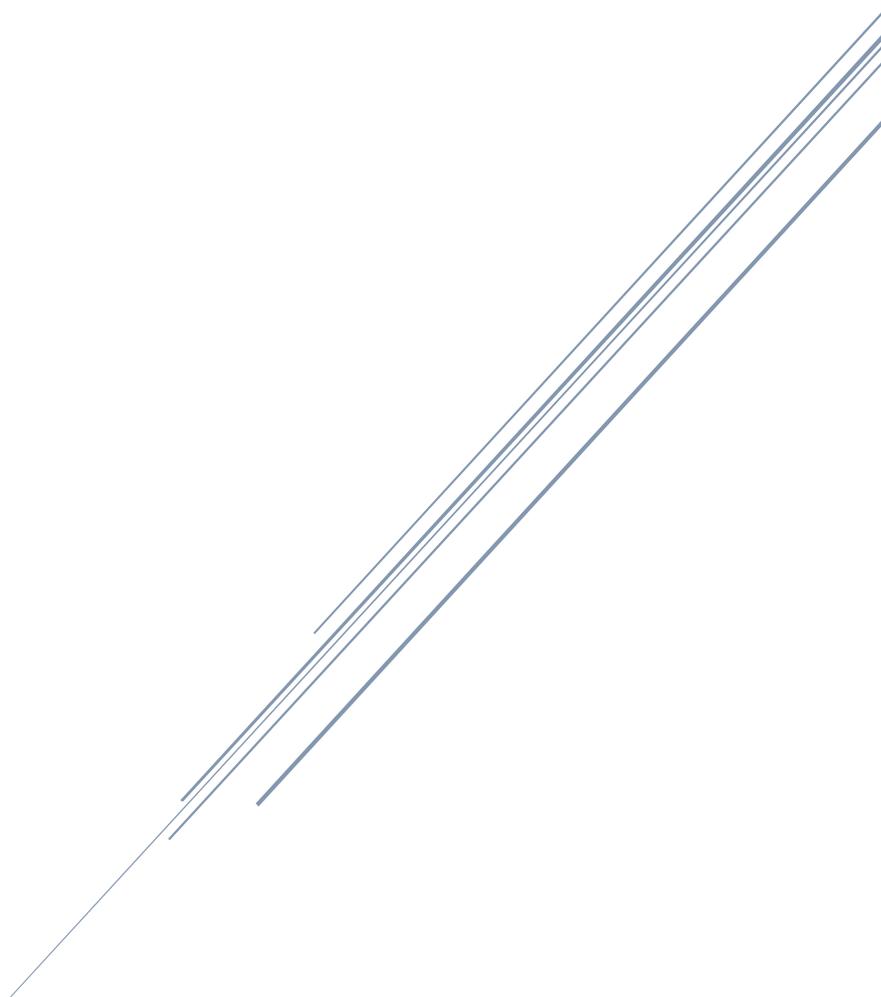


Veille Technologique

BTS SIO SISR



Matis GAGNEUX
Veille technologique

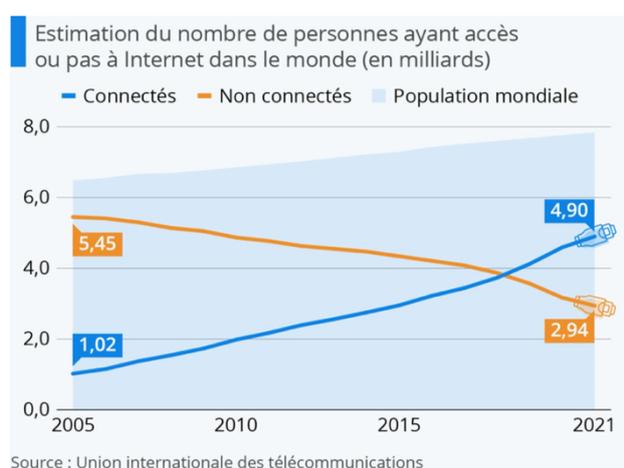
L'évolution des réseaux domestiques

En 2019 le nombre d'utilisateurs d'internet dans le monde s'élevait à 4,1 milliards de personnes, à la suite de l'épidémie mondiale du COVID-19, ce nombre a connu une forte croissance puisqu'en 2021 ce nombre s'élève à 4,9 milliards soit une augmentation de 800 millions d'utilisateurs en 2 ans.

L'accès à internet pour les particuliers peut se faire de 2 façons :

La première via des forfaits mobiles acheter chez des opérateurs tels qu'Orange, SFR, Free ..., ce forfait utilise le réseau de téléphonie mobile (3G, 4G, 5G ...) de l'opérateur pour accéder à internet depuis un appareil mobile.

La seconde manière est fixe, elle est le plus souvent utilisée dans les foyers, c'est les réseaux fixes, c'est sur celle-ci que notre étude va se porter, en effet tout comme les réseaux mobiles, les réseaux fixes connaissent une forte croissance depuis leur mise en place, pour répondre à des besoins en termes de débit internet toujours plus grand, les technologies des réseaux fixes ont dû évoluer pour répondre à cette demande. C'est cette évolution que nous allons ici étudier.



1. De la téléphonie a internet :

C'est en 1973 que le protocole TCP/IP est présenté lors d'une conférence de l'INWG, il a ensuite été adopté par le réseau Arpanet le 1^{er} janvier 1983. Arpanet est l'acronyme du premier réseau à transfert de paquets de données, il a été conçu par l'armée des Etats-Unis.

Ce protocole a permis très vite aux serveurs du monde entier de communiquer entre eux via des adresses IP et encore aujourd'hui le protocole TCP/IP est le socle d'internet comme nous le connaissons.

Cependant il n'existait encore aucune solution pour les particuliers d'avoir accès à ce réseau et donc à internet. A cette époque les particuliers ne disposaient que du téléphone fonctionnant via un réseau de câble de cuivre (RTC).

C'est sur ce réseau de câbles de cuivre utilisé pour le téléphone que va reposer le début de l'accès à internet pour les particuliers.



2. Les réseaux cuivrés :

I/ Le RTC :

L'idée d'exploiter le réseau cuivré de téléphonie appeler RTC pour l'accès à internet est très vite apparue, cependant il a fallu créer un appareil capable d'interpréter les données analogiques véhiculées par la ligne téléphonique en données numériques exploitables par un ordinateur.

C'est pour répondre à ce besoin qu'ont été créés les premiers modems (modulateur-démodulateur)

Les premiers modems intégrés ont fait leur apparition dans les années 1980 dans les Minitels, ce terminal passif embarquait un modem de 4,8Kbits/s (9600 Kbit/s sur Minitel 2), il se connectait directement sur la ligne téléphonique et utilisait donc le réseau RTC.



C'est en 1994 qu'internet tel qu'on le connaît aujourd'hui fait son apparition et s'ouvre au français grâce à des modems 3 fois plus puissants que ceux embarquer dans le Minitel puisqu'ils permettent un débit de 14,4 Kbit/s.

Les modems vont ensuite très vite évoluer et des modems proposant un débit de 28,8Kbit/s et 33,6Kbit/s vont faire leur apparition comme celui-ci-dessous qui est un modem externe U.S Robotics proposant un débit de 33,6 Kbits/s.



C'est en 1995 que l'internet mondial connaît un essor immense avec l'arrivée des modems 56K fonctionnant toujours sur le réseau RTC, mais proposant un débit de 56Kbit/s.



2/ RNIS :

L'année 1995 marque aussi l'arrivée du RNIS (Réseau numérique à intégration de services) ou ISDN (Integrated services digital network), nous passons d'un signal analogique pour le RTC à un signal 100% numérique avec l'RNIS, ce changement permet notamment via des canaux logiques de traiter plusieurs services en même temps là où le RTC ne traitait qu'un seul service à la fois, Voix ou données.

Le RNIS utilise le même réseau cuivré que le RTC composé d'une paire de fils de cuivre torsadé.

- Les canaux B transmettent à un débit de 64Kbps en commutation de circuit ou de paquet les informations utilisateur : voix, données, fax. Tous les services réseau sont accessibles à partir des canaux B.
- Les canaux D transmettent à un débit de 16Kbps en accès de base et 64Kbps en accès primaire. Ils supportent les informations de signalisation : appels, établissement des connexions, demandes de services, routage des données sur les canaux B et enfin libération des connexions. Ces informations de signalisation ont été conçues pour cheminer sur un réseau totalement distinct des canaux B. C'est cette signalisation hors bande qui donne aux réseaux RNIS des temps d'établissement de connexion rapides (environ 4 secondes) relativement aux réseaux analogiques (environ 40 secondes). Il est aussi possible de transmettre des données utilisateur à travers les canaux D (protocole X.31b), mais comme le débit de ces canaux est limité ce type d'utilisation est rare.

Source : <https://www.inetdoc.net/articles/rnis/rnis.how.html>

Le NRIS marque aussi une évolution en termes de débit puisqu'avec cette technologie nous pouvions atteindre jusqu'à 128Kbit/s, en France c'est France Télécom avec le Numéris qui propose cette technologie.



III/L'ADSL :

En 1999 c'est l'arrivée des réseaux dit « Haut débit » avec l'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line ou Liaison numérique asymétrique) c'est l'une des plus grandes révolutions de l'internet mondiale pour les particuliers pour plusieurs raisons :

Passage au modèle IP, là ou avant le Protocol TCP/IP n'était utilisé qu'en locale avec le passage à l'IP le Protocol TCP/IP sera utilisé sur tout le réseau, le routeur aura donc avec ce changement une IP publique attribuée par le fournisseur d'accès et non un numéro de téléphone comme avec le RTC ou le RNIS.

L'ADSL permet d'atteindre un débit de 512Kbt/s à sa sortie en 1999, ce qui représente presque 5 fois la vitesse que l'on pouvait obtenir avec le RNIS. L'ADSL a au fur et à mesure du temps évoluer pour atteindre un débit maximum de 8Mbit/s.

Son fonctionnement est très simple, elle utilise le réseau cuivre des lignes téléphoniques, mais a des fréquences supérieures de celles utilisées par la téléphonie classique.



IV/ADSL 2+ :

En 2004 une évolution de l'ADSL est lancée il s'agit de l'ADSL 2+, son objectif est d'augmenter le débit par rapport à l'ADSL, le débit maximal de celle-ci est en théorie de 25Mbit/s.

Le fonctionnement de l'ADSL 2+ est similaire à celui de l'ADSL, la seule différence est que l'ADSL 2+ utilise plus de fréquence porteuse pour le signal ce qui permet un meilleur débit.

Voici ci-dessous un comparatif des vitesses de L'ADSL et de l'ADSL 2+ en fonction de la distance jusqu'au Nœud de raccordement de l'abonné.

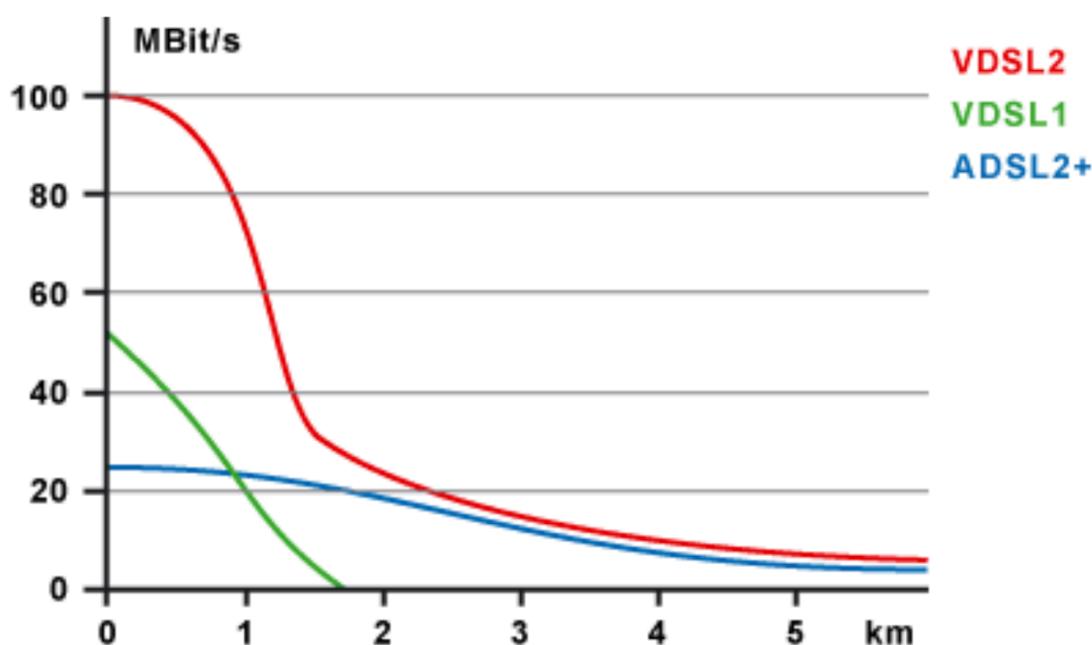
A noter que la variable distance est très importante dans cette technologie puisqu'il y a une forte atténuation du signal plus le Nœud de raccordement (DSLAM) est loin du routeur de l'abonné.

Longueur totale (m)	Débit (Mbit/s) en ADSL	Débit (Mbit/s) en ADSL2+
170	8,0	19,4
458	8,0	18,7
730	8,0	18,2
1038	8,0	16,6
1301	7,3	14,2
2430	6,0	11,3
2540	5,7	7,4
3909	4,2	5,4
5004	3,1	4,3
5755	2,0	3,0

Le VDSL a fait son apparition en 2002 uniquement à Paris, il utilise la même technologie que l'ADSL via le réseau cuivré, à la différence de l'ADSL les signaux VDSL sont transportés sur la ligne téléphonique simultanément sans interférence ce qui permet d'atteindre un débit maximum de 55Mbit/s. Ce débit ne peut être atteint que si le routeur de l'abonné se situe à moins d'un kilomètre du DSLAM, au-delà de cette distance le débit sera plus faible qu'avec une ligne ADSL 2+.

Très vite une évolution du VDSL fait son apparition, il s'agit du VDSL2 qui augmente encore le débit maximum à 100Mbit/s si le routeur se situe à moins d'un kilomètre du DSLAM. A plus de deux kilomètres de distance entre le routeur et le DSLAM, le VDSL 2 équivaut à une ligne ADSL2+.

Le VDSL et VDSL2 sont donc plus performants si le routeur se situe proche du DSLAM.



3. La fibre optique

Dans toutes les technologies que nous avons évoquées précédemment, les données étaient transmises via un signal électrique transitant dans des fils de cuivre. Avec la fibre optique, c'est complètement différent puisqu'il s'agit cette fois d'un signal lumineux transitant dans des fils de verre ou de plastique.

N'utilisant pas le réseau téléphonique, cette technologie nécessite donc le déploiement d'un nouveau réseau de fibres optiques. Le déploiement de ce réseau débute dans les années 2010. En 2021 plus de 70 % des locaux sont couverts par cette technologie.

Le grand avantage de la fibre optique est son débit, en effet les débits atteints avec celle-ci sont beaucoup plus grands qu'avec le cuivre. Aujourd'hui l'offre la plus performante commercialisée pour les particuliers en France est proposée par Free et permet un débit de 10Gbit/s. Les offres plus « classique » proposent en général entre 30Mbit/s et 2Gbit/s en fonction du type de raccordement.



Les différents types de raccordement en fibre optique :

I/ FTTH :

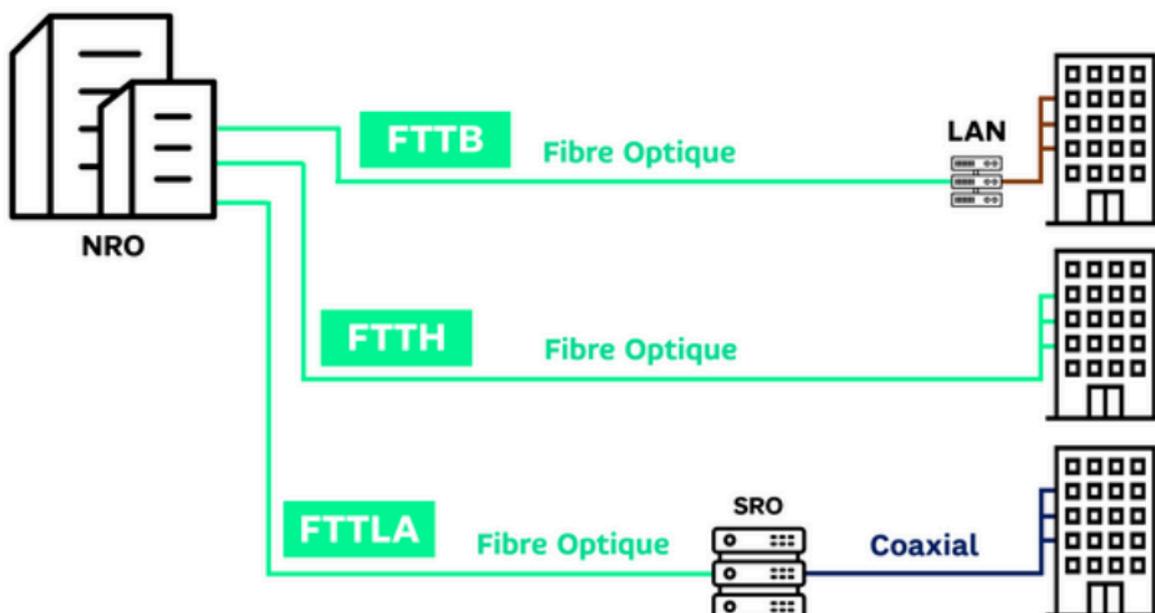
La FTTH (Fiber To The Home) est le type de raccordement le plus courant, il s'agit d'un raccordement 100% fibre depuis le nœud de raccordement optique jusqu'au local du client. Ce type de raccordement permet un débit pouvant aller jusqu'à 10Gbit/s.

II/ FFTB :

La FFTB (Fiber To The Building) est-elle moins courante, mais contrairement à une FTTH ou la fibre optique va jusqu'au routeur du client ici la fibre optique est amenée en bas du bâtiment et c'est via le cuivre utilisant le VDSL ou G.fast que le client est raccorder. Ce type de raccordement permet un débit pouvant aller jusqu'à 400Mbit/s.

III/FTTLA :

Pour le FTTLA (Fiber To the Last Amplifier) le raccordement en fibre s'arrête bien avant les deux types de raccordement ci-dessus puisque c'est au NRO (nœud de raccordement optique) que celle-ci s'arrête c'est ensuite via un câble coaxial que le raccordement du client est effectué. Ce type de raccordement permet d'obtenir un débit maximum de 30Mbit/s.



Les évolutions possibles :

Le processus de déploiement de la fibre optique peut s'avérer très lent dans certaines zones rurales. En France, actuellement, encore 30 % des Français n'ont pas accès à cette technologie très haut débit.

C'est de là que naît le projet d'Elon Musk nommée Starlink. Starlink est avant tout un réseau de satellites en orbite autour de la Terre, pour le moment quelques milliers de satellites sont opérationnels, mais d'ici 2025 ce n'est pas moins de 12 000 satellites qui devraient permettre l'accès internet à haut voir très haut débit n'importe où dans le monde.

L'avantage principal du réseau Starlink n'est pas son débit puisque d'après les premiers utilisateurs nous ne pouvons qu'atteindre un débit de 358Mbit/s avec une latence de 40ms ce qui est « ridicule » comparer à celui de la fibre optique, l'entreprise vient cependant d'annoncer une offre qui permettrait d'atteindre les 500Mbit/s avec une latence de 20ms. L'avantage principal est bien sa disponibilité, en effet grâce aux milliers de satellites le réseau est disponible partout dans le monde il suffit uniquement d'installer la parabole que vous pouvez voir ci-dessous pour accéder à internet.

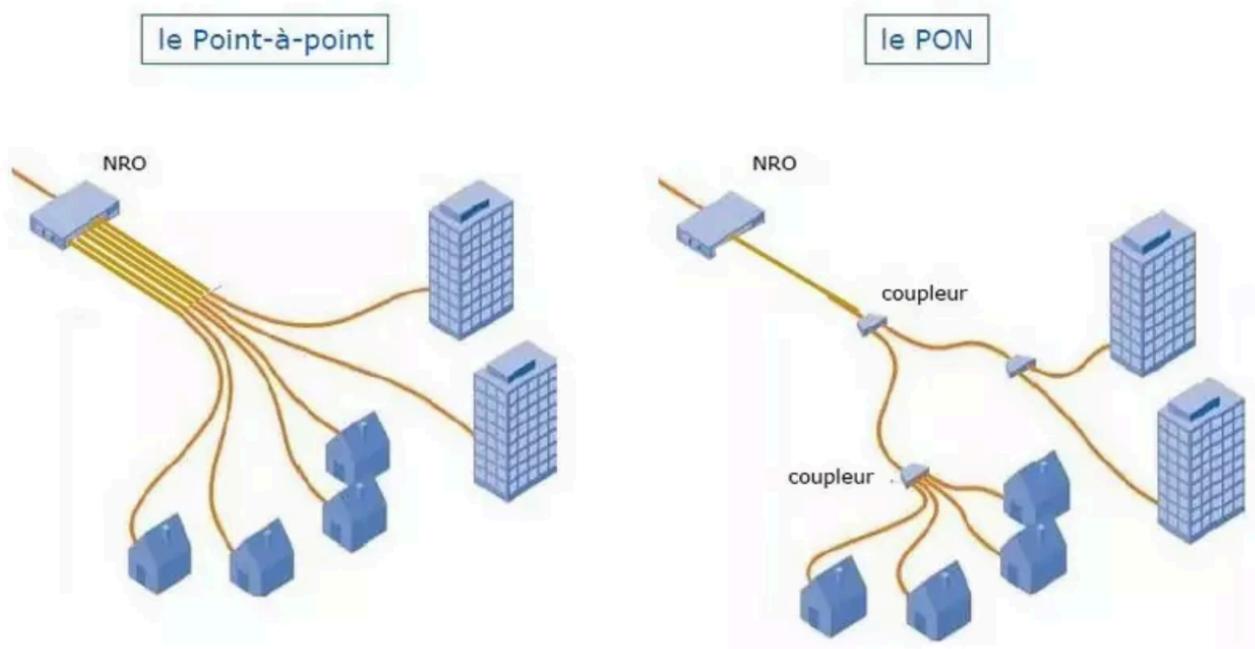


Il n'existe pour le moment pas de technologie pouvant succéder à la fibre optique pour les réseaux domestiques, cependant différents types d'infrastructure, de normes et des standards peuvent améliorer le débit de la fibre optique.

Pour les comprendre il est essentiel de connaître les deux types d'infrastructure fibre optique :

Le PON (Passive Optical Network) : Son débit est partagé entre les abonnés et varie donc en fonction de leur nombre.

Le P2P (Point To Point) : Chaque abonné a sa propre liaison fibre optique et un débit constant de 10Gbit/s débit théorique de cette liaison. Il est très rarement retrouvé pour les particuliers.



Comme nous avons pu le voir c'est le réseau PON qui est le plus souvent utilisé dans les réseaux domestiques, ce réseau dispose de 3 grands standards :

Le GPON (Gigabit Passive Optical Network) est le standard le plus répandu, c'est sur celui-ci que repose la FTTH que nous avons pu étudier plus haut, avec le GPON il y a une fibre pour 64 clients, le débit est donc mutualisé entre ses 64 clients permettant d'avoir un débit maximum de 2Gb/s.

Les deux standards ci-dessous sont pour le moment très peu rependu comparés au GPON et leur déploiement pourrais représenter une amélioration majeure pour les réseaux domestiques en termes de débit.

La fibre 10G-EPON (Ethernet Passive Optical Network) a été lancée en 2019 par Free avec l'arrivée de la Freebox Delta compatible avec cette technologie. A la différence du GPON où il y a une fibre pour 64 clients ici l'opérateur Free mutualise le débit entre 32 clients ce qui permet d'atteindre un débit maximum de 10Gb/S. C'est avec cette technologie que Free devient l'opérateur proposant l'offre fibre optique la plus rapide.

La fibre XGS-PON (10Gbit/s Passive Optical Network) fait suite à l'utilisation de la technologie 10G-EPON par Free, les autres opérateurs tels que SFR, Orange ... rester en retrait quant à celle-ci pour attendre la technologie XGS-PON qui permet elle aussi un débit de 10Gbit/s, mais permettant le transfert de données symétrique c'est-à-dire non seulement 10Gbit/s en téléchargement, mais aussi en envoie là où le 10G-EPON était limité à 1,2Gbit/s en envoie. La technologie XGS-PON utilise une fibre pour 64 clients là où le 10G-EPON utilise une fibre pour 32 clients, c'est donc une avancée majeure puisque cette technologie est plus puissante et permet de raccorder plus de clients avec une seule fibre.

	GPON	10G-EPON	XGS-PON
Nombre d'abonnés par fibre	64	32	64
Débit descendant jusqu'à	2,5 Gb/s	10 Gb/s	10 Gb/s
Débit montant jusqu'à	1,2 Gb/s	1,2 Gb/s	10 Gb/s