capables de transporter son et image ; les systèmes d'analyse permettant de décomposer puis de recomposer une image point par point et ligne par ligne.

Les premières tentatives s'inspirent du cinématographe inventé par les frères Lumière en 1895 et s'appuient sur la mécanique, notamment pour l'analyse de l'image. En 1881, Constantin Senlecq expérimente les principes du balayage avec le téléscope. En 1884, Paul Nipkow crée un disque percé de trous en spirale. A chaque tour du disque, l'image est décomposé en points, traduits par un signal électrique dont l'intensité est proportionnelle à la lumière émise. Ces procédés seront repris par de nombreux chercheurs, mais l'analyse reste mécanique. Ainsi, John Baird invente le « televisor » en 1923, qui transmet des images à 16 lignes. En 1929, il commence à émettre en 30 lignes, qui seront portées à 240 en 1936.

Dans le même temps, des recherches portant sur une télévision électronique sont menées aux Etats-Unis. En 1905, Lee de Forest crée le premier tube électronique : la triode, dispositif amplificateur à la base de tout circuit électronique sophistiqué. C'est sur cette base que Boris Resling met au point le premier tube cathodique en 1911. Vladimir Kosma Zworykin, élève de Resling, fait en 1933 une démonstration de son iconoscope, ancêtre des caméras vidéo, qui assure le balayage de l'image grâce à un faisceau d'électrons. La télévision est née. Les premières émissions régulières firent leur apparition en France en 1935.

Depuis, notre chère télévision a bénéficié de l'essor des télécommunications et de l'informatique, qui ont permis à la fois d'améliorer sa qualité visuelle et auditive et d'offrir de nouveaux services aux téléspectateurs. De son alliance avec les télécommunications sont nées de nouvelles voies pour la télédiffusion : le câble d'abord, puis le satellite et enfin l'ADSL. Les progrès dans le domaine de l'informatique ont opéré un basculement progressif de l'analogique

vers le numérique. Si Internet est le résultat de ce passage au numérique, son succès a en retour généralisé la numérisation -dont la TNT est l'incarnation la plus récente- qui touche aujourd'hui tant les modes de diffusion que les contenus, autorisant de nouvelles pratiques télévisuelles.

CHAPITRE 1- LE PARADIGME DE LA QUALITÉ.

L'amélioration de la résolution des images de télévision a été une préoccupation constante depuis les premiers essais du système Baird. Le système analogique des débuts s'est progressivement perfectionné, mais quand il aurait été possible de passer à une télévision analogique à haute définition, avec qualité d'image supérieure donc, la télévision numérique est apparue comme l'horizon vers lequel il fallait tendre. Ce qui a eu pour effet de retarder l'avènement de la télévision haute définition (TVHD), aujourd'hui pourtant remise à l'ordre du jour avec la télévision numérique terrestre (TNT), mais sans que l'on sache encore quand le visionnage de programmes en qualité HD deviendra la norme.

L'évolution de la télévision passe par la normalisation, processus permettant à un standard technique de franchir un seuil au-delà duquel l'exploitation commerciale devient possible sur une très grande échelle. C'est une véritable bataille des normes qui a sévi depuis les premières améliorations apportées au système analogique, jusqu'à très récemment avec l'affrontement des normes de compression numérique MPEG-2 et MPEG-4, en concurrence pour la TNT. Cette bataille des normes est souvent la face cachée d'une guerre économique voire politique, où la qualité ne finit pas forcément par primer. Il s'agit pour les Etats ou les opérateurs de protéger leur industrie ou d'acquérir une position dominante sur un marché en expansion. Deux positions s'opposent : le libéralisme en vigueur aux Etats-Unis tend à laisser le marché trancher, alors qu'en Europe, les normes sont adoptées et imposées par un organisme officiel. La vision européenne est supposée mieux prendre en considération l'intérêt public et plus favorable à la défense de la qualité.

SECTION 1- RÉTROSPECTIVE.

La quête d'une image de meilleure qualité est d'abord passée par le perfectionnement des technologies à l'œuvre en mode analogique, jusqu'à ce qu'il apparaisse que l'avenir de la télévision se trouvait dans le numérique.

§1- La télévision analogique.

Au travers des orientations prises par le Gouvernement français, il ressort que celui-ci a mené une politique dirigiste, cherchant à privilégier la qualité à tout prix, et s'en est trouvé tour à tour mis à mal par les autres États, dépassé par les réalités du marché ou par les évolutions technologiques.

A- Le système analogique.

1. Le tube cathodique.

Le tube cathodique est le système central de la télédiffusion analogique. Il permet de transformer un phénomène physique (l'image) en un autre (signal électrique dit vidéo), plus facilement transportable. On le trouve tant sur les caméras de prise de vue que sur les téléviseurs. Ce tube code les variations de l'intensité lumineuse d'une image en impulsions électriques au niveau de la caméra grâce à la photoélectricité, un faisceau à électrons balayant l'image point par point et ligne à ligne. Une fois tous les points balayés, on arrive en bas et à droite de l'image, pour repartir en haut et à gauche vers une nouvelle analyse. Ces images successives permettent la restitution du mouvement, comme le fait le cinéma où les images sont physiquement imprimées sur la pellicule. Ce mode de balayage est reproduit au niveau de l'écran du téléviseur, qui est lui aussi organisé en lignes le long desquelles on génère un profil de luminosité correspondant au signal vidéo, le tube cathodique décodant les images grâce au phénomène de fluorescence. C'est donc grâce au tube cathodique, que l'image peut être diffusée par voie hertzienne, satellitaire ou par câble. En Europe et dans la plupart des pays, le standard est de 625 lignes et 25 images par seconde. En Amérique du Nord, au Japon et dans quelques autres pays, c'est 525 lignes pour 30 images par seconde. Tous ces systèmes sont normalisés.

2. La diffusion.

Historiquement, la télévision a d'abord été diffusée en analogique terrestre, grâce aux ondes hertziennes. Par la suite, la télévision analogique a pu être transmise grâce au câble et au satellite. La diffusion terrestre et la diffusion par satellite utilisent toutes deux les ondes électromagnétiques alors que le câble, par définition, distribue la télévision par réseau filaire.

a. La diffusion par voie hertzienne.

- La diffusion hertzienne terrestre.

La transmission de signaux nécessite d'utiliser des antennes dont les dimensions dépendent de la longueur d'onde du signal. Le signal audio est un signal à basse fréquence, qui nécessite donc une antenne de très grande taille pour être reçu, ce que l'on a voulu éviter. Par ailleurs, il est très difficile d'envoyer le signal sur une longue portée tel quel. Enfin, si les bandes de fréquences radioélectriques dédiées à la diffusion terrestre de télévision sont découpées en canaux normalisés à attribution réglementée, l'émission de plusieurs chaînes dans le même canal ou à des fréquences trop proches ferait survenir des interférences rendant la réception impossible. Pour remédier à tout cela, les signaux sont intégrés à une onde porteuse. Il existe deux façons d'intégrer le signal à l'onde porteuse. La première est par modulation d'amplitude (on multiplie le signal par l'onde, de fréquence plus élevée) et la seconde est par modulation de fréquence (la fréquence de la porteuse varie en fonction de l'onde à moduler). L'intégration du signal se fait par amplitude pour la vidéo, alors qu'elle se fait par fréquence pour le son, ce qui permet de réunir ces deux éléments sur une même onde porteuse. L'onde modulée étant illisible par le téléviseur, on y a placé un démodulateur vidéo ou audio. L'un des principaux intérêts de la modulation étant de pouvoir émettre concomitamment plusieurs signaux sur des ondes porteuses différentes afin de recevoir plusieurs canaux, il faut trier ces différentes ondes au stade de la réception. C'est pourquoi les appareils de télévision comportent aussi un tuner, qui élimine les ondes ne faisant pas partie de l'intervalle défini par l'utilisateur.

L'onde est transportée jusqu'à l'antenne de l'utilisateur grâce à des émetteurs. Comme la portée des émetteurs est limitée, la couverture du territoire nécessite une pluralité d'émetteurs. Le réseau hertzien a adopté une structure dite en étoile : l'émetteur principal (celui

de la tour Eiffel) dessert une zone circulaire au sein de laquelle les foyers peuvent recevoir les programmes grâce à une antenne. A la périphérie de cette aire de diffusion, le signal se trouvant atténué, des réémetteurs secondaires prennent le relais et ce jusqu'à ce que soit obtenu une couverture de tout le pays.

- La diffusion par satellite.

Le premier satellite géostationnaire, *Early Bird*, a été lancé en 1965 par les États-Unis. Les satellites géostationnaires sont placés sur une orbite circulaire équatoriale, à 36 000 kilomètres d'altitude, ce qui permet une fréquence de rotation identique à celle de la Terre et donc, d'émettre le signal comme depuis un point fixe. Le signal issu d'une station émettrice est renvoyé par le satellite après un changement de fréquence, afin d'éviter que les signaux reçus et les signaux émis ne se brouillent. La qualité de la réception est fonction de la distance par rapport au centre de la zone de réception, de la dimension de l'antenne parabolique de réception et de la qualité des équipements.

Il existe plusieurs types de satellites, distingués en fonction de leur puissance d'émission :

- Les satellites de faible puissance, dont les signaux doivent être relayés au sol par des antennes paraboliques d'un diamètre important, et par conséquent onéreuses. Les signaux sont ensuite retransmis par câble ou par voie hertzienne.
- Les satellites de puissance moyenne, d'utilisation la plus courante pour la télédiffusion à destination des particuliers. Ils peuvent être reçus grâce à des antennes paraboliques de 60 à 120 centimètres de diamètre.
- Les satellites de forte puissance. La puissance de ces derniers satellites devait permettre la réception directe par des antennes de plus petit diamètre, mais leur mise sur le marché pour ce type d'usage s'est soldée par un échec.

b. La diffusion par le câble.

Ces réseaux filaires se sont surtout développés dans un premier temps dans les zones

urbaines, là où l'installation de parabole est parfois prohibée de crainte qu'elles ne dégradent le paysage. Le service est payant, l'abonnement mensuel généralement, comprenant la location du démodulateur ou du terminal adapté, et l'abonnement aux chaînes en option et services.

Un réseau câblé est composé de deux principales parties :

□ La tête de réseau : ce sont les systèmes d'antennes terrestres ou paraboliques qui captent les chaînes analogiques. Les signaux subissent alors un traitement similaire à celui mis en œuvre pour la diffusion hertzienne terrestre.

□ Le réseau : c'est la distribution par lignes souterraines ou aériennes en fibre optique ou bien en câble coaxial et les prises d'usager.

Le câble à paires torsadées était depuis longtemps utilisé pour les liaisons téléphoniques. C'est le câble coaxial -aujourd'hui le plus répandu- qui a permis le développement du câble en matière de télédiffusion, grâce à sa capacité 300 fois supérieure à celle du câble à paires torsadées.

Le câble à fibres optiques a sur le câble coaxial l'avantage de pouvoir diffuser un plus grand nombre d'informations et d'offrir une plus grande résistance aux perturbations électromagnétiques ou électrostatiques, car il n'est pas métallique. La possibilité de multiplexage (transport de signaux de fréquences différentes) est aussi supérieure car les signaux lumineux sont plus fiables sur une longue distance que les signaux électriques transmis par le biais du câble coaxial. Toutefois, le câble à fibres optiques est d'un coût plus élevé que le câble coaxial. Mais cet inconvénient doit être relativisé car ce type de câble réduit les coûts opérationnels et de maintenance.

En France, la fibre optique est utilisée pour la desserte centrale alors que les liaisons avec les usagers sont en câble coaxial. Il existe plusieurs architectures de réseaux câblés : en arbre (câble coaxial qui dessert chaque abonné séparément), en « mini-étoile » (câble coaxial, une desserte centrale sur laquelle viennent se greffer des « mini-réseaux » regroupant quelques dizaines d'abonnés), et le réseau bidirectionnel en étoile (transport en fibre optique jusqu'à un centre de distribution, qui distribue plusieurs milliers d'abonnés par une structure en arbre en coaxial).

B. Les progrès de la télévision analogique.

1. Le perfectionnement du système d'origine.

a. Le passage aux 819 lignes.

Le *819 lignes*, mis au point par Henri de France est adopté le 20 novembre 1948 par un arrêté du secrétaire d'État à la présidence du Conseil, François Mitterrand. Jusque-là, la diffusion s'effectuait en 441 lignes. La diffusion en 441 lignes sera poursuivie jusqu'à l'incendie qui a détruit l'émetteur de la Tour Eiffel le 3 janvier 1956, afin que les rares foyers équipés n'aient pas à renouveler prématurément leur équipement télévisuel, fort coûteux à l'époque. On parle déjà de haute définition : la qualité de l'image du 819 lignes se rapprochait de celle du cinéma et le nouveau format préparait l'arrivée de la couleur. Le gouvernement est alors convaincu que, du fait de ses qualités, le 819 lignes s'imposera aux autres pays. Pourtant, les Américains conservent leur 525 lignes et les autres pays optent pour le 625 lignes. Les coûts de fabrication des récepteurs, exclusivement réservés au marché français, retardent le développement de la télévision nationale. Ainsi, en 1953 on comptait seulement 60 000 postes en France, contre 2 millions en Grande-Bretagne. C'est pour cette raison que la diffusion en 625 lignes est adoptée en 1961 pour la deuxième chaîne à venir, et la diffusion en 819 lignes abandonnée en 1983.

b. La colorisation.

La fin des années soixante annonce l'arrivée de la couleur à la télévision. Le sujet du moment est donc la colorisation plus que la haute définition.

On savait que le spectre chromatique de l'œil se décomposait en trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu), qui permettent par mélange de recréer à peu près toutes les autres couleurs. Le cinéma couleur exploitait déjà ceci en utilisant des émulsions à plusieurs couches, dont chacune était sensible à une couleur donnée. Le système a donc été repris, la colorisation de l'image s'effectuant grâce à un prisme situé derrière l'objectif de la caméra, qui décompose la lumière en trois couleurs. Dans le téléviseur, trois canons à électrons reçoivent les signaux correspondants aux trois couleurs et allument le point relatif à leur couleur si nécessaire.

Mais à l'époque, il convenait de rester compatible avec les postes noir et blanc,

encore très présents dans les foyers. Le signal vidéo devait donc englober du rouge, du vert, du bleu, et du noir et blanc dans le même tuyau, sans que ceux-ci se mélangent. À partir des trois signaux, on génère donc un signal unique dit « luminance », qui représente l'information noir et blanc, et deux autres représentant les informations de couleur, dit « chrominance ». Un signal vidéo codé de la sorte est dit signal composite, car il contient plusieurs sources de nature différente.

Pour faire tenir les informations de couleur dans les canaux de diffusion initialement conçus pour du noir et blanc, sans aucune augmentation de la largeur de bande disponible, la solution a consisté à ajouter ces informations sous forme d'une sous-porteuse modulée, qui est ignorée par les récepteurs noir et blanc. Ce faisant, on dégrade le « piqué » de l'image, car les fréquences allouées à la chrominance ne sont plus disponibles pour la luminance.

Il existe trois systèmes de colorisation : le NTSC, le SECAM, et le PAL. Ces trois types de codage sont incompatibles entre eux, mais utilisent en fait les mêmes procédés, seule la façon dont est modulée la sous-porteuse diffère.

En 1953, les Américains ont adopté la norme NTSC (*National Television System Committee*), suivis par les Japonais en 1960. En 1959, Henri de France mettait au point le procédé de colorisation SECAM (Séquentiel Couleur à Mémoire). L'Allemagne, quant à elle, améliorait la norme NTSC, dont la stabilité colorimétrique est mauvaise (ses détracteurs l'ont même surnommé « *Never Twice the Same Colour* »). Le système PAL (*Phase Alternative Line*) est conçu en 1963. La France, encore une fois persuadée que sa technologie s'imposera du fait de ses attraits qualitatifs, pêche par excès de confiance et ne parvient à équiper qu'elle-même et les pays de la traditionnelle sphère d'influence de la diplomatie gaullienne.

2. L'échec de la télévision analogique haute définition.

Le lancement des satellites de forte puissance a pu faire penser qu'une nouvelle norme de diffusion, moins sensible aux perturbations que les normes PAL, SECAM et NTSC, devait être mise en place pour cet usage spécifique. En 1984, la haute définition à la française est donc remise à l'ordre du jour avec la nouvelle norme D2-MAC (*Duobinary Digital Multiplex*). La différence avec l'image SECAM est difficilement perceptible. Dès 1985, la chaîne japonais

NHK, soutenue par CBS, entend faire adopter sa norme de télévision haute définition, MUSE, lors de l'assemblée du Comité consultatif international de radiodiffusion prévue pour mai 1986. En 1988, la France contre-attaque, le D2-MAC devenant HD-MAC, qui a l'avantage d'être compatible avec le format 16/9^e à venir. Le D2 MAC passe alors au rang de norme de transition, d'autant que TDF 1 et TDF 2, les satellites de forte puissance lancés par la France, s'avèrent incapables de renvoyer la moindre image. Peu après, le HD-MAC est lui aussi frappé d'obsolescence. La haute définition analogique perd en effet tout intérêt dès 1992 quand, du fait du développement plus rapide que prévu des techniques de compression numérique, il apparaît clairement que la télévision du futur sera numérique. En 1993, le HD-MAC est abandonné et laisse place au processus de numérisation.

§2- L'avènement de la télévision numérique.

À l'avènement de la numérisation, les industriels présentèrent différentes normes. En découla une certaine anarchie numérique, ce qui incita le CCIR (Comité consultatif international de radiodiffusion) à normaliser un format vidéo compatible dans le monde entier : le 4:2:2, ou CCIR 601, qui détermine les paramètres de codage des signaux à numériser (échantillonnage, quantification...). Les signaux de luminance et de chrominance sont donc numérisés séparément, afin d'exclure *tous les problèmes qu'auraient pu engendrer un codage de signal vidéo composite du fait de la diversité des systèmes existants (PAL, SECAM, NTSC)*. Depuis, à la faveur des nombreuses innovations, la vidéo numérique s'est d'abord généralisée dans les centres de production et les régies de post-production pour assister le montage, et aujourd'hui dans la diffusion. Avant de voir quels sont les supports de la télévision numérique, il convient de décrire sommairement le procédé de numérisation.

A. La numérisation des signaux de télévision.

1. Le codage numérique.

Le signal numérique, pour être utilisable, doit être échantillonné puis quantifié. Si la prise de vue analogique transforme l'image en signal électrique, en numérique, au lieu de reproduire une grandeur physique qui varie continûment, on en prélève un échantillon à intervalles réguliers et l'on mesure cet échantillon. L'échantillonnage d'un signal consiste à le

découper en tranches temporelles, compte tenu du fait que la fréquence d'échantillonnage doit être suffisante pour que le signal soit retranscrit fidèlement. La quantification est le prélèvement ponctuel de la valeur du signal à intervalles réguliers, qui correspondent à la période de l'échantillonnage. Une fois échantillonné et quantifié, le signal vidéo doit être codé afin d'optimiser son stockage ou sa transmission. Le codage se fait dans le langage binaire (0-1) des ordinateurs. Le signal vidéo de départ est donc décomposé par encodage en un grand nombre de points à intervalles réguliers (les pixels), auxquels on fait correspondre des valeurs de luminosité et de couleur. À la réception, le code chiffré doit être traduit via un décodeur pour retrouver sa forme d'origine et être utilisable. Les signaux numériques représentent une quantité considérable d'informations, tant en volume de stockage qu'en débit. À titre d'exemple, un DVD complet ne permettrait de stocker qu'environ trente secondes d'émission ! La nécessité de fréquences d'échantillonnage élevées a longtemps été un obstacle à la diffusion de la télévision en numérique par les réseaux, le débit nécessaire étant trop important. C'est pourquoi cette technique n'a d'abord été utilisée que dans le domaine professionnel. La numérisation transformant l'image en un tableau de chiffres, on peut le stocker et le manipuler sans erreur. On peut aussi à partir de ce tableau calculer une image modifiée pour obtenir des effets spéciaux. En outre, alors que la copie analogique de proche en proche fait subir de nombreuses dégradations aux données, tel n'est pas le cas pour la copie numérique. Le coût de ces copies est de surcroît inférieur à celui de la copie en analogique.

2. La compression numérique.

Ce sont les techniques de compression numérique qui ont remédié à ce problème, établissant les bases de la télévision numérique. La compression consiste à tirer profit temporellement et spatialement des redondances du signal pour réduire le volume d'informations à transmettre. Ainsi, à la télévision, la rentabilisation temporelle est basée sur le fait que les formes et les couleurs varient peu d'une image à une autre, tandis que l'exploitation spatiale utilise, dans une même image, les similitudes entre différents éléments. Seules les informations véritablement indispensables à la reconstitution de l'image sont donc conservées. Afin que les différents encodeurs et décodeurs mis sur le marché ne rencontrent pas de difficulté à se comprendre, des normes de compression ont été définies. En 1996, l'association *Moving Picture Experts Group* (MPEG), le groupe de travail de l'ISO (*International Standard Organization*) et

de l'IEC (*International Electric Commission*) créait le premier standard de compression et de lecture d'images vidéo, connu sous le nom de MPEG. Les propositions du groupe MPEG deviennent des normes après avoir été avalisées par l'ISO, l'IEC et l'UIT (Union internationale des télécommunications).

La compression permet donc d'obtenir une diffusion en numérique, ce qui constitue un plus qualitatif pour le téléspectateur. Le son (Dolby 5.1) et l'image numérisés sont de meilleure qualité qu'en mode analogique, où il arrive que le signal s'affaiblisse parce que le récepteur se trouve trop loin de l'émetteur, créant un fourmillement des points RVB (rouge, vert, bleu) ou « neige ». En mode numérique, a contrario, le codage permet de conserver la même lisibilité de l'information pour tous les récepteurs. En somme, dès leur sortie de l'émetteur ou du réémetteur, les signaux analogiques commencent à se dégrader, alors que les signaux numériques conservent leurs performances natives tant que le signal reste exploitable.

B. Les supports de la télévision numérique.

Il existe depuis plusieurs années déjà des circuits numériques destinés aux téléviseurs, qui même en l'absence d'une chaîne numérique pour apporter les programmes permettent d'effectuer dans les téléviseurs des traitements qui ne seraient pas possibles autrement (zooms, conversions de balayage, petites images incrustées...). Toutefois, la télévision en qualité numérique est aujourd'hui une réalité disponible via de nombreux canaux :

□ Le satellite, payant, est aujourd'hui le système de diffusion principal de la télévision numérique. Chaque canal est utilisé pour transmettre un multiplex de six à dix programmes de télévision, selon le taux de compression utilisé, avec la norme DVB-S (*Digital Video Broadcasting*). Le codage est actuellement effectué en MPEG-2. Le terminal DVB-S démodule les signaux de télévision numérique envoyés par satellite. Il est incompatible avec la réception des signaux numériques produits par la TNT, captés avec un terminal DVB-T.

□ Le câble est essentiellement un vecteur urbain. Le service est payant, l'abonnement mensuel comprenant la location du démodulateur ou du terminal DVB-C, et l'abonnement aux chaînes en option et services.

□ L'ADSL utilise la ligne téléphonique et fournit à la fois le téléphone, la connexion à

l'Internet haut débit et la télévision compressée en MPEG-2.

- La TNT, depuis le 31 mars 2005, dont nous allons étudier à présent les modalités.

SECTION II- ACTUALITE ET PROSPECTIVES.

La TNT est la dernière innovation technique en date. À l'occasion de son lancement, la question de la TVHD a été remise à l'ordre du jour.

§1- La TNT.

La télévision numérique terrestre est un système de diffusion numérique employant les bandes déjà utilisées pour la diffusion des chaînes hertziennes analogiques et leur réseau d'émetteurs, après réaménagement. Les images et le son sont compressés puis transportés par le satellite *Atlantic Bird 3* en direction des 115 centres de télédiffusion, ou émetteurs terrestres, équipés de paraboles et de structures de traitement.

Jusqu'à la TNT, la télévision en qualité numérique n'était disponible que sur des offres payantes. Le principal apport de la TNT est donc la démocratisation de l'accès à une image de qualité grâce aux chaînes gratuitement accessibles, d'autant qu'avec la TNT, il ne s'agit pas seulement d'avoir les six chaînes traditionnelles en qualité numérique mais bien dix-huit, puisqu'à l'avènement de la TNT a été associé le lancement de nouvelles chaînes gratuites.

Toutefois, pour bénéficier de programmes en qualité numérique, il faut, pour l'heure, habiter une zone desservie, et se procurer le matériel adéquat.

Au lancement de la TNT, le 31 mars 2005, dix-sept sites d'émission étaient opérationnels (Paris et la région parisienne, la plus grande partie de la Bretagne, des départements des Bouches-du-Rhône, de la Charente, de la Charente-Maritime, de la Gironde, de la Seine-Maritime et des Deux-Sèvres, les agglomérations de Lille, Lyon et Toulouse), la TNT n'étant donc accessible qu'à 35 % de la population française. La couverture de 50 % du territoire, initialement prévue pour septembre 2005, a été effective pour octobre 2005, retard plus que léger. Les téléspectateurs d'Ajaccio, de Bayonne, Bourges, Caen, Cherbourg, Grenoble, du Havre, du Mans, de Nantes,

d'Orléans, Reims, Saint-Étienne, Toulon et des zones demeurées non couvertes de Lyon et de Toulouse peuvent donc aujourd'hui accéder à la TNT.

Le déploiement de la TNT va se poursuivre : 65 % de la population devrait être couverte au printemps 2006 et, horizon 2007, 85 % de la population recevra les chaînes de la TNT, selon les vœux du Premier Ministre, M. de Villepin. A cette fin, celui-ci a décidé de renforcer les moyens mis à la disposition du « fonds de réaménagement du spectre » (outil financier géré par l'Agence nationale des fréquences).

Pour les 15 % restants de la population, souvent des personnes vivant dans des zones de montagne ou frontalières, le CSA a, le 22 mars 2005, demandé au Premier ministre que soient envisagées des solutions qui permettraient à l'ensemble des téléspectateurs d'avoir accès à la TNT, suggérant l'ouverture de nouveaux sites, l'augmentation de la puissance des émetteurs ou la recherche d'une meilleure complémentarité entre les différents supports de diffusion. Pour la question propre aux zones frontalières, le Premier ministre a réagi en demandant à M. Loos, ministre délégué à l'industrie, d'engager avec nos voisins des discussions sur les fréquences utilisables. Par ailleurs, la création d'un « fonds d'accompagnement du numérique », destiné à financer le recours aux innovations technologiques les plus performantes, nécessaires dans ces régions touchées par le pénurie de fréquences. est prévu pour 2006.

Enfin, pour pouvoir regarder les chaînes de la TNT, les téléspectateurs « bien placés géographiquement », doivent être spécifiquement équipés. Plusieurs voies d'accès sont possibles :

Les téléspectateurs déjà abonnés aux offres numériques du câble et du satellite peuvent en sus avoir la TNT, les nouvelles chaînes y étant reprises, par obligation légale pour les chaînes déjà disponibles en analogique hertzien et après accord avec les diffuseurs pour les autres.

Le téléspectateur peut s'équiper d'un téléviseur TNT (certains atteignent 1000 euros).

Certains ordinateurs équipés reçoivent la TNT.

Le téléspectateur peut acquérir un adaptateur DVB-T, vendu entre 80 et 100 euros aux débuts de la TNT, que l'on trouve aujourd'hui à 60 euros et qui pourrait bientôt ne coûter que 40 ou 50 euros. Ce fameux décodeur, dont on a tant entendu parler, est évidemment l'outil privilégié pour avoir accès à la TNT, en ce qu'il permet à un téléviseur analogique de lire les signaux

numériques et sert à sélectionner, avec sa télécommande associée, la chaîne voulue. Dans certains cas, il faudra toutefois par ailleurs adapter l'antenne râteau trop ancienne (pour un coût moyen de 60 euros).

S'agissant de la TNT payante, les programmes étant cryptés, un terminal (décodeur) avec lecteur de carte, ou contrôle d'accès, sera requis. La norme de compression retenue pour les chaînes payantes étant, en France, la norme MPEG-4, différente de celle adoptée pour les chaînes gratuites (norme MPEG-2), l'adaptateur utilisé pour recevoir les chaînes gratuites ne permet pas de recevoir les chaînes payantes. En revanche, un décodeur à la norme MPEG-4 permet de recevoir les chaînes gratuites diffusées à la norme MPEG-2.

En somme, l'installation de la TNT est relativement aisée et les ratés techniques et autres difficultés de réception semblent être limités au problème de vétusté des antennes, la qualité étant en outre, comme prévu, au rendez-vous.

Précisons enfin que l'émission en analogique continue après le lancement de la TNT, et probablement jusqu'en 2010 au moins, afin de permettre à chaque foyer de s'équiper en numérique. L'arrêt de la diffusion analogique sera subordonné à un rapport du CSA, qui prendra en compte le taux d'équipement des particuliers.

§2- La TVHD.

Après la guerre des normes et l'abandon du HD-MAC, la haute définition a refait surface grâce à l'émergence de technologies numériques et l'adoption d'un format commun universel pour le cinéma et la télévision : le *Common Image Format* (CIF) de 1080 x 1920, soit 2 millions de pixels. L'avenir de la TVHD se trouvait donc intimement lié au déploiement du numérique. Les travaux préparatoires à l'arrivée de la TNT ont été l'occasion d'une remise à l'ordre du jour de la question HD.

A. Les techniques de la Haute définition (HD).

La HD se caractérise par un nombre de points, qui détermine la résolution de l'image, et le nombre de trames transmises par seconde, qui influe sur la stabilité de l'image. Les critères de la HD selon l'Union Internationale des Télécommunications et la *Society of Motion Picture*

and Television Engineers sont les suivants : format 16/9°, image CIF en diffusion en 1080 entrelacé ou 720 progressif.

1. Les formats.
 - a. Les définitions d'image.

Trois qualités de définition d'images cohabitent actuellement : une qualité standard et deux HD.

Le 625 lignes correspond au format SD (*Standard Definition*) avec 576 lignes visibles et 1024 pixels (le pixel est l'unité de base d'une image numérique) par ligne soit 589 824 pixels (au format 16/9°).

La définition HD recouvre deux acceptions :

- la HD de 720 lignes et 1280 pixels par ligne, soit 921 600 pixels.
- la HD à 1080 lignes et 1920 pixels par ligne (CIF), soit 2 073 600 pixels.

Le format CIF adopte un balayage entrelacé, alors que le 720 est progressif. Le mode de balayage traditionnellement utilisé par la télévision (analogique) est dit « entrelacé » (« i » pour *interlaced*) : un premier balayage affiche toutes les lignes impaires, et un second vient ajouter les lignes paires manquantes. Une passe de balayage est appelée « trame ». Chaque image est donc constituée de deux trames, l'une comportant toutes les lignes paires et l'autre toutes les lignes impaires, puisqu'il faut deux balayages pour définir l'image. Le principe de balayage entrelacé est né de la médiocrité des éléments phosphorescents des débuts de la télévision. Cela avait pour conséquence qu'au moment où le faisceau balayait le bas de l'écran, le haut avait déjà disparu, d'où un phénomène de scintillement, préjudiciable à la qualité de l'image. La solution choisie a consisté à doubler la cadence de balayage, en omettant une ligne sur deux, afin de garder une quantité d'information constante. Ainsi, une première passe affiche toutes les lignes impaires en deux fois moins de temps que pour une image entière et une seconde passe affiche les lignes manquantes paires. On obtient bien le même nombre de lignes de balayages pour une image, et on balaye deux fois l'écran pour afficher une seule image. L'image est rafraîchie vingt-cinq fois par seconde. Mais ce mode de balayage conserve toujours l'inconvénient de provoquer

un léger scintillement. En mode numérique, le mode progressif (« p ») peut être utilisé. Avec le balayage progressif, toutes les lignes sont d'abord enregistrées, puis lues successivement. Les trames sont donc des images complètes. Ces images peuvent être rafraîchies cinquante fois par seconde. C'est la raison pour laquelle la structure en ligne n'est plus visible et le phénomène de scintillement disparaît. Il existe dorénavant de plus en plus d'appareils vidéo capables de supporter un balayage progressif : les ordinateurs, certains vidéo projecteurs et les téléviseurs haut de gamme. On pourrait croire que le mode entrelacé ferait primer le 720p mais en réalité, bien que différentes par leur nombre de lignes, et leur mode de balayage, ces deux normes s'équivalent.

b. Le format d'écran.

Les formats des écrans de téléviseur se définissent par rapport à la diagonale de celui-ci. Pour être perçue, la HD requiert des écrans de 70 centimètres de diagonale au minimum. Or historiquement, la télévision a été mise au point sur des écrans au format 4/3 (soit un rapport de 1,33/1), alors utilisé par le cinéma. Depuis, le cinéma a évolué vers des formats de 1,85/1 ou de 2,25/1. Lorsqu'il a été décidé de passer vers un format panoramique, c'est le format 16/9 qui a été choisi. Il correspond à un rapport d'image de 1,77/1, assez proche de celui du cinéma. Par rapport aux tailles d'écran disponibles sur le marché, le 16/9 est un bon compromis entre le 1,33 (qui encadre l'image cinéma de barres noires à gauche et à droite) et le 2,25 (barres noires en haut et en bas). Les puristes conservent les barres noires pour voir l'intégralité de l'image, tandis que ceux qui préfèrent profiter du plein écran utilisent le zoom du téléviseur mais perdent par conséquent une partie des bords de l'image.

2. Les normes de compression.

Avant toute chose, il convient de préciser que la différence entre des programmes SD et HD, en terme de compression se trouve dans l'importance de la taille des données : les programmes en HD sont naturellement plus lourds que les programmes en SD. L'enjeu est donc, pour la compression, de trouver une norme qui soit suffisamment efficace pour pouvoir permettre la diffusion de programmes en HD sans que ceux-ci ne monopolisent toutes les fréquences disponibles. À titre d'exemple, la HD version MPEG-2 utiliserait presque tout un multiplex hertzien.

À l'heure actuelle, les systèmes de diffusion numérique utilisent la norme de compression MPEG-2. Comme on vient de le voir, le MPEG-2 ne permet pas de diffuser des programmes en HD. Par rapport au MPEG-2, les principaux avantages du MPEG-4 AVC ou H.264, tout récemment parvenu à standardisation¹, sont que cette norme permet de diffuser un plus grand nombre de chaînes en SD ou d'introduire la HD ou encore de diminuer les coûts de télédiffusion car à qualité d'image égale, elle divise le débit nécessaire par deux.

B. Quel avenir pour la TVHD ?

1. TVHD et TNT.

La plupart des constructeurs, TF1 et M6 militaient pour une généralisation de la diffusion en HD. La TNT devait selon eux en être le vecteur privilégié du fait de sa gratuité. *A contrario*, les nouveaux opérateurs de la TNT et la plupart des opérateurs non-hertziens avançaient que la HD n'avait pas sa place sur le TNT à court terme et devait en premier lieu être expérimentée sur le câble et le satellite, qui offrent des ressources plus larges et qui attirent déjà les consommateurs les plus enclins à dépenser pour la télévision. La HD ne devrait selon eux faire son entrée sur la TNT qu'au moment de l'arrêt des émissions analogiques. Le rapport Boudet de Montplaisir², remis au Premier ministre le 21 octobre 2004, sur « *Les modalités d'introduction et de développement de la télévision haute définition et de la télévision à destination des portables* » soutient que la télévision haute définition allait se développer au cours des années à venir et qu'il fallait lui réserver une place sur la TNT, la voie hertzienne terrestre étant le mode principal de réception en France.

Une TNT en qualité standard passait par l'utilisation de la norme de compression numérique MPEG-2, tandis qu'une TNT en HD passait par le MPEG-4, la seule à être suffisamment économe dans l'utilisation des fréquences hertziennes pour libérer sur les fréquences planifiées pour la TNT les ressources nécessaires au lancement de services de télévision en HD.

Le 8 novembre 2004, le Gouvernement s'est prononcé pour le recours obligatoire à la

¹ Il existe deux MPEG-4 : le MPEG-4 part 2, qui améliore le MPEG-2 sans procurer un réel gain de compression, et le MPEG-4 AVC.

² Voir *infra*, p. 26.

norme MPEG-2 pour la diffusion des chaînes gratuites, en définition standard donc. Ce choix a été motivé par la volonté de permettre à un plus grand nombre de foyers d'accéder aux nouvelles chaînes gratuites en qualité numérique dès mars 2005, et au coût le plus bas. En effet, la norme MPEG-2 offre une technologie éprouvée et les adaptateurs sont déjà produits en grande série pour des coûts désormais modérés, ce qui n'est pas encore le cas pour le MPEG-4. Le 23 décembre 2004, le recours à la norme MPEG-4 a par contre été rendu obligatoire pour les chaînes payantes de la TNT et les futurs services en haute définition.

Le problème principal attaché au choix du MPEG-2, pour la TNT gratuite, est que les décodeurs acquis ne permettent de décoder que les programmes en MPEG-2 SD, risquant donc de créer un effet de parc, qui va encore retarder la HD pour tous. La solution serait que très rapidement, d'ici au lancement des chaînes payantes, des décodeurs multistandards capables de recevoir du MPEG-2 SD ou HD, et du MPEG-4 SD et HD soient mis sur le marché. Une autre solution consisterait à intégrer dans tous les téléviseurs de grande taille un tuner-décodeur numérique multistandard.

2. Les conditions du succès.

En premier lieu, il est nécessaire que les opérateurs proposent un nombre conséquent de programmes en qualité HD. La diffusion en HD étant d'ores et déjà de au programme pour les chaînes payantes de la TNT, le CSA est passé à l'étape suivante, conformément aux vœux du ministre de la culture et de la communication, M. Donnedieu de Vabres, et prépare le passage à la HD des chaînes gratuites. La HD étant en effet appelée à devenir le standard de référence, il est évidemment nécessaire que les chaînes gratuites qui le souhaitent puissent en bénéficier. L'objectif étant qu'une offre en HD, réunissant à la fois des chaînes gratuites et des chaînes payantes, puisse être lancée sur la TNT avant la fin du premier trimestre 2006. Pour ce faire, toute la chaîne de production télévisuelle doit passer en HD. Cela suppose l'utilisation de matériel susceptible de créer, transmettre et manipuler des fichiers informatiques de très grande taille.

En ce qui concerne la diffusion, il s'agit d'être capable de transmettre un nombre de données plus important jusqu'au téléviseur, et d'afficher suffisamment de points sur le récepteur pour que l'apport qualitatif soit perçu par le téléspectateur. Une fois cela acquis, les diffuseurs

seront en mesure de proposer un nombre important de programmes en HD, seul susceptible de provoquer l'achat par le téléspectateur de nouveaux équipements de réception au rapport qualité/prix attractif.

L'obstacle du parc des téléviseurs pourrait être surmonté (ce qui ne s'est que très peu réalisé par le passé) pour deux raisons. La première est que le téléspectateur est aujourd'hui plus qu'hier sensible à cette question car les standards en matière d'image ont évolué sous l'effet d'équipements offrant une meilleure qualité d'image : les DVD, les consoles de jeux ou appareils photo numériques et les nouveaux écrans plats de grande dimension, qui font ressortir les insuffisances de la définition standard (eu égard à leur prix, le retard d'introduction de la HD a tendance à freiner le développement de ce marché). Pour profiter au mieux de la HD, les nouvelles technologies type écrans plasma, LCD et vidéoprojecteurs sont tout à fait adéquates, mais leur prix demeure prohibitif.

Si les évolutions technologiques ont apporté une qualité d'image et de son supérieure, elle ont aussi autorisé le développement de nouveaux usages en matière de télévision.

CHAPITRE II- LES NOUVEAUX USAGES DE LA TÉLÉVISION.

Le public s'est un temps contenté d'être fasciné par la nouveauté de la télévision, l'élargissement de sa diffusion et plus récemment, sa colorisation. Mais à partir de la fin des années 70, des revendications ont commencé à poindre. Les demandes portaient sur la fin du monopole étatique, l'expression d'autres voix que celle de l'émetteur central, issues notamment du niveau local, la nécessité de trouver une alternative à la diffusion hertzienne terrestre afin de sortir de la rareté des fréquences et donc de pouvoir multiplier les chaînes, les possibilités pour le téléspectateur de choisir ses programmes et d'agir sur eux. Quatre thèmes pouvaient d'ores et déjà être distingués : proximité, alternative, interaction et multiplication. Ces requêtes vont par la suite être mises au service des discours de propagande technologiques des industriels, visant à accélérer le renouvellement du parc des téléviseurs. À partir des années 80, il semble acquis que la révolution télévisuelle passera par la technologie.

Grâce aux techniques, la télévision, traditionnellement cataloguée parmi les médias

aits de diffusion qui transmettent leur contenu en utilisant un réseau qui fonctionne toujours à sens unique, de l'émetteur vers le récepteur, tendra à devenir un média de communication, qui permet le dialogue à distance entre personnes, ou entre personnes et machines offrant des services. La télévision du vingt et unième siècle offrira de plus en plus de liberté au consommateur qui pourra commander un programme parmi une multitude d'autres, et le consommer quand il veut, où il veut.

SECTION I- L'INTERACTIVITÉ.

Entre la simple atténuation de la passivité du téléspectateur grâce à la télécommande et la véritable télévision à la carte avec la vidéo à la demande, viennent s'intercaler des services mixtes qui utilisent à la fois l'audiovisuel, l'informatique et les télécommunications. Le principe de l'interactivité est d'offrir une voie de retour au téléspectateur, jusqu'alors tributaire de la diffusion de masse. Elle apporte, avec une utilisation des canaux où est introduite une certaine symétrie, outre des nouveaux services, des possibilité accrues en matière de choix des programmes.

 1- L'interactivité faible.

L'interactivité a d'abord consisté à prendre en compte l'opinion du récepteur. Les premières manifestations de l'action du téléspectateur sur le média ont emprunté des voies distinctes de celles qui sont utilisées pour la diffusion des programmes : le courrier, la présence du public sur les plateaux de télévision, voire les mesures d'audience. Ces différentes pratiques ont en commun qu'elles ne permettent de cerner qu'imparfaitement les goûts du public et ne créent donc pas de rétroaction. En outre, l'intervention du spectateur a lieu après la diffusion du programme. Plus récemment, la *Call-TV* a pris son véritable envol grâce à l'essor du téléphone mobile. Forme atténuée d'interactivité, elle fait participer le téléspectateur à l'émission par le biais de son téléphone en votant, répondant à des questions ou encore en dialoguant avec les animateurs d'un programme.

La mise sur le marché de la télécommande en 1973 a été le premier outil permettant au téléspectateur d'opérer aisément un choix parmi les programmes et de manifester son

mécontentement en changeant de chaîne. En moins de cinq ans, le boîtier s'était imposé dans les foyers français. Le « zapping » était né. L'utilité de la télécommande s'est encore accrue avec l'augmentation et la diversification des programmes (en 1973 il n'existait encore que trois chaînes de télévision).

L'arrivée des magnétoscopes, vers la fin des années 70, a profondément modifié les pratiques de la consommation télévisuelle. L'enregistrement permet au premier chef d'échapper à la rigidité temporelle de la grille de programmations et à la logique du flux télévisuel. La télévision, en tant que vecteur, fonctionne en effet en continu : le signal transportant l'image continuerait d'être émis alors même que les programmes s'arrêteraient. Avec la création de la chaîne Canal Plus en 1984, le principe d'une diffusion 24 heures sur 24 s'est imposé. Le « robinet à images » semble dirigé par une « logique de flux » où les programmes s'enchaînent à rythme constant sans logique apparente, autre que celle du canal. Si le flux télévisuel constitue certes une garantie pour le téléspectateur de voir des émissions à tout moment du jour et de la nuit, la grille s'impose à lui sans qu'il puisse en modifier l'agencement. Avec le magnétoscope, le téléspectateur est désormais à même de sélectionner les programmes qu'il veut conserver, mais surtout enregistrer ceux qu'il ne pourra visionner au moment de leur diffusion, parce qu'il regarde une autre chaîne, qu'il n'est pas à son domicile ou que l'horaire de diffusion est tardif. Enfin, le magnétoscope, et a fortiori le lecteur DVD, ont introduit le « cinéma à domicile ».

§2- L'interactivité forte.

L'interactivité s'est faite plus forte avec l'introduction des programmes à péage forfaitaire, qui ont augmenté les possibilités de sélection offertes au téléspectateur. Ces programmes sont disponibles par voie hertzienne (Canal Plus), par satellite (direct ou non), et par le câble. Ils nécessitent un décodeur pour être accessibles.

Vient ensuite ce que l'on appelle la *Near Video On Demand*, qui recouvre le procédé de multidiffusion (programmation d'un même programme sur plusieurs chaînes dans un court laps de temps), le paiement à la séance des chaînes du câble et du satellite nécessite un boîtier qui permet de sélectionner grâce à une télécommande le film de son choix, alors décodé et facturé. On peut aussi ajouter parmi ces procédés contribuant à libérer l'abonné de la rigidité des horaires de programmation, les possibilités de télécharger des jeux vidéo à bas débit, qui requièrent la

possession de périphériques tels que consoles de jeux, vidéo ou terminaux interactifs.

La vraie *Video On Demand*, accès à un large choix de films commandés depuis le téléviseur via la télécommande et diffusés presque aussitôt, quant à elle, utilise des serveurs très puissants capables de stocker des centaines de films et passe par le satellite, le câble ou l'ADSL. On peut ainsi disposer de n'importe quel film et le visionner à partir d'une séquence quelconque, faire des arrêts sur image, voire le stocker. Le film devient un véritable produit interactif. Les succès du Web et l'arrivée des hauts débits, qui permettent par téléchargement ou *streaming* d'avoir accès à du contenu «à la demande», devaient permettre son développement. Le *webcasting* se situe en fait entre le service à la demande, où le client se fait transmettre les programmes qu'il a sélectionnés, et la diffusion de masse. Sur Internet, le *streaming* est utilisé principalement pour l'envoi de contenu en direct (ou en léger différé). Il permet de commencer la lecture d'un flux audio ou vidéo à mesure qu'il est diffusé, contrairement au téléchargement, qui requiert de récupérer l'ensemble des données d'un programme avant de pouvoir en disposer. Le *streaming* récupère seulement une partie du contenu et la met dans une mémoire tampon. Lorsque le programme estime qu'il a suffisamment de données dans sa mémoire tampon pour lui permettre de lire le contenu sans accroche, même en cas de petit ralentissement réseau, la lecture démarre. Le *streaming* dynamique, par opposition au *streaming* statique, sélectionne le niveau de qualité en fonction de la vitesse de connexion et permet donc de démarrer la lecture du programme sélectionné à très bref délai.

Cependant, malgré ses avantages affichés, la vidéo à la demande peine encore à trouver son public et son équilibre, d'autant qu'elle a été prise de vitesse par l'arrivée des décodeurs à disques durs intégrés (*New Video On Demand*). Ces nouveaux décodeurs sont capables d'enregistrer et de lire les programmes sélectionnés et offrent donc une télévision sur mesure, en sus d'une alternative avantageuse aux traditionnelles bandes magnétiques des magnétoscopes. Les modalités de sélection sont fort simples et l'enregistrement automatique. En mars 2002, Canal Plus mettait ainsi *Pilotime* sur le marché, un décodeur équipé d'un disque dur permettant d'enregistrer 40 heures de programme en qualité numérique. En avril de la même année, TPS répliquait avec son propre décodeur 3^e génération. Ces décodeurs donnent également accès à des services de l'Internet et à des programmes audiovisuels à valeur ajoutée : sous-titrage, informations à la demande, guide des programmes, informations liées aux programmes,

téléachat... Au Canada, le système *Videoway*, service de télévision à péage classique, propose en outre de choisir entre plusieurs angles de vue lors d'une retransmission d'évènements sportifs ou de spectacles ou même de choisir entre plusieurs options scénaristiques en cours de diffusion de certains programmes de fiction. Le système offre également l'accès à des banques de données numérisées, le télétexte, la possibilité de télécharger des jeux et des logiciels...

L'offre de services distincts de la stricte télédiffusion avait déjà été tentée en 1984 avec les VSAT (*Very Small Aperture Terminals*), nés des avancées en matière de satellites. Mais les VSAT, stations hertziennes dotées d'antennes de très petite taille capables de recevoir les signaux des satellites et de proposer des services à valeur ajoutée de type visioconférences et télé-enseignement aux entreprises, n'ont pas eu le même succès en France, ni même en Europe, qu'aux États-Unis. En effet, tandis qu'outre Atlantique 40 000 terminaux VSAT étaient en service dès 1990, leur développement en France se voyait freiné par les réticences gouvernementales et le manque de moyens. Pourtant, le marché de la visioconférence a assurément vocation à être porteur (une centaine d'entreprises françaises se sont d'ailleurs déjà équipées de leur propre studio) et, plus généralement, l'offre de services interactifs semble aujourd'hui promise à un brillant et lucratif avenir.

Ce qui explique sans doute qu'ultérieurement, il soit prévu que les canaux hertziens rendus libres par la numérisation soient utilisés pour offrir des services interactifs (météo, informations, trafic, services bancaires, achats et réservations, offre d'emplois, guide des programmes, etc.).

SECTION II- LA CONSOMMATION NOMADE DE CONTENUS DIVERSIFIÉS.

Le phénomène d'alliances entre les canaux des télécommunications, les techniques issues de l'informatique et les médias est désigné par le terme de « convergence ». Cette convergence recouvre tout à la fois la nouvelle polyvalence des réseaux, qui transportent des signaux de télévision, l'Internet, le téléphone... et remédient au problème de la rareté des ondes hertziennes; le rapprochement des terminaux avec l'Internet accessible depuis la télévision interactive, l'ordinateur faisant office de télévision et même de téléphone grâce à l'ADSL, les téléphones mobiles offrant l'accès à l'Internet et même à la télévision ; et la

rencontre des contenus ou multimédia. Pour l'utilisateur, la convergence se traduit par une vraie libération lui autorisant une consommation nomade de contenus diversifiés.

§1- Le nomadisme.

Le numérique a ouvert la voie à des nouveaux modes d'accès à l'information, des modes plus libres, moins linéaires, libérant l'utilisateur des contraintes de temps (la grille de programmes) et de lieu (le téléviseur n'est pas portable).

A. De la télévision au multimédia.

Le numérique permet de coder de la même manière image, voix et texte et de les traiter simultanément. Par conséquent, sur un même terminal peuvent désormais être accessibles différents types de documents : c'est le multimédia. Le vocable hypermédia désigne la possibilité de naviguer entre les différents médias, mode non linéaire d'accès à l'information. Alors que l'informatique apportait l'interactivité et la multiplication des canaux, le multimédia accroissait la liberté du consommateur et l'hypermédia devait l'affranchir de la contrainte du flux télévisuel et de la grille des programmes, permettant en outre à chaque média de se transcender par son alliance avec les autres. Mais c'est là que la convergence rencontre aujourd'hui ses limites : le multimédia commence à peine à devenir hypermédia, notamment parce qu'en dépit du rapprochement des terminaux, chaque terminal, par habitude ou commodité, demeure principalement dédié à ses fonctions originaires. Au-delà, un univers de programmes et services nouveaux, divergents, est en gestation : il s'agit de marier les textes, les images et les sons, de créer des univers de synthèse... La cohésion entre les différents réseaux et terminaux associés permettra à terme de construire un continuum d'information par ces nouvelles « autoroutes de l'information », du téléphone au téléviseur, adaptable aux multiples espace-temps des utilisateurs (le bureau, la maison, la voiture, la rue, etc.).

B. La télévision à destination des récepteurs mobiles.

La numérisation permet de transmettre par le réseau hertzien un signal de bonne qualité à destination des récepteurs portables et mobiles. L'avènement de la TNT a mis en lumière le marché prometteur mais encore balbutiant de la réception de la télévision sur

terminaux mobiles. Ces dernières années, grâce à la miniaturisation des équipements, à la multiplication des objets sans fil et aux performances croissantes des batteries, des objets tout à fait adaptés à cet usage ont vu le jour : téléphone mobile bien sûr, mais aussi mini-téléviseurs, ordinateurs de poche et autres assistants personnels...

Aujourd'hui la diffusion de contenus vidéo sur terminaux mobiles s'effectue sur les réseaux des opérateurs de téléphonie mobile (GPRS ou prochainement UMTS). Ce mode de diffusion ne permet pas de diffuser simultanément un même programme à un grand nombre de téléspectateurs : un flux est émis pour chaque utilisateur. Partant du fait que les canaux disponibles doivent être partagés entre tous les abonnés, seule des courtes séquences vidéo peuvent être transmises. Les programmes diffusés doivent être personnalisés pour justifier leur coût élevé. La télévision mobile débute donc par la vidéo à la demande, alors que la télévision classique a mis des années à y venir.

Toutefois, des nouvelles technologies vont désormais permettre la diffusion massive de programmes à destination de terminaux mobiles, autorisant de surcroît une certaine interactivité. Le DVB-T permettait déjà de recevoir la télévision dans les véhicules en mouvement jusqu'à 80km/h, ce qui suffit amplement pour la circulation urbaine. Le DVB-H, dérivé de la norme européenne DVB-T utilisée pour transporter les signaux de TNT, permet de recevoir la télévision sans limitation de vitesse. En outre, il permet de réduire la consommation des batteries grâce à une réception des signaux par intermittence. Le DMB expérimenté en Corée et au Japon est une variante du DAB, créé pour la diffusion de services de radio numérique mais peu utilisé. La norme utilisée est le MPEG-4, seule capable de transmettre des images de définition réduite à des débits faibles. Les images ne sont pas en qualité HD mais plutôt « quart de CIF », compte tenu du fait qu'un écran mobile doit peu consommer et être de petite taille. Les applications envisagées sont les suivantes : retransmission des chaînes de la TNT, du câble et du satellite, diffusion de nouvelles chaînes expressément conçues pour la diffusion mobile avec notamment des programmes de plus courte durée, services de radio numérique et de diffusion de données.

Le CSA a lancé le 24 février 2004 une consultation publique sur les utilisations potentielles du multiplexe R5, non encore attribué. Plusieurs propositions ont émergé de cette consultation : l'introduction de services de télévision locaux ou régionaux, le développement de

nouveaux services de télévision gratuits ou payants, de services en haute définition avec la norme MPEG-4 et la télévision à destination des mobiles. Le 1^{er} juillet 2004, le Premier ministre chargeait M. Daniel Boudet de Montplaisir d'étudier les modalités d'introduction de la TVHD sur la TNT ainsi que celles de la télévision à destination des mobiles. M. Boudet de Montplaisir a pris parti pour l'affectation rapide du multiplexe R5 à la diffusion à destination des mobiles, sous peine de freiner durablement l'arrivée de cette nouvelle forme de diffusion.

Dernièrement, M. Dominique Roux, professeur à l'Université Paris Dauphine, a été chargé par le Premier Ministre d'une mission visant à accompagner le déploiement de la TNT et la mise en œuvre de nouveaux services de télévision tels que la haute définition et la télévision mobile. A suivre donc.

§2- La croissance exponentielle du nombre de programmes.

La rareté des ondes hertziennes a longtemps été un obstacle à l'évolution de la télévision et tout particulièrement à la diversification des programmes proposés, avant que les évolutions technologiques ne viennent révéler des capacités de diffusion presque sans limites.

La rencontre de la télévision avec les télécommunications d'abord, a pu mettre fin à cette ère de rareté, grâce aux nouvelles possibilités du câble et du satellite. Puis l'alliance entre ces deux mondes et celui de l'informatique a ouvert des perspectives plus larges encore. Le développement du numérique, dont le signal, moins sensible aux interférences, permet d'utiliser des fréquences voisines les unes des autres avec un risque de brouillage moindre que dans le cas des signaux analogiques, s'est ainsi traduit par une augmentation du nombre de chaînes diffusées sur le câble et le satellite. De 8 en 1993, elles sont aujourd'hui 150, pour près de 90 en langue française contre 23 en 1995. Le *webcasting*, diffusion des programmes de télévision sur les sites du Web grâce au *streaming*, et aujourd'hui la TNT sont venus s'ajouter au câble et satellite, pour accroître encore le nombre de chaînes et programmes à la disposition du téléspectateur. Pour la TNT, la baisse des coûts de diffusion des programmes induite par le numérique combinée à la technique du multiplexage, qui permet de faire passer plusieurs chaînes par fréquence là où la diffusion hertzienne analogique ne permettait d'en faire passer qu'une seule (4 à 6 en utilisant la norme de

compression MPEG-2, jusqu'à deux fois plus avec la norme MPEG-4, plus performante), a été l'occasion d'ouvrir le paysage audiovisuel à de nouveaux entrants : en sus des chaînes déjà accessibles gratuitement en mode analogique, huit nouvelles chaînes accessibles en clair ont été autorisées et sont accessibles depuis le 31 mars 2005, quatre chaînes gratuites supplémentaires ont été autorisées en juillet 2005 et seront toutes accessibles d'ici à la mi-novembre. Sept chaînes payantes, initialement supposées compléter l'offre gratuite à partir de septembre 2005, seront accessibles d'ici mars 2006. Et il ne faut pas oublier les télévisions locales, également prévues au programme. Alors que $\frac{3}{4}$ des français ne recevaient jusqu'à présent que six chaînes gratuites, le chiffre est ainsi passé à dix-huit pour les 50% des téléspectateurs aujourd'hui à même de recevoir la TNT, soit un triplement de l'offre initiale! La vraie nouveauté de la TNT en termes de programmes par rapport au câble et au satellite c'est donc que toutes ces nouvelles chaînes sont, contrairement à celles du câble et satellite, d'accès gratuit : une fois le décodeur TNT acquis, aucun abonnement n'est dû, ce qui n'est pas le cas pour les offres du câble et satellite. Cependant, eu égard aux 540 000 décodeurs numériques vendus, les nouvelles chaînes semblent à l'heure actuelle surtout regardées via les réseaux câblés et le satellite, la TNT demeurant pour l'heure somme toute plutôt confidentielle. Les professionnels estiment pourtant que plus d'un million d'adaptateurs auront été vendus après Noël. En attendant les retombées positives de ces achats, faute de mesure d'audience, la TNT n'attire guère les annonceurs. La chaîne Direct 8, ne dispose d'ailleurs même pas de régie publicitaire. M. Labro, vice-président de la chaîne, confiait ainsi au Monde le 15 septembre 2005 qu'il estimait « inutile d'investir massivement avant que chaque Français puisse avoir accès aux chaînes ». Or pour parvenir à ce résultat, il est probable qu'il faille attendre le renouvellement du parc des téléviseurs.

D'autant que ces chaînes, certes gratuites, viennent augmenter une offre de programmes déjà devenue pléthorique grâce au câble et satellite. Certes, contrairement aux offres payantes (tant du satellite que de la TNT), l'offre gratuite allie chaînes spécialisées et chaînes à tendance généraliste. Le phénomène de spécialisation des chaînes est né avec le câble et le satellite, qui proposent des chaînes dites thématiques majoritairement axées sur le cinéma, le sport, l'information, la musique et les programmes pour enfants, Elles s'adressent à des publics plus ciblés, plus restreints aussi, et offrent une alternative à la traditionnelle diffusion de masse.

Rétrospectivement, tour à tour, les améliorations techniques sont venues profiter tant à la qualité de l'image et du son qu'à la variété et à la multiplication des programmes. La question qui

se pose aujourd'hui est de savoir si la diminution des coûts de diffusion induite par le numérique va ou non profiter à la qualité de tous ces programmes désormais proposés?