

# Le haut débit

Prof. Brahim Haraoubia

Ecole supérieure de technologie

## **1) L'évolution des moyens de transmissions et accès au haut débit**

L'évolution de l'analogique vers le total numérique a tout bouleversé. Tous les secteurs sont touchés et personne ne peut éviter cela. L'immatériel et le virtuel deviennent le quotidien de chacun. Le monde est interconnecté à travers des réseaux maillés qui font qu'aucune information minime soit-elle ne peut échapper à la diffusion instantanément quelle que soit le lieu ou elle se produit. L'accès de l'individu à cette information nécessite qu'il soit connecté à ces réseaux avec un minimum de fiabilité.

Dans un temps qui n'est pas lointain, on se suffisait de modem ayant une vitesse de transmission de données théorique égale à environ 56 kilobits par seconde. Seulement les besoins se sont vite accrus pour la transmission de texte d'images et de vidéos. Les télécommunications ont tout de suite suivi. Dans le domaine des transmissions par fibre optique dans les voies rapides, on est passé de la technologie PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), technologie numérique plésiochrone (presque synchrone) qui assurait un débit de l'ordre de 140 Mbits/seconde à la technologie SDH (Synchronous Digital Hierarchy), technologie numérique synchrone avec des débits qui peuvent atteindre la dizaine de Gigabits/seconde puis ensuite à la technologie DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) ou les débits peuvent dépasser les 400 Gigabits/seconde.

Ces débits concernent les voies rapides ou le cœur du réseau. L'interconnexion de l'utilisateur s'effectue à travers les voies d'accès. Il faut savoir que la notion de haut débit ou du très haut débit est liée au lien (boucle locale) qui existe entre l'utilisateur et l'équipement de transmission qui lie cet utilisateur au réseau.

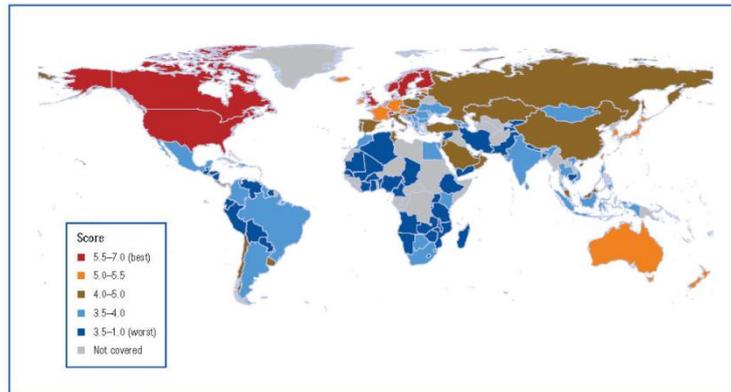
## **2) La fracture numérique et le défi du haut débit**

La fracture numérique relate les écarts qui existent entre les différents utilisateurs des technologies de l'information et de la communication. On peut voir apparaître cet écart entre les nations et aussi dans la société d'une même nation. La présence massive des technologies de l'information et d'internet dans les grands centres urbains et leur absence ou présence minime chez les populations rurales est un bon exemple de fracture numérique dans une même société. Cette fracture numérique peut exister même dans les centres urbains en raison surtout des différences culturelles, sociales ou économiques qui traversent les populations des mêmes centres urbains. Pour résumer, on note des différences dans l'accès ou l'utilisation des technologies de l'information entre pays riches et pays pauvres, entre population aisée et population défavorisée, entre la campagne et les centres urbains, entre les jeunes et les moins jeunes.

Il est aujourd'hui avéré que des différences notables existent entre les pays du nord et les pays du sud dont fait partie l'Algérie. Le rapport mondial sur les TIC montre bien l'existence d'une réelle fracture numérique puisque le premier pays Africain (Afrique du sud) est classé à la 72ème place. Les vingt pays les mieux classés se trouvent en Europe de l'ouest, en Asie et en Amérique du nord. La carte de la figure 1 (source : The Global Information Technology

Report 2012 : [http://www3.weforum.org/docs/Global\\_IT\\_Report\\_2012.pdf](http://www3.weforum.org/docs/Global_IT_Report_2012.pdf)). Résume bien l'existence de cette fracture numérique entre le nord et le sud.

La résorption de cette fracture numérique ne peut se faire qu'en sautant le gap technologique et s'assurer d'un choix de technologies d'accès haut débit fiables, pérennes et qui doivent interagir avec, l'existant, les besoins, les possibilités économique et être surtout à la portée du plus grand nombre d'utilisateurs.



*Fig.1. Pénétration des technologies de l'information et de la communication à travers le monde*

### **3) Le haut débit au niveau de l'utilisateur**

Penser à fournir le haut débit pour tous, peut relever de l'utopie ou de l'espérance d'une réalité qu'on cherche à concrétiser. Tout dépend de la décision et du courage à prendre cette décision.

On ne parlera du haut débit qu'au niveau du réseau d'accès ou au niveau de la boucle locale qu'elle soit fixe ou sans fils. Ce qui se passe au niveau du cœur du réseau repose sur une autre problématique qui évidemment peut interférer sur la qualité et le débit de la liaison finale qui arrive au niveau de l'abonné.

Ce haut débit en lui-même va dépendre du support qui est utilisé pour les différentes voies d'accès. Parmi ces supports, on trouve :

- Les câbles de cuivres ( lignes téléphoniques et courants porteurs)
- La fibre optique
- La boucle locale radio ( Wimax ; Wifi ; Satellite et téléphonie mobile de nouvelle génération)

On traitera dans ce cadre les trois types de supports avec pour chaque type, les applications qui peuvent répondre au mieux au besoin du haut débit.

### **4) La transmission haut débit sur une ligne téléphonique – emploi de la xDSL**

Il s'agit d'un des moyens les plus utilisés pour accéder au haut débit. La technologie xDSL utilise les fils de cuivre du réseau téléphonique existant. La technologie ADSL permet d'avoir des connexions haut débit avec des débits montants et descendants asymétriques. On peut trouver des connexions DSL avec des débits montants et descendants identiques. C'est le cas de la technologie SDSL (symetric digital subscriber line). Sur une même paire de cuivre on

peut transmettre simultanément la voix (communication téléphonique) et également les données par un simple multiplexage fréquentielle.

Il faut noter cependant qu'une connexion ADSL exige une voie d'accès (paire de fils de cuivre) de bonne qualité. Ce qui nécessite la qualification de toutes les lignes (boucles locales) qui relient les utilisateurs aux centraux téléphoniques de proximité. De plus les fils de cuivres sont sujets à des pertes en fonction des distances et des fréquences utilisées. Ce qui limite l'utilisation de l'ADSL à des abonnés qui se trouvent dans un rayon d'environ 5 km de l'équipement DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer : Multiplexeur d'accès DSL). Pour résumer une transmission haut débit à l'aide d'une connexion ADSL, on peut se référer au schéma de la figure 2.

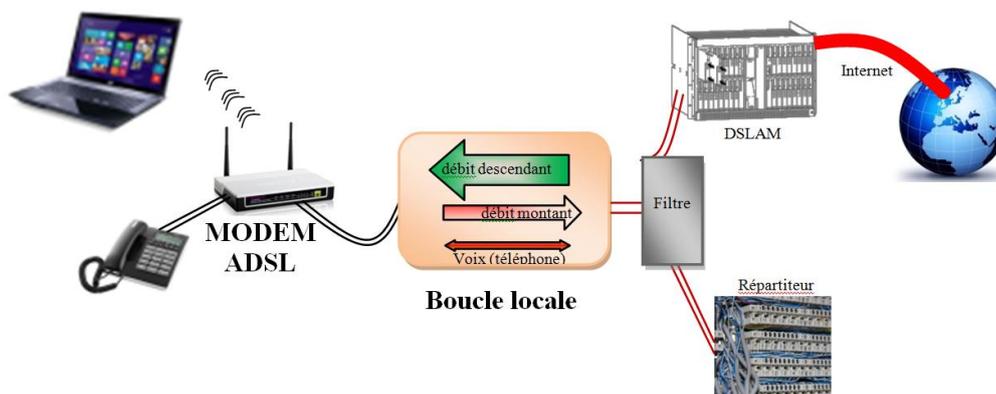


Fig.2. Configuration d'une connexion ADSL

On peut atteindre des débits très intéressants par le développement des techniques DSL en utilisant par exemple l'ADSL<sup>++</sup>. Avec cette technique on peut atteindre des débits descendants théoriques de l'ordre de 20 Mbp/s (20 Mégabits par seconde). Avec la technique liée à la VDSL (Very high bit-rate Digital Subscriber Line), les débits maximum qui sont atteints avoisinent les 100 Mbp/s. Cependant il faut voir que ces débits sont en rapport avec la distance qui sépare l'utilisateur et le DSLAM. Pour l'ADSL<sup>++</sup>, il faut être à moins de 2 km du DSLAM, par contre pour la VDSL il faut se situer dans un rayon de 300 mètres.

La technique VDSL serait une très bonne solution à la condition d'être combinée avec l'emploi de la fibre optique par l'introduction de celle-ci jusqu'au niveau du quartier (Fiber to the neighbourhood : FTTH) dans la perspective de rapprocher le multiplexeur d'accès de l'utilisateur. Il existe des variantes de la VDSL telle que la VDSL+ qui peut atteindre des débits théoriques de l'ordre de 100 Mbp/s en symétrique et avec une distance qui peut dépasser les 3 km.

## **5) L'utilisation de la fibre optique**

Il s'agit d'un mince fil de verre qui a la propriété de conduire la lumière. Les signaux lumineux sont codés pour transporter un débit d'informations de plus en plus important.

Les réseaux de nouvelles générations utilisent comme voies d'accès la fibre optique ou ce qui est connu communément sous l'appellation FTTx (Fiber To The ...). Cela consiste à ramener la fibre optique au plus près de l'abonné, soit au niveau du quartier (FTTH : Fiber To The Neighbourhood), jusqu'au niveau du Batiment (FTTB : Fiber To The Building) ou jusqu'au niveau domicile (FTTH : Fiber To The Home).

L'intérêt de l'emploi de la fibre optique est que les débits peuvent être quasiment illimités surtout en regard des hauts débits employés par les différents services aujourd'hui. De plus la fibre optique offre des débits montants et descendants symétriques, ce qui représente un avantage considérable au vu des développements de la technologie et des services de plus en plus demandeur de cet aspect symétrique de la transmission. Les exemples d'exigences d'un haut débit symétrique ne manquent pas. On peut citer entre autres la télé-médecine, les télé-travaux pratiques, la visio-conférence, la formation dans un cadre général...

Il faut noter cependant que les solutions basées totalement sur la fibre (FTTH) ou sur un mixage « fibre et câble en cuivre » (FTTN-VDSL) exigent des investissements lourds par rapport à une utilisation simple de la boucle locale en cuivre déjà existante et un DSLAM.

## **6) Le haut débit mobile : 3G ; 4G et la 5G**

La technologie du haut débit mobile, offre un accès haut débit sans fil à Internet sur les appareils mobiles en plus des dispositifs habituels. Avec le haut débit mobile, on peut se connecter à internet depuis tout emplacement où un service mobile propose une connectivité à internet mobile. L'évolution de la technologie et la demande en haut débit a vu apparaître plusieurs générations. La première des générations qui offre réellement des services liés au haut débit est la génération 3G ou UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Cette technologie utilise la technique de multiplexage dite W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) qui peut offrir à chaque cellule (puisque on parle de téléphonie cellulaire) radio, une bande de fréquence plus importante et également la possibilité de réutiliser les mêmes fréquences pour des cellules adjacentes. Ce que ne permet pas la téléphonie mobile GSM (ou 2G) qui elle utilise une technique de multiplexage temporelle (TDMA) et qui impose l'emploi de fréquences différentes dans deux cellules adjacentes. De ces faits, l'UMTS peut avoir une bande passante beaucoup plus importante et par conséquent un débit plus élevé.

La téléphonie de 3<sup>ème</sup> génération (3G) est apparue vers les années 2000. Le Japon l'a mise en place en 2001.

L'exigence de la demande en débit de plus en plus important a vu le développement d'une nouvelle génération de téléphonie mobile qu'on appelle LTE (Long Term Evolution). Le LTE est en général confondu avec la téléphonie mobile 4G (LTE-Advanced). En réalité, le LTE est une norme qui ne répond pas exactement aux spécifications de la norme 4G. D'un point de vue technique, il y a peu de différences entre le LTE (3.9G) et le LTE-Advanced (4G).

Les spécifications de la norme 4G qui ont été publiées par l'UIT (Union Internationale des télécommunications) et le consortium 3GPP (3rd Generation Partnership Project) indiquent que le débit de la téléphonie 4G peut atteindre 1 Gbit par seconde alors qu'on sait que le LTE ne peut pas répondre à cet impératif puisque le débit descendant théorique est limité à 300Mb/s. Il faut noter cependant qu'en 2010 l'UIT a donné son accord pour l'utilisation du nom commercial 4G pour le standard LTE. A partir de là, dès qu'on parle de LTE on pense 4G et inversement.

La téléphonie mobile 4G utilise un multiplexage en fréquence dit « OFDM » (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Cette technique est très fiable pour la transmission de données.

On donne ci-dessous un tableau comparatif des différents standards de téléphonie mobile à partir de la norme 3G. Avant la 3G, il faut noter qu'on est passé de la téléphonie mobile analogique (1G) vers le GSM (global system for mobile communication : 2G) puis vers le GPRS (Global Packet Radio Service : 2.5G) et ensuite vers l'EDGE (Enhanced Data for Global (or GSM) Evolution : **2.75G**)

Génération	Acronyme	Signification acronyme	Débit théorique
3G	UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	2 Mbps (2.10 <sup>6</sup> bits/s)
3G+	HSDPA	High speed Downlink Package Access	14 Mbps (14.10 <sup>6</sup> bits/s)
3.9G	LTE	Long Term Evolution	300 Mbps (300.10 <sup>6</sup> bits/s)
4G	LTE Advanced	Long Term Evolution advanced	1Gbps (1.10 <sup>9</sup> bits/s)

Aujourd'hui on parle de la génération 5G (beyond 4G) qui doit prendre le relais de la 4G à l'horizon 2020.

## Conclusion

L'accès haut débit devient aujourd'hui une priorité absolue pour les nations. Avec les services et les contenus offerts, la demande en haut débit est de plus en plus importante aussi bien chez les particuliers qu'au sein des entreprises. Pour les pays du sud comme c'est le cas de l'Algérie, il y a une nécessité de ne pas laisser la fracture numérique et technologique s'agrandir. Seulement, il est important de trouver aussi bien les moyens que les procédures pour offrir le haut débit au maximum des demandeurs en espérant une couverture totale. Pour cela il ya une nécessité de faire d'abord un état des lieux. A partir de la on peut définir une stratégie, combler le retard et être dans le mouvement technologique.

La solution la plus simple c'est de permettre à un maximum d'utilisateur de bénéficier d'une connexion ADSL, de la bonifier ensuite en une connexion ADSL2+ ou une connexion VDSL (ou VDSL+) pour répondre aux besoins en haut débit de plus en plus croissants.

Il faut constater cependant deux points

- Les lignes téléphoniques ou boucles locales en cuivre existantes ne peuvent pas supporter l'ADSL 2+ et à fortiori la VDSL.
- Le nombre de lignes ADSL est limité et ne peut répondre à la demande de plus en plus forte

Une solution peut être préconisé est de raccourcir la boucle locale au moins pour les connexions ADSL existantes pour limiter l'atténuation et augmenter par conséquent la bande passante et les débits dans les voies d'accès par l'adoption de la solution mixte FTTN-VDSL.

La densification de l'ADSL ou le raccourcissement de la boucle ont besoin de la pose de câbles en fibres ou en cuivre. Cela nécessite un investissement très lourd et implique des études pour trouver les chemins si cela est possible pour la pose de ces câbles. Ce constat nous amène à suggérer à la prise en charge des exigences en matière de prévision de conduites et d'accès pour la pose de câbles surtout dans les zones en cours d'urbanisation par l'instauration par les pouvoirs publics de règles et de normes à même d'aider à faciliter l'accès au haut débit de ces zones.

En Asie du sud est, les accès avec un débit supérieur à 20 Mbps sont courantes. Ils utilisent des raccordements aériens surtout dans les centres urbains à fortes densités.

Par contre dans les zones où il y a une absence totale de possibilités de mettre en œuvre la fibre optique ou toute autre technologie filaire pour la boucle locale pour l'accès haut débit, il y a

lieu de résorber ce problème par l'emploi de la boucle locale radio. Dans ce contexte la technologie de téléphonie mobile a tellement évolué qu'on parle de débit qu'on ne pouvait pas imaginer il y a de cela quelques années. Dans ce cadre il est impératif de choisir la technologie appropriée qui permet d'ouvrir des perspectives intéressantes et qui met au cœur de l'évolution technologique.

La grande discussion aujourd'hui tourne autour du choix entre la 3G et la 4G (ou plus précisément le standard LTE ). Il est important de savoir qu'en matière de téléphonie mobile, la durée d'une génération avoisine la dizaine d'années. La technologie 3G va voir son terme vers l'année 2014. La technologie 4G est supposée s'éteindre vers les années 2020-2024. On parle déjà de la technologie 5G à l'horizon de l'année 2020. Ce qui est sûr est que la technologie 3G est en voie d'extinction et que l'utilisation de la 4G est en voie de décollage. L'évolution technologique est de plus en plus exigeante en termes de débits. Les débits offerts par la 3G montrent déjà des limites. L'intérêt est de regarder vers la 4G en termes de technologie, de débit offerts et de perspectives. En Algérie la pénétration de l'ADSL est très faible (inférieur à 15%) en raison de contraintes tout à fait recevables. La 4G peut résorber le problème qui est vécu au quotidien par les demandeurs de connexion internet et par ceux qui possèdent des connexions ADSL avec des débits restreints et instables. Pour la téléphonie 4G, les problèmes qui étaient posés par certaines limitations comme le transport de la voie viennent d'être résolus. Reste la normalisation du point de vue bandes de fréquence. Cela n'est pas un handicap. Il suffit d'avoir une vision pertinente et claire dans le choix de ses propres bandes de fréquences.

Prof. Brahim HARAOUBIA