

# Télécoms

## du 20<sup>e</sup> au 21<sup>e</sup> siècle

### De la téléphonie à la connexion

Par Richard Toper (1976)

#### Du téléphone au numérique

Le 20<sup>e</sup> siècle a vu le téléphone « automatique » se déployer massivement. En premier lieu « fixe » avec des lignes de cuivre, puis « mobile » avec le GSM. En même temps, les liaisons « longue distance » se sont démocratisées, passant de circuits manuels exploités par des opératrices à des réseaux automatiques internationaux, des câbles sous-marins et des satellites géostationnaires. Longtemps, les pays ont possédé leur industrie nationale protégée par des normes locales.

En quelques années, la voix est devenue une application comme les autres sur l'écran des smartphones, avec la numérisation et la « paquétisation ». En 2019, un téléphone mobile sert un peu à téléphoner, mais permet surtout d'accéder à Internet, de voir une vidéo à la demande, de commander un « Uber », de se faire livrer un repas, de prendre en photo une fleur et de l'identifier ou encore de télécommander ses appareils électroménagers.

En un mot, voici venue l'ère de la connexion permanente. La crainte pour la génération Y n'est plus d'avoir faim ou soif, mais de perdre sa connexion (*FOMO* : *Fear of Missing Out*). Dans ce monde moderne, les grandes guerres ont laissé la place à de nouveaux chocs systémiques de plus en plus prégnants : liberté économique aux USA contre la planification industrielle chinoise, droit américain fondé sur les contrats contre la loi régaliennne européenne, contenus haineux des réseaux sociaux, usage généralisé du vocabulaire américain...

Cet article vise à présenter les infrastructures de ce nouveau monde numérique, où chacun et chacune sont connectés en permanence avec les autres et avec les machines.

#### Un volume gigantesque de données

En ce début de 21<sup>e</sup> siècle, on observe une explosion du volume de données produites. En 2005, le monde comptait 130 exaoctets (soit 130 milliards de milliards d'octets) ; en 2025, ce chiffre passerait à 165 000 !

Désormais, humains comme objets, absolument tout semble être intimement lié à la création de données : personnes, ordinateurs, smartphones, voitures connectées, agriculture, médecine, industries, équipements ménagers... Tout est connecté et produit des quantités de données plus ou moins importantes en fonction des usages. Ainsi, à la campagne, je me surprends à écouter de la musique sur le radiateur « connecté » de ma salle de bains !

Ces données, nécessitent toutefois d'être traitées, stockées et transmises :

- traiter les données par le biais d'ordinateurs, avec un volet matériel (de la montre au supercalculateur) et un volet logiciel (dont la fameuse Intelligence Artificielle) dans un cadre sécuritaire bien agité (cybersécurité),
- stocker les données grâce à différents supports bien sûr, mais aussi à l'aide d'infrastructures physiques comme les **data centers**, lesquels deviennent de plus en plus sophistiqués pour répondre aux challenges actuels (énergie, sécurité, proximité),
- transmettre les données avec les réseaux qui sont devenus vitaux dans ce monde où la connexion est permanente.

La suite de l'article se focalise sur les réseaux télécoms (appelés aujourd'hui « réseaux de communications électroniques »), infrastructure invisible du grand public, mais indispensable à la vie numérique.

#### Différents types de réseaux télécoms

Un réseau télécom ou réseau de communications électroniques, permet d'échanger des informations entre différents utilisateurs. La conception des réseaux est effectuée en fonction des besoins et des objectifs : le réseau qui permet de communiquer avec les sous-marins nucléaire lanceur d'engins est bien différent du Réseau d'Initiative Publique Très Haut Débit du département de l'Aisne. Il existe de multiples types et architectures de réseaux de communications électroniques : réseaux avec ou sans fils, fixes ou mobiles, privés ou publics, d'accès ou longue distance, spéciali-

sés par opérateur d'importance vitale, sécurisés, etc... C'est notre métier d'ingénieur architecte des réseaux de concevoir pour nos clients les solutions optimisées répondant à leurs besoins.

Portons à présent notre attention sur les besoins de masse du « grand public ». Le réseau de base au 20<sup>e</sup> siècle était le réseau téléphonique fixe, avec des commutateurs téléphoniques reliant les abonnés par le biais de câbles en cuivre. À cette époque, les liaisons longue distance utilisaient des câbles coaxiaux et des amplificateurs analogiques.

À partir des années 80, l'arrivée du numérique, des faisceaux hertziens et de la fibre ont permis des progrès spectaculaires sur les liaisons à longue distance ; les prix se sont effondrés, les volumes transmis ont augmenté et la qualité de service s'est améliorée. Le système était proche de la perfection... pour le téléphone fixe. S'est superposée l'arrivée du téléphone mobile qui a grandi très vite, en créant un réseau d'accès radio à base de pylônes et d'antennes. Le réseau mobile s'est facilement interconnecté aux réseaux à longue distance, récemment modernisés et très largement dimensionnés.

En 2000, l'arrivée d'Internet a rebattu les cartes, notamment pour le réseau d'accès fixe, c'est-à-dire la partie des réseaux reliant les utilisateurs aux réseaux à longue distance. Des tentatives pour adapter les réseaux existants ont été réalisées : le réseau cuivre avec l'ADSL et le VDSL ou bien les réseaux câblés avec les modems DOCSIS.

En 2019, le constat est désormais clair, les réseaux coaxiaux ou cuivrés ne répondent plus de manière adéquate aux attentes des consommateurs. Sans compter le fait que les besoins d'un débit élevé, parfois symétrique et d'une faible latence ne cessent d'augmenter.

Rassurons-nous, face à ces problématiques, une réponse existe : c'est la fibre optique. Cette dernière permet aujourd'hui d'annuler l'effet « loterie numérique » des réseaux de cuivre qui découle du lien entre la force du débit et le lieu d'habitation de l'utilisateur. Certes, il existe des technologies complémentaires ou transi-

toires, essentiellement radio et satellite, mais elles ne concernent qu'une part faible du marché.

## Les réseaux FTTH

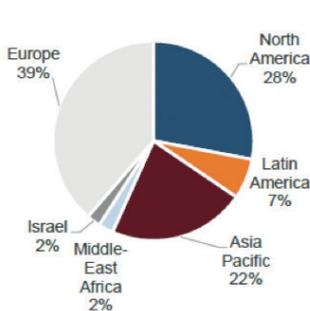
La soif des données est une constante mondiale. Dès le début des années 2000, le Japon a choisi de déployer massivement la fibre optique pour offrir la même qualité en tout point du territoire, pour le débit bien sûr, mais aussi pour le temps de latence réduit, en raison des habitudes culturelles japonaises. Avec 10 ans de retard, la France a aussi fait le choix du FTTH (*Fibre To The Home*, « fibre à la maison »). A l'heure actuelle, si la Corée du Sud, la Chine, les Etats-Unis, l'Espagne ou la Russie sont devant la France, la Grande-Bretagne ou l'Italie démarrent à peine tandis que l'Allemagne n'a pas encore décollé en raison de sa volonté historique d'appliquer des solutions de type « *vectoring* » sur l'ensemble de son réseau en cuivre.

La fibre optique, utilisée depuis les années 80 dans les réseaux longue distance, s'est révélée être un support fiable et durable. Rappelons qu'une fibre optique correspond à des fils en verre transparent, déployables sur plusieurs dizaines de kilomètres et qu'il est possible de plier avec des rayons de courbure de 10 centimètres. Il s'agit d'un support particulièrement adapté pour transmettre des données.

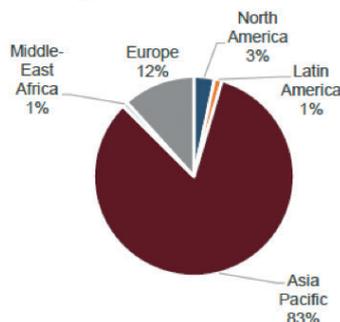
Le principal défaut de ce support n'est autre que son coût. Lorsque l'on analyse le coût moyen d'une ligne en France, on se rend compte que les postes principaux de coûts sont la pose et le génie civil, bien plus onéreux que la fibre elle-même.

Pour résumer, il s'agit d'investir dans un réseau national, qui raccorde chaque logement, comme l'électricité ou le téléphone, et construit pour plusieurs décennies. L'intérêt de cette infrastructure, c'est de pouvoir supporter des services numériques variés ; certains sont bien identifiés, comme la vidéo à la demande ou le télétravail, d'autres commencent à émerger comme la télé-médecine, et des services inconcevables aujourd'hui verront bientôt le jour.

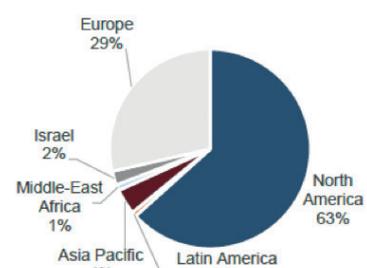
VDSL: 65.9 million subscribers (1)



FTTH/B: 417 million subscribers



FTTx/D3.0: 103 million subscribers



MEA = Middle East and africa; LATAM : Latin America; APAC = Asia-Pacifi; NA = North America; EUR = Western + Eastern Europe

(1) 11.8 M FTTx\*+LAN subscribers in china are not taken into account.

Source: IDATE DigiWorld, World FTTx market, June 2017

Depuis 2011, notre pays a mis en place le Plan France Très Haut Débit avec pour objectif de câbler 80% des logements en FTTH en 2022 et 100% en 2025.

- Les principaux points de cette initiative nationale sont :
- découpage du territoire en Zone d'Initiative Privée et Zone d'Initiative Publique,
  - financement assuré par l'Etat, les collectivités territoriales, les opérateurs et les investisseurs financiers (dont la Banque des Territoires),
  - régulation éclairée par l'Etat (ARCEP), en concertation avec les différents acteurs, notamment les collectivités territoriales,
  - réseaux FTTH construits et exploités par un opérateur vendant ou louant le réseau aux opérateurs de détail dans des conditions régulées,
  - architecture unique : Nœud de raccordement optique (NRO, ex central), Point de Mutualisation (Sous-répartiteur optique, où sont implantés les coupleurs optiques), point de branchement (à moins de 200 m du logement), Interface Optique Electronique (dans le logement).

En 2019, le Plan France Très Haut Débit est bien lancé : les travaux sont en cours avec une production de plus d'un million de lignes FTTH par trimestre, soit quatre millions par an. 15 millions de lignes sont achevées et il reste 22 millions de lignes à construire. La bonne nouvelle est que le succès commercial est au rendez-vous, notamment dans les territoires ruraux. En effet, on remarque que les habitants qui n'avaient rien ou un piètre ADSL se connectent à présent au Très Haut Débit en masse dès lors qu'ils conservent leur opérateur habituel.



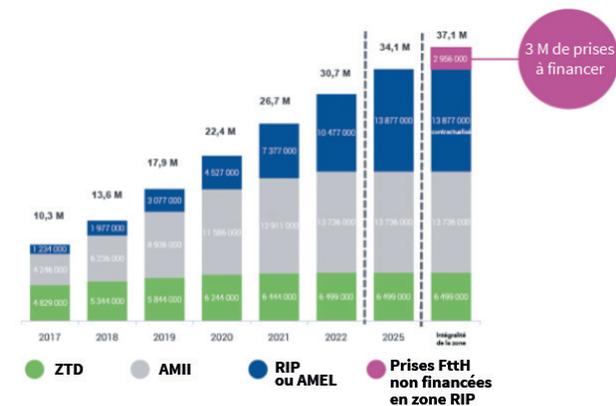
une apparition remarquée sur la scène des nouvelles technologies : la 5G. Mais au fait, qu'est-ce que la 5G ?

Tout le monde connaît la 2G, la 3G, la 4G : cela s'affiche sur votre mobile. La 5G c'est tout d'abord la promesse d'un débit beaucoup plus important (10 fois plus que la 4G). C'est également un nouveau moyen de communication sans fil qui vise concomitamment à raccorder les objets connectés (bas débit sur une très grande surface), à offrir des services à très faible latence (voiture connectée, machine industrielle), ou encore focaliser les moyens sur une zone particulière (événement sportif par exemple).

La 5G fait la part belle à plusieurs innovations majeures. Tout d'abord, de nouvelles fréquences, notamment les fréquences millimétriques, qui permettent un très grand débit sur une courte distance, mais qui pénètrent difficilement dans les bâtiments. Ensuite, de nouvelles antennes, grâce auxquelles il est possible de focaliser les ondes sur des sites précis, mais qui sont plus volumineuses et plus nombreuses que les antennes actuelles. Enfin, de nouveaux équipements permettant le « *network slicing* », c'est-à-dire le fonctionnement simultané de plusieurs services sur le même équipement (objets connectés et Très Haut Débit).

Plusieurs expérimentations 5G ont lieu en parallèle dans le monde avec une avance dans plusieurs pays asiatiques et aux USA. Les travaux de normalisation se poursuivent.

Pendant ce temps, se jouent des batailles industrielles tonitruantes entre les USA et la Chine sous les yeux des spectateurs européens...



Volume de prises déployées par zone en cumul

Enfin, le « *French Model* » est admiré dans l'Union Européenne, à tel point que le nouveau code des télécommunications européen a repris la plupart des dispositions françaises.

## La 5G

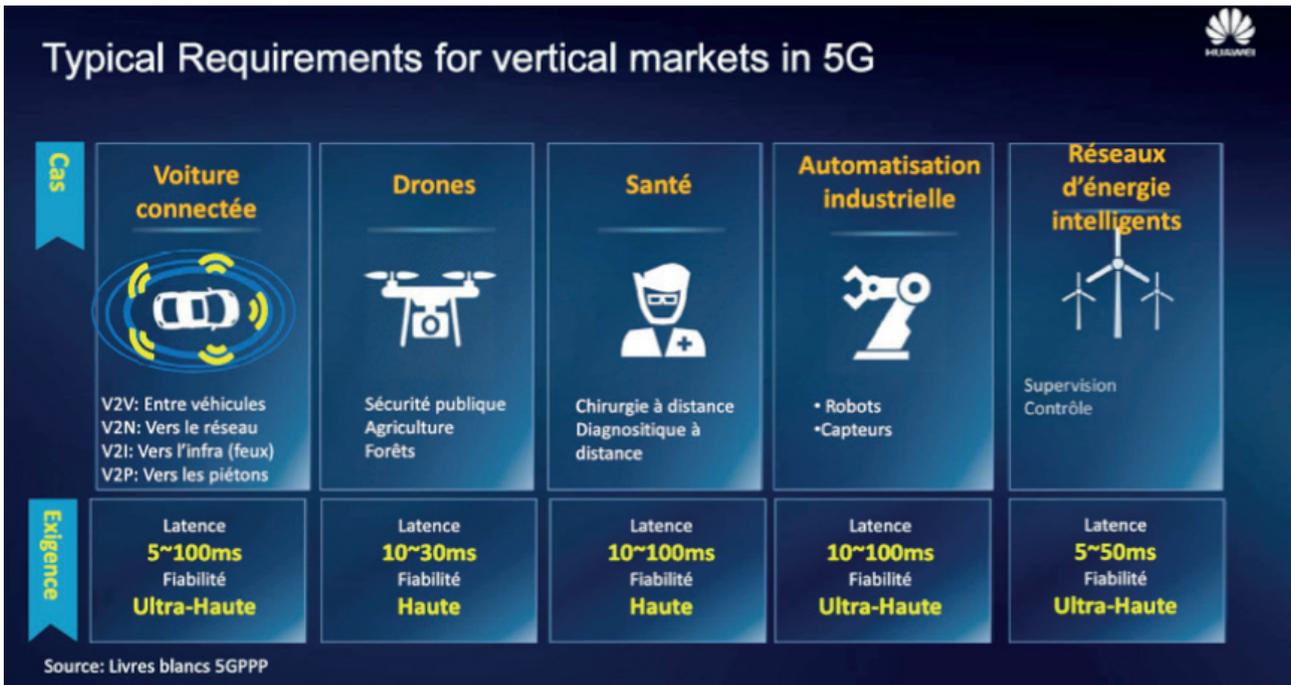
Pendant que les réseaux FTTH se déploient et que la 4G semble être devenue quelque chose d'assez banal pour bon nombre de personnes, un nouvel entrant a fait

## FTTH et 5G : amis ou ennemis ?

Nous avons tous le nez sur le guidon. Prenons donc un peu de hauteur et évitons les illusions d'optique apportées par la communication marketing.

Tout d'abord rappelons une évidence, il y a beaucoup de fils dans un réseau sans fil, ce que j'ai pour habitude de résumer par la formule « **Sans Fibre pas de 5G** ».

Le FTTH est une infrastructure physique. Plus précisément, il s'agit d'un réseau passif en service depuis plus de 10 ans dans le monde, qui sera intégralement



déployé en France avant 2030 et qui vise à couvrir l'ensemble de la population. Ajoutons que la fibre est difficilement espionnable, ce qui renforce la cybersécurité des systèmes.

La 5G est de son côté un réseau actif (matériel et logiciel), dont les premiers déploiements viennent de voir le jour. C'est un réseau mobile pour lequel aucun *business model* n'a encore été véritablement développé. De plus, les risques de cybersécurité, les batailles industrielles et l'acceptabilité par le grand public des nouvelles antennes sont autant de facteurs susceptibles de perturber les calendriers de déploiement.

Le déploiement de la 5G auprès du grand public, mais beaucoup de secteurs industriels s'intéressent au sujet, et les développements de la 5G se feront prioritairement dans ces secteurs avec des réseaux privés et sécurisés. Citons l'exemple de l'Europe, qui a décidé récemment de favoriser la 5G au détriment du Wi-Fi pour les véhicules connectés, ou celui du Port de Hambourg, qui a demandé l'attribution de fréquences 5G.

Sur le plan de l'emploi, le Plan France Très Haut Débit a donné la possibilité de créer plus de 20 000 emplois non délocalisables, orientés aujourd'hui vers le déploiement, et demain vers le raccordement de millions d'abonnés. La valeur ajoutée est essentiellement française. La 5G est un très gros chantier pour les industriels des télécoms mais il n'y a plus d'industriels français et seuls quelques centres de R&D restent implantés dans notre pays.

## Et après ?

Une chose est sûre, le secteur des télécommunications a encore de l'avenir et il est certain qu'un grand nombre d'innovations apparaîtront dans les prochaines décennies. À titre d'exemple, le nom de la 6G commence à se dessiner sur certaines lèvres ! Toutefois, les infrastructures (fibre, câbles, pylônes, spectre) resteront pendant des décennies les supports des nouveaux réseaux et services. ■

### L'AUTEUR



Expert reconnu des télécommunications, **Richard Toper** est diplômé de l'Ecole Polytechnique ainsi que de Télécom Paris.

Richard possède plus de 40 ans d'expérience dans les télécommunications. Dans les années 80, il a travaillé avec Nokia / Alcatel sur la première génération de réseaux FTTH

et a vu se développer la concurrence entre les opérateurs. Il a notamment été le créateur et le Directeur Général de l'intégrateur Télécoms TELINDUS pour la France et l'Espagne, racheté en 2014 par l'opérateur SFR.

En 2002, Richard a fondé Setics, l'un des principaux cabinets de conseil en France dédiés aux infrastructures numériques et aux télécommunications.

Richard est membre du Conseil de Télécom Sud Paris, Président du Cercle CREDO, Vice-Président de l'Institut de Recherches Economiques et Sociales sur les Télécommunications (IREST), Président de l'atelier Très Haut Débit de Forum Atena et Vice-Président du Groupement des Conseils en Aménagement Numérique du Territoire (GCANT).