



# La diffusion par câble et satellite

### UN ESSOR CONSIDÉRABLE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

Alors que la demande d'information dans le monde est en progression exponentielle, les réseaux de télécommunication au sens large (incluant aussi bien l'image, le son, que les données informatiques) revêtent une importance cruciale. Afin d'améliorer la qualité et



la rapidité de ces transferts d'informations, ces réseaux ont profondément évolué. Au réseau téléphonique traditionnel fondé sur la commutation et aux matériaux de liaison classiques (câbles en cuivre) se sont ajoutées des techniques plus complexes et spécialisées. Parallèlement, les supports et les modes de transmission se sont diversifiés. Ainsi aujourd'hui, la grande majorité des transmissions à distance se font par câble, par onde hertzienne, par fibre optique ou par satellite entraînant un gain considérable de temps et une meilleure restitution des données. Avec les nouvelles technologies, c'est aussi toute une « nouvelle économie » qui se met en place.

### DIFFÉRENTS MODES DE TRANSMISSION

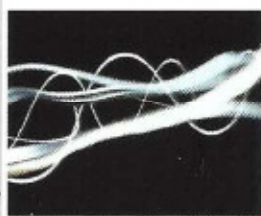
Une voie de transmission repose sur différents supports physiques. • La technique la plus ancienne est celle des deux fils de cuivre entourés d'un isolant : le fil téléphonique torsadé est économique, facile à poser et très répandu ; le problème majeur de ce type de support étant l'affaiblissement du signal en

fonction de la distance, d'autant plus important que le diamètre du fil est petit. Peu de données peuvent ainsi être diffusées simultanément par ce type de connexion et il est nécessaire de placer régulièrement des relais, afin d'améliorer la qualité de la transmission.

• Le câble coaxial est constitué de deux conducteurs concentriques isolés entre eux. Ce système permet de faire circuler de nombreuses données à la fois sur sa bande passante et résiste bien aux perturbations extérieures (pluie, orages...) grâce au blindage, d'autant plus qu'il est souvent enterré. Ce type de support est également utilisé en téléinformatique et dans les réseaux locaux.

• La fibre optique repose sur le principe de la réflexion totale de la lumière à l'intérieur de la fibre. Elle n'est pas sensible aux parasites et possède une grande bande passante pour une faible atténuation du signal. Il est donc possible de l'utiliser pour des débits importants sans perdre la qualité des informations.

• Les faisceaux hertziens permettent des transmissions par voie radioélectrique en ondes de fréquences très élevées. Les ondes



se propagent en ligne droite et elles sont soumises à des phénomènes de réflexion ou d'affaiblissement ; par conséquent, on ne peut les faire progresser qu'en utilisant des stations relais placées suffisamment haut. On peut noter que plus la puissance électrique dispensée à ces relais est importante, plus la distance à laquelle peut être capté le signal est grande.

• Les satellites géostationnaires, qui occupent une position fixe par



rapport à la Terre à la différence des premiers satellites qui décrivaient une rotation autour de celle-ci, diffusent en permanence sur une région déterminée du globe. Ils sont utilisés pour la transmission des données : un signal émis à partir de l'antenne d'une station terrestre est reçu par celle du satellite, amplifié par un système qu'on



appelle le « répéteur » puis réémis vers la Terre sur une fréquence différente. La réception de tels signaux sur la Terre se fait par le biais d'une antenne parabolique.

### LE CÂBLE

#### LES RÉSEAUX CÂBLÉS

• Les câbles aériens et nus de transport d'énergie, regroupés par termes (ou groupes de trois câbles), sont suspendus, par l'intermédiaire d'isolateurs, aux bras porteurs de poteaux ou de pylônes. Ils doivent être légers, résistants et souples : c'est pourquoi ils sont généralement constitués en acier.

• Les câbles enterrés, destinés au transport d'énergie électrique à très haute tension, sont regroupés par trois dans une même tranchée. La partie centrale conductrice, en cuivre ou en aluminium, est isolée par des couches successives d'un matériau isolant fin, généralement du papier, et maintenue, par l'intermédiaire de petits canaux, sous pression permanente d'huile isolante.

Ils sont enfin recouverts d'une gaine de protection étanche en matière plastique (chlorure de polyvinyle ou PVC, par exemple), elle-même protégée des agressions mécaniques externes (créées par exemple par le poids de la route) par une couche de fils ou une feuille d'acier et par une gaine externe de jute goudronnée anticorrosion.

• Le transport souterrain sous tension moyenne se fait par câble triphasé comportant trois éléments conducteurs isolés les uns des autres

par des gaines en matière plastique, cet ensemble étant ensuite globalement protégé contre les agressions externes, comme précédemment. La distribution d'énergie électrique dans les usines, sous moyenne ou basse tension, se fait par câble triphasé reposant sur des chemins de câbles et possédant une seule couche externe de protection, généralement en PVC.

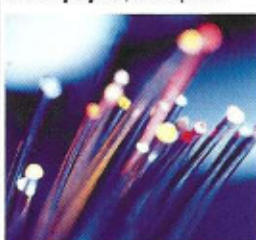
• Les câbles électriques de transport de signaux (téléphone fixe, télégraphe, télécommande et télémessure dans les usines) comportent de multiples paires de fils indépendants, isolés les uns des autres par des isolants de faible épaisseur (les tensions étant faibles) et regroupées à l'intérieur d'une gaine unique. Cette dernière n'est pas protégée comme dans le cas des câbles d'usine reposant sur les chemins de câbles ou bénéficiant de protections externes comme dans celui des câbles enterrés. Des dispositifs de protection externe renforcés et spécifiques sont mis en œuvre dans le cas des câbles sous-marins.

• Les câbles électriques transportant des signaux à haute fréquence (audio et vidéo, par exemple pour la télévision câblée) comportent une ou plusieurs paires de fils conducteurs coaxiaux (l'un des conducteurs de la paire est tubulaire et entoure l'autre conducteur, constitué par un fil matérialisant l'axe du cylindre).

Pour la transmission à haute fréquence, les câbles électriques coaxiaux sont fortement concurrencés par les câbles à fibres optiques.

• Les fibres optiques sont utilisées en télécommunication. De nombreuses artères de liaisons téléphoniques ont ainsi été réalisées en fibres optiques, dont la capacité de transport d'informations est très supérieure à celle des câbles coaxiaux, qui ont, cependant, l'avantage d'être insensibles aux parasites électromagnétiques et de ne pouvoir être piratés.

La distribution de la télévision par câble utilise aussi fréquemment des fibres optiques : leur capacité



de transport d'informations est, pour le moment, nettement surabondante par rapport à l'information disponible : elles restent donc

concurrencées, dans cette dernière application, par les câbles coaxiaux, moins onéreux.

### LE CÂBLE EN FRANCE

En France, le câble a mis longtemps avant de pénétrer dans les foyers. Le taux d'équipement y beaucoup moins important qu'aux États-Unis et que dans d'autres pays européens comme l'Allemagne, l'Autriche, le Benelux ou les pays scandinaves. Plusieurs erreurs ont été commises aussi bien par l'État que par les câblo-opérateurs. La première fut de privilégier la fibre optique, plus séduisante sur le plan technologique, mais bien plus coûteuse et bien plus difficile à maîtriser que le câble coaxial qui a fini aujourd'hui par s'imposer. La deuxième a été d'équiper le pays par touches successives, de façon désordonnée et incohérente. La troisième faiblesse est due à l'absence de politique commerciale rationnelle.

Dans le domaine de la télévision, par exemple, le développement du câble a été encouragé sans qu'il se crée en même temps de nouvelles chaînes spécifiques mais en laissant sur le réseau hertzien Canal + et trois chaînes gratuites (La 5, M6, Arte). L'offre s'est par la suite diversifiée et l'audience a augmenté mais les foyers abonnés au câble continuent à privilégier les chaînes hertziennes. Les exemples de la France (plus de 3,2 millions d'abonnés) et de la Grande-Bretagne (3,6 millions d'abonnés) illustrent la tendance générale de la télévision par câble en Europe.

La croissance des abonnés reste constante mais légère. De plus, la Grande-Bretagne ne possède que deux opérateurs (contre plus de sept en France, dont quatre principaux) qui n'arrivent pourtant pas à être bénéficiaires.

### LES TÉLÉCOMMUNICATIONS SPATIALES OU PAR SATELLITE

Avant l'ère spatiale, qui commence en 1957, les liaisons téléphoniques intercontinentales sont acheminées par des câbles dont la capacité est de quelques dizaines de lignes. Les images de la télévision ne peuvent être transmises à travers l'Atlantique ou le Pacifique. L'utilisation de relais placés dans l'espace permet de s'affranchir de ces limitations.

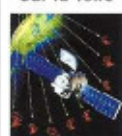
Dès le début des années 1960, le premier satellite de télécommunication, Telstar, retransmet des émissions de télévision en direct entre les États-Unis et l'Europe. Mais la véritable révolution a lieu en 1965 avec le premier satellite de la nouvelle

### Village planétaire

#### Aux États-Unis

La plupart des appels interurbains et 90 % des appels transcontinentaux s'effectuent au moyen de fibres optiques (contre 10 % il y a dix ans).

#### Sur la Toile



Le nombre d'internautes dans le monde : 633 millions en 2003. Le nombre d'internautes en France est passé de 12 à 20 millions entre 2001 et 2003. Le nombre d'abonnés au câble en France : 5,2 millions.

### Une paire de fibres



5 120 Gbit/s

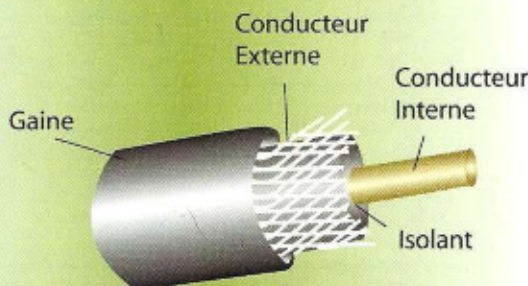
### Telstar 1



10 juillet 1962

Entre les USA et l'Europe

### LE CÂBLE COAXIAL



organisation internationale **Intelsat** : Early Bird (« l'Oiseau du Matin »),



placé en orbite géostationnaire au-dessus de l'Atlantique. Early Bird est le premier maillon d'une chaîne de satellites géostationnaires qui se déploie peu à peu tout autour de l'Équateur et permet d'établir des communications globales. Le premier événement suivi en direct à la télévision dans le monde entier est la manifestation des jeux Olympiques de Mexico en 1968.

#### LE PRINCIPE

Le principe des télécommunications spatiales est simple : depuis sa position élevée au-dessus de la Terre, un satellite est visible en tous les points d'une vaste région ; il peut donc relayer des communications entre deux points quelconques de cette région et diffuser une émission de radio ou de télévision sur toute la superficie de celle-ci. L'appareil le plus commode est le satellite géostationnaire, placé à 36 000 km d'altitude au-dessus de l'Équateur : l'engin spatial ne bougeant pas dans le ciel, des antennes fixes permettent d'établir le contact avec lui. Mais des satellites en orbites basses (environ 1 000 km d'altitude) ou moyennes (de 10 000 km à 20 000 km d'altitude) peuvent aussi servir à relayer des télécommunications. Il faut alors tenir compte du fait que le satellite se déplace dans le ciel et n'est pas utilisable en permanence. Si l'on veut établir un service continu de télécommunications spatiales avec ce type de système, il est nécessaire de disposer d'un grand nombre de satellites, formant une constellation répartie tout autour du globe.

#### LES PRINCIPAUX RÉSEAUX

Le premier grand réseau de télécommunications spatiales, est Intelsat, lancé dans les années soixante. De Intelsat 1 (Early Bird), à la série des Intelsat 9, produits à partir de 1998, ses satellites ont été utilisés par des télévisions du monde entier, des fournisseurs de téléphone à longue

distance, et permet par exemple d'établir des liaisons téléphoniques en vidéo avec la plupart des pays. Mais bien d'autres services spatiaux de télécommunications se sont développés au cours des trois dernières décennies. Des systèmes régionaux existent un peu partout dans le monde, comme Eutelsat en Europe ou Arabsat au Maghreb et au Moyen-Orient. Un réseau très important permet d'établir des liaisons avec des téléphones mobiles : Immarsat, d'abord créé pour des navires, mais qui sert aussi désormais pour les avions et les véhicules terrestres. Une application fondamentale est par ailleurs la télédiffusion par satellite, qui permet aux particuliers de recevoir directement, avec une parabole de 50 cm à 1 m de diamètre, des dizaines de canaux de télévision. On peut citer en Europe le système **Astra** et aux



États-Unis le système Direct-TV. Pour s'abonner, il suffit de s'équiper d'une antenne parabolique et d'un décodeur numérique.

#### L'INTERNET

Jusqu'à présent, pour se connecter à Internet, l'ordinateur devait être relié à une prise téléphonique ou le câble via un modem, autant de fils interdisant de « surfer » en toute liberté dans n'importe quel lieu. Désormais avec le Wi-Fi (Wireless Fidelity) il suffira d'introduire une simple carte dans l'ordinateur pour accéder à l'Internet. • La connexion par une ligne téléphonique classique : l'ordinateur doit être équipé d'un modem. Utilisable partout où existe une ligne téléphonique cet accès est limité par la vitesse de la connexion : actuellement celle-ci est de 56 kbps et même inférieure si la ligne est de mauvaise qualité. Un autre inconvénient est l'indisponibilité du téléphone pendant la connexion Internet.

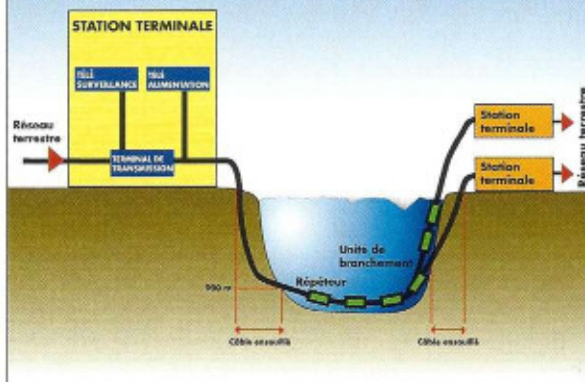
• La connexion via une ligne téléphonique Numéris : entièrement

numérique, cette technologie permet de bénéficier simultanément d'un accès Internet à 64 kbps (kilobits par seconde) et d'une liaison téléphonique classique. Numéris est le nom commercial du réseau téléphonique de France Télécom basé sur la technologie RNIS (« Réseau Numérique à Intégration de Services »). Il est conçu pour transporter séparément les données (la voix, les images, les fax...) et les informations de signalisation. Il est indispensable de disposer d'un adaptateur TNA (Terminal Numérique d'Abonné) pour pouvoir s'y connecter. Avec les modems les plus rapides, le débit (ou taux de transfert des données) est de 64 kbps (de 128 en utilisant deux canaux) au lieu de 56 kbps.

• La connexion xDSL (Digital Subscriber Line, Ligne Numérique d'Abonné) regroupe l'ensemble des technologies mises en place pour un transport numérique de l'information sur une simple ligne de raccordement téléphonique. Les technologies xDSL sont divisées en deux grandes familles, celle utilisant une transmission symétrique (SDSL) et celle utilisant une transmission asymétrique (ADSL). Cette « Ligne asymétrique numérique » est une technologie qui permet la transmission de données à très haut débit, basée sur les fils de cuivre classiques. Les débits peuvent atteindre jusqu'à 8 mbps (megabits/s) en réception et 640 kbps en émission (d'où la notion d'asymétrie). Elle permet de faire coexister sur une même ligne un canal descendant de haut débit, un canal montant moyen débit ainsi qu'un canal de téléphonie. Jusqu'à présent, les services à hauts débits existants basés sur le câble coaxial ou la fibre optique n'étaient pas bien adaptés aux besoins réels. L'idée d'utiliser la paire torsadée semble la mieux adaptée puisque dans le monde plus de 800 millions de connexions de ce type sont déjà en place et qu'il suffit d'ajouter un équipement au central téléphonique ainsi qu'une petite installation chez l'utilisateur pour pouvoir accéder à l'ADSL.

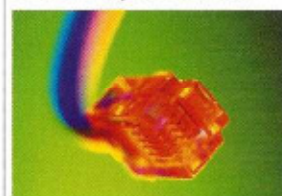
La connexion est effectuée par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique entre deux équipements, d'une part le NT (Network Termination) installé chez l'utilisateur et d'autre part le LT (Line Termination) installé dans le centre de raccordement. • La connexion par le **câble** permet

#### CÂBLES SOUS-MARINS



d'être lié à Internet et d'y rester connecté de façon permanente. Il n'y a plus besoin d'attendre que la connexion s'établisse avec le prestataire, car celle-ci est directe. De nombreuses villes en France (Paris, Nice, Le Mans, Annecy, Strasbourg...) en sont déjà équipées. Pour accéder à cette technologie il est nécessaire d'avoir : d'avoir un fournisseur d'accès par ce câble et un modem adapté.

Un modem-câble est un appareil qui permet d'accéder à Internet via le réseau de câblodistribution. Il possède deux types de connexion : une connexion de type coaxial (vers le câble) et une connexion de type **ethernet** RJ45 (vers la carte réseau



de l'ordinateur). Des vitesses de 10 mbps peuvent être théoriquement atteintes ; cependant, cette bande passante peut être partagée par d'autres, suivant l'arborescence qui relie l'ordinateur à l'opérateur. Si d'autres utilisateurs (dans le même immeuble câblé) téléchargent des vidéos, des jeux, les performances techniques de ce type de connexion seront moindres.

• La connexion par fibre optique permet de transférer des informations à 100 mbps. Cependant, elle est très coûteuse et le transfert de voix est difficile, ainsi se limite-t-elle à des réseaux locaux internes aux entreprises. • Les connexions par satellite ont une bande passante très large mais elles sont totalement asymétriques (la réception de données est aisée contrairement à l'émission). Ainsi, lorsque l'on veut par exemple surfer sur un site web, il est très difficile d'en donner l'ordre. La solution est alors d'installer un modem sur une ligne téléphonique afin d'envoyer ces

informations. Certaines compagnies commencent toutefois à proposer des solutions avec la possibilité d'avoir des flux montants sans passer par la ligne téléphonique. Le téléchargement de données s'effectue actuellement à un taux de transfert de 400 kbps. • L'Internet sans fil (en anglais Wireless Network) est un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire. Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu.

• Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques (radio et infrarouges) en lieu et place des câbles habituels. Il existe plusieurs technologies se distinguant par la fréquence d'émission utilisée d'une part, par le débit et la portée des transmissions d'autre part. Les réseaux sans fils permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. De plus, l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires. En contrepartie, le problème de la réglementation relative aux transmissions radioélectriques reste en suspens.

En effet, les transmissions radioélectriques servent pour un grand nombre d'applications (militaires, scientifiques, amateurs...), mais sont sensibles aux interférences : c'est la raison pour laquelle une réglementation est nécessaire dans chaque pays afin de définir les plages de fréquence et les puissances auxquelles il est possible d'émettre pour chaque catégorie d'utilisation. De plus, les ondes hertziennes étant difficiles à confiner dans une surface géographique restreinte, il est facile pour un pirate d'accéder au réseau si les informations circulent en clair (c'est le cas par défaut). Il est donc nécessaire de prendre les dispositions nécessaires afin d'assurer une confidentialité des données circulant sur les réseaux sans fil. Les réseaux utilisant cette technologie sont aujourd'hui le Wi-Fi (Wireless Fidelity), la BLR (Boucle Locale Radio), le GSM (Global System for Mobile Communications, Groupe Spécial Mobile), le GPRS (General Packet Radio Service), l'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

#### L'ADSL (INTERNET RAPIDE)

