

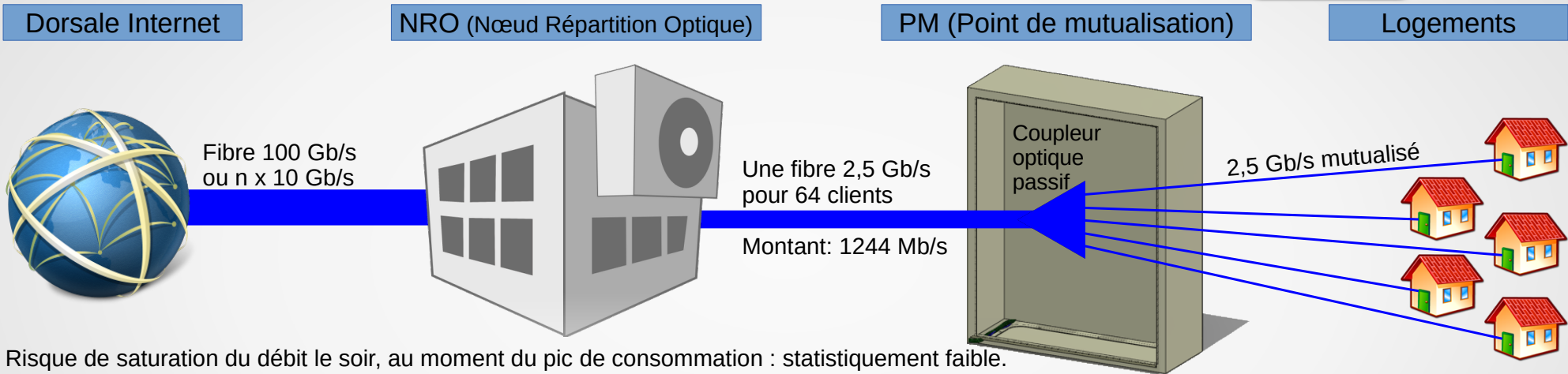
Les différentes technologies pour faire du très haut débit

Sommaire :

- 1) FttH Gpon (Gigabit Passive Optical Network)
- 2) FttH 10G-Epon (10 Gigabit Ethernet Passive Optical Network)
- 3) FttH XGS-PON (10 Gb/s symétrique)
- 4) FttE point à point
- 5) FttE WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing)
- 6) FttE NG-PON2 (TWDM)
- 7) FttO BLOD (Boucle Locale Optique Dédinée)
- 8) FttH point à point 1000BASE-BX10
- 9) FttH Active Ethernet (switch placé au niveau de point de mutualisation)
- 10) FttB (Fiber To The Building) Ethernet 100BASE-T
- 11) FttH RFoG (Radio Frequency Over Glass)
- 12) FttN (Fiber To The Neighborhood) DOCSIS 3.0 Câble HFC (*hybride fibre coaxial*)
- 13) FttLA (Fiber To The Last Amplifier) DOCSIS 3.0
- 14) FttDP (Fiber to the Distribution Point)
- 15) VDSL2 sur un NRA-MeD
- 16) VDSL2 sur un NRA
- 17) 4G LTE / 5G
- 18) Satellite DVB-S2

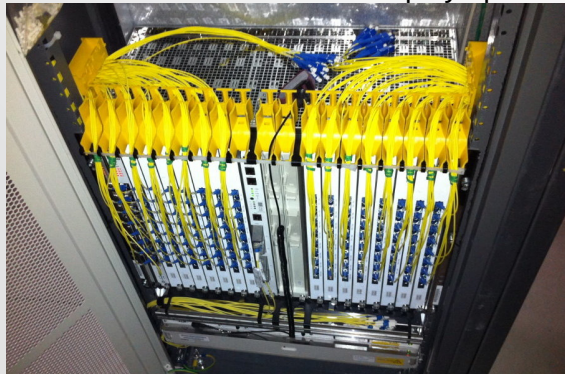
Données compilées par Vivien Guéant.
Si une erreur s'est malencontreusement glissée,
merci de me le notifier :
Forum: [LaFibre.info](https://www.lafibre.info) - Twitter: [@lafibreinfo](https://twitter.com/lafibreinfo)
Merci à ceux qui m'ont déjà signalées des erreurs

FttH Gpon (*Gigabit Passive Optical Network*) : normalisée par l'ITU-T en 2003, sous les références G.984.x
Utilisé en France par Orange, SFR et Bouygues Telecom et des réseaux d'initiative publique pour des offres à 2 Gb/s descendant.

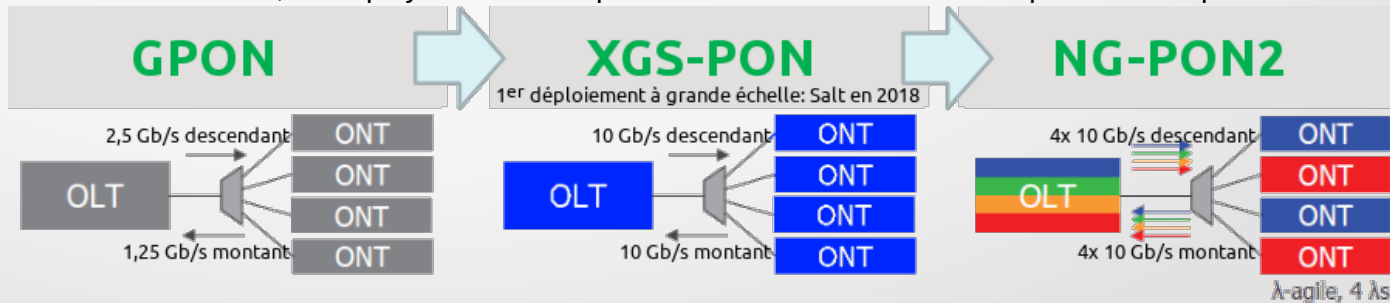


Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation : statistiquement faible.

Photo d'un OLT ISAM 7302 déployé par Orange :



Une évolution douce, en déployant un OLT Gpon et un OLT XGS-Pon sur chaque arbre est possible :



FttH 10G-Epon (*10 Gigabit Ethernet Passive Optical Network*): normalisée par l'IEEE en 2009, sous la référence 802.3av
Utilisé en France par Free pour ses offres FttH (débit 5 à 8 Gb/s descendant en fonction de l'offre et 700 Mb/s montant).

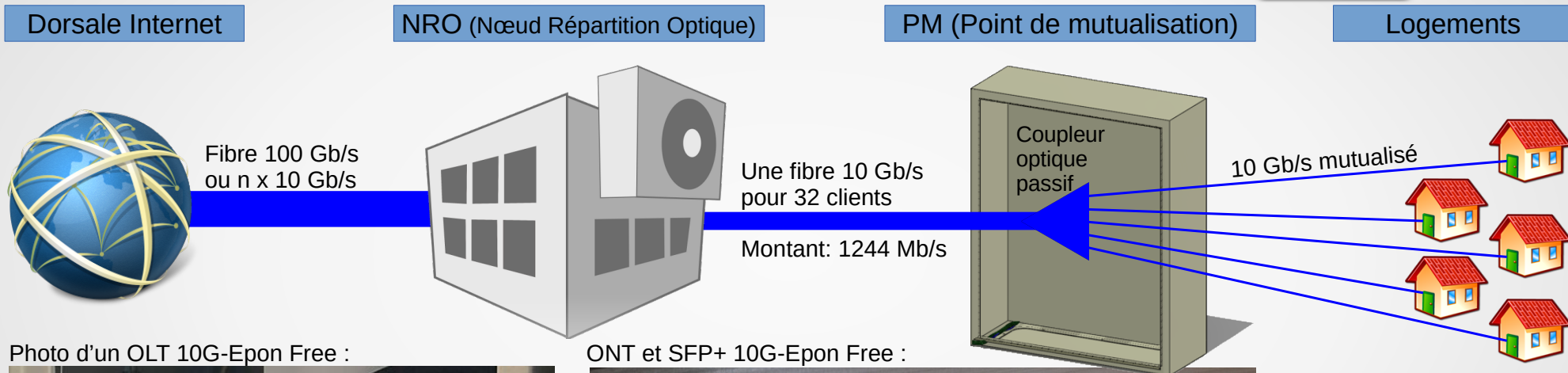


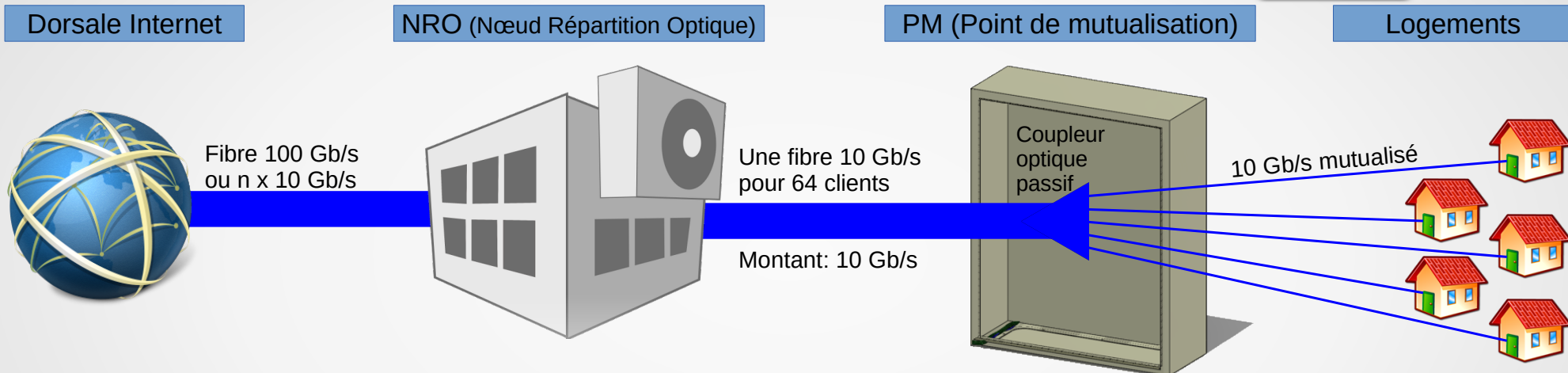
Photo d'un OLT 10G-Epon Free :



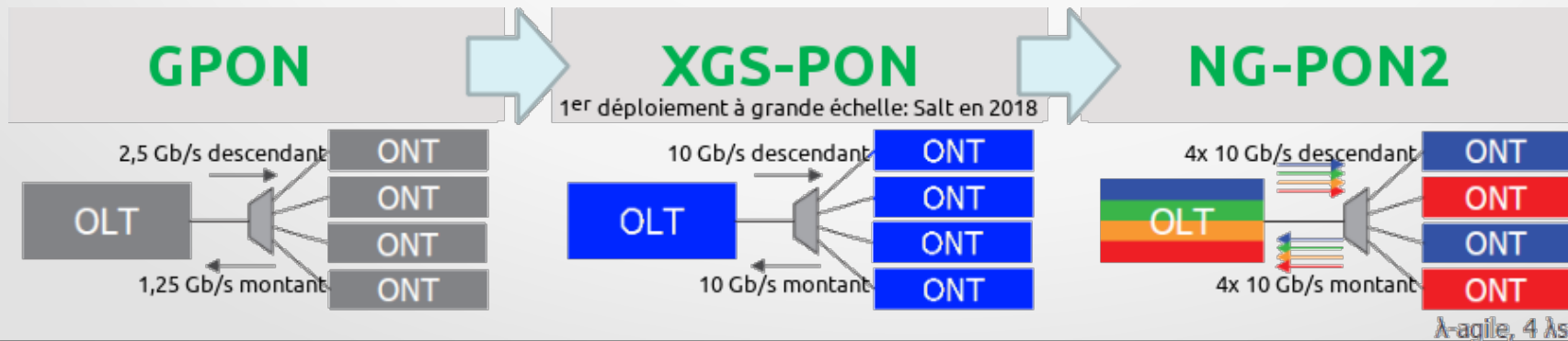
ONT et SFP+ 10G-Epon Free :



FttH XGS-PON (10 Gb/s symétrique) : normalisée par l'ITU-T en 2016, sous la référence ITU-T G.9807.1
Utilisé en Suisse par Salt pour une offre à 10 Gb/s et en France par Orange chez des bêta-testeurs. Testé par Bouygues Tel.

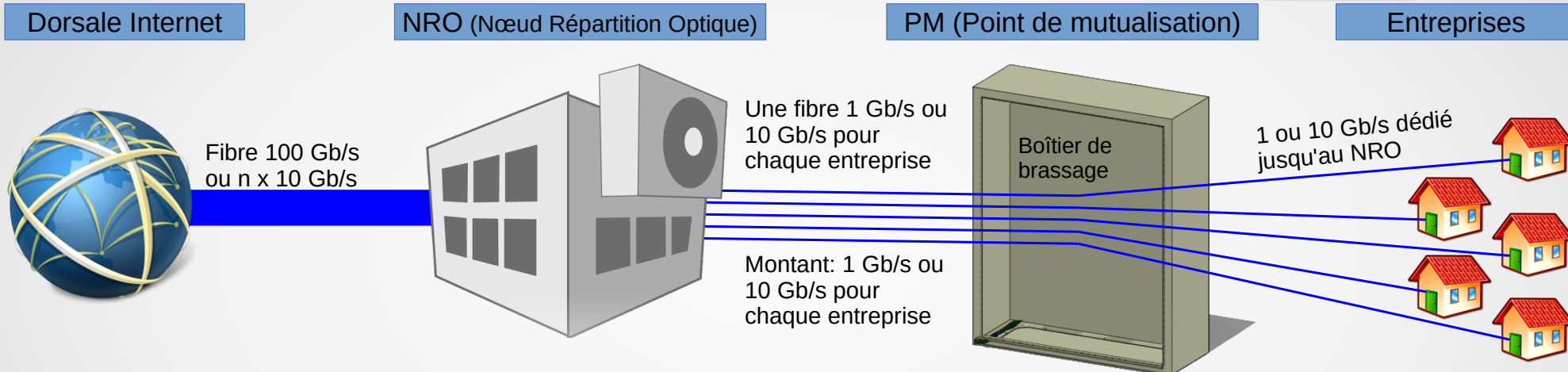


Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation : statistiquement quasi nul.



FttE point à point 1000BASE-BX10 : normalisée par l'IEEE en 2002, sous la référence 802.3ae

Utilisé en France par les acteurs proposant des offres fibres pour les entreprises



Le FttE s'appuie sur une architecture FttH, mais en supprimant le principe de mutualisation. Les liaisons FttE sont construites en mettant en place un brassage point à point dans le NRO et un jarretière spécifique au niveau des PMZ qui aboutit sur un Point de Raccordement Entreprises (et non pas un PB = Point de Branchement comme en FttH). Le FttE utilise la BLOM (Boucle Locale Optique Mutualisée) mise en place pour le FttH.

Le FttE est un animal hybride qui devrait combler le vide technique et tarifaire entre le FttH pro (entre 30 et 70 € HT par mois en moyenne selon les acteurs) et le FTTO (entrée de gamme à près de 400 € HT par mois pour du 1 Gb/s). Le FttE offre une fibre dédiée, tout en utilisant une partie des infrastructures mises en place pour le FttH Gpon.

Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation : nul, si le NRO a une collecte suffisante.

FtTE WDM-PON (*Wavelength Division Multiplexing - Passive Optical Network*)

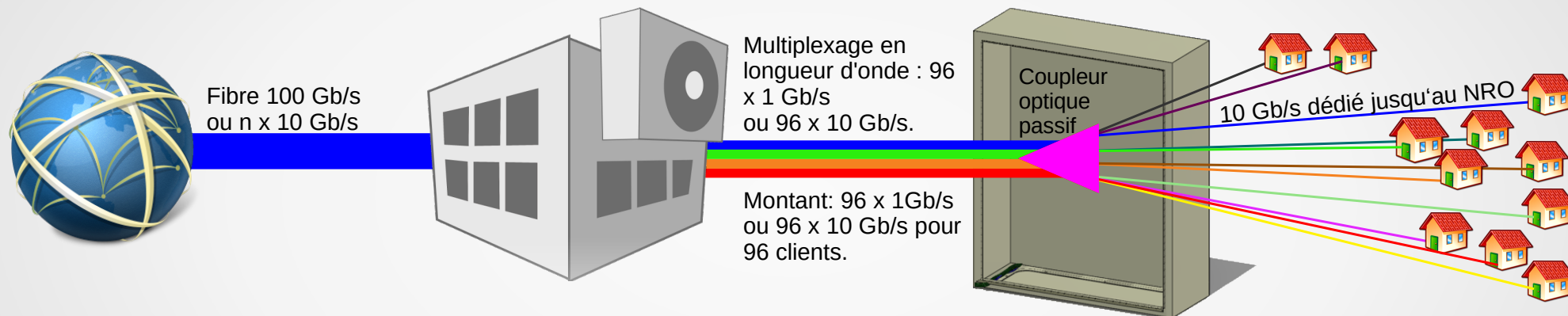
Il n'existe pas de norme commune pour le WDM-PON - Utilisé en France par Techcrea Solutions pour du FtTE (fibre entreprise)

Dorsale Internet

NRO (Nœud Répartition Optique)

PM (Point de mutualisation)

Entreprises



Les bilans optiques sont impactés par une perte de 6dB.

Contrairement aux offres grand PON grand public où un seul port par arbre est utilisé dans le NRO, en WDM-PON point à point, l'équipement WDM dans le NRO ressort un port par client. Il faut donc 96 ports sur un switch pour connecter 96 clients WDM-PON point à point.

Le débit entre l'entreprise et le NRO est de 1 Gb/s ou 10 Gb/s dédié (comme en point à point).

Risque de saturation du débit, au moment du pic de consommation : nul, si le NRO a une collecte suffisante.

FtTE NG-PON2 (TWDM) : normalisée par l'ITU-T en 2015, sous les références G.989.x

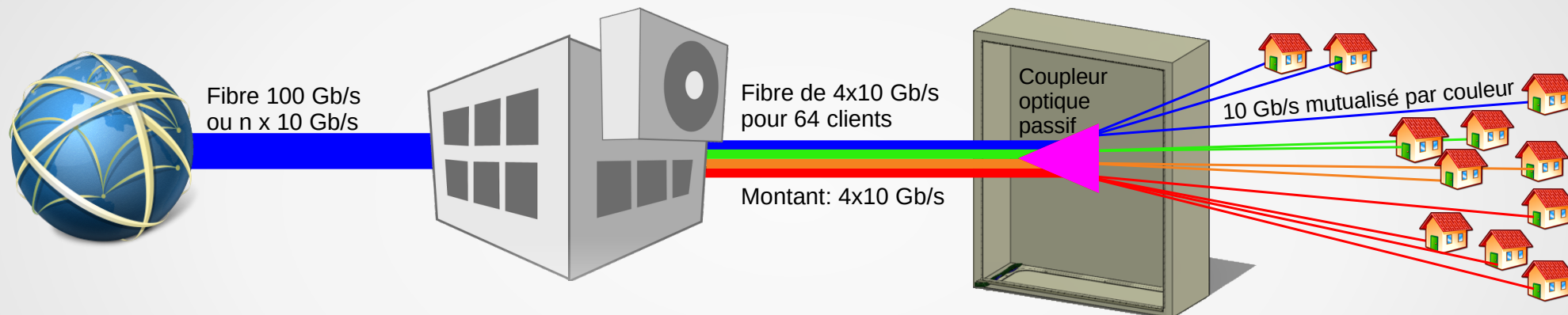
Le prix ne permet pas de faire des offres grand public pour le moment. Testé en laboratoire.

Dorsale Internet

NRO (Nœud Répartition Optique)

PM (Point de mutualisation)

Entreprises



En NG-PON2, les clients de l'arbre peuvent être répartis en 4 groupes, qui ont chacun une longueur d'onde dédiée en réception de 10 Gb/s et en émission de 10 Gb/s.

On parle de TWDM, car l'OLT gère une paire de longueurs d'onde pour plusieurs unités ONT qui se partagent temporellement la bande passante offerte par la paire. L'OLT peut gérer plusieurs paires de longueurs d'onde, en TWDM ou en point à point, sur le même arbre PON. La gestion de plusieurs paires de longueurs d'onde en TWDM correspond à du multi XGS-PON sur un seul arbre PON.

Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation : statistiquement quasi nul.

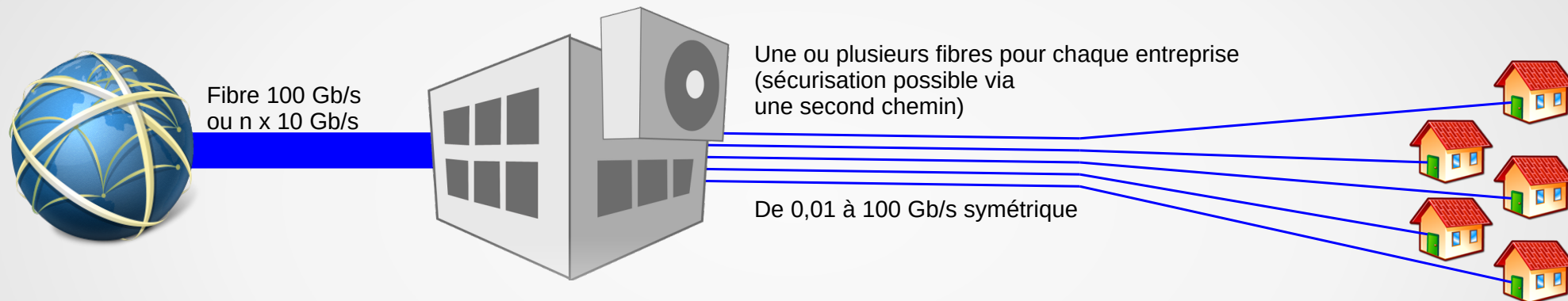
FttO BLOD (Boucle Locale Optique Dédinée)

Utilisé en France par les acteurs proposant des offres fibres pour les entreprises

Dorsale Internet

NRO (Nœud Répartition Optique)

Entreprises



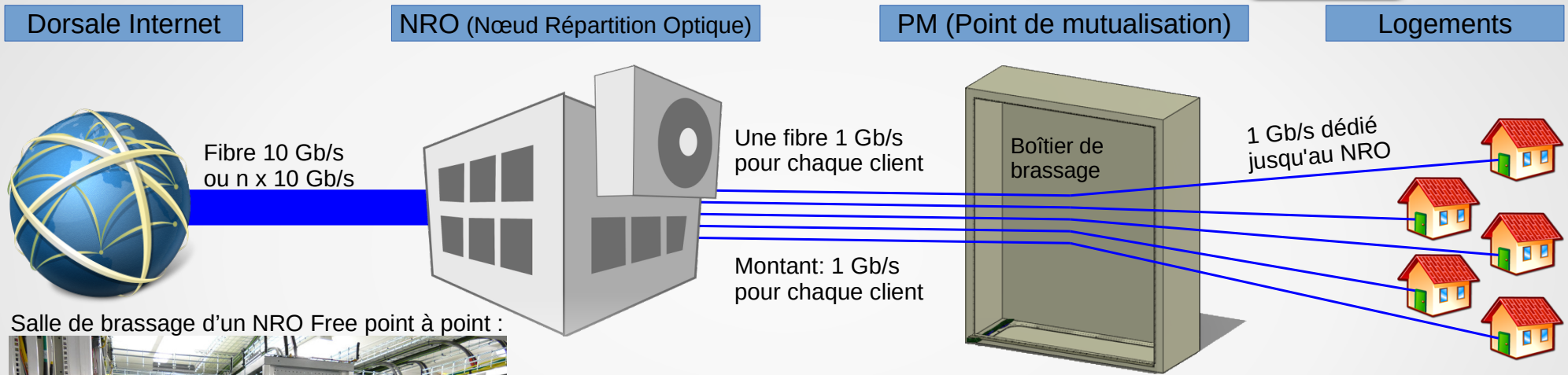
FttO (*Fiber To The Office* – Fibre jusqu’au bureau) : On a une fibre dédiée par entreprise, permettant des débits de 1 Gb/s, 10 Gb/s voir plus. Sur le terrain, les infrastructures utilisées par le FttO sont distinctes des infrastructures FttH / FttE : On ne passe pas par un PMZ, mais l’entreprise est directement raccordée au NRO et l’offre peut être sécurisée par un second chemin distinct.

Le FttO n’utilise pas la BLOM (Boucle Locale Optique Mutualisée), mais une BLOD (Boucle Locale Optique Dédinée) et plus sécurisée.

De nombreuses offres FttO proposent du débit “garanti” et une garantie de temps de rétablissement (GTR) de quelques heures.

Tous les débits et prix sont possibles. Pour donner un ordre d’idée, cela commence à 290€ HT/mois (prix public) pour une liaison FttO à 10 Mb/s avec GTR 4H. (Il ne s’agit pas d’une erreur: il y a bien des offres FttO à 10 Mb/s, mais aussi à 100 Mb/s, 1 Gb/s, 10 Gb/s et même plus).

FttH point à point 1000BASE-BX10 : normalisée par l'IEEE en 2002, sous la référence 802.3ae
Utilisé en France par Free de 2006 à 2020 pour des offres à 100 Mb/s puis 1Gb/s.



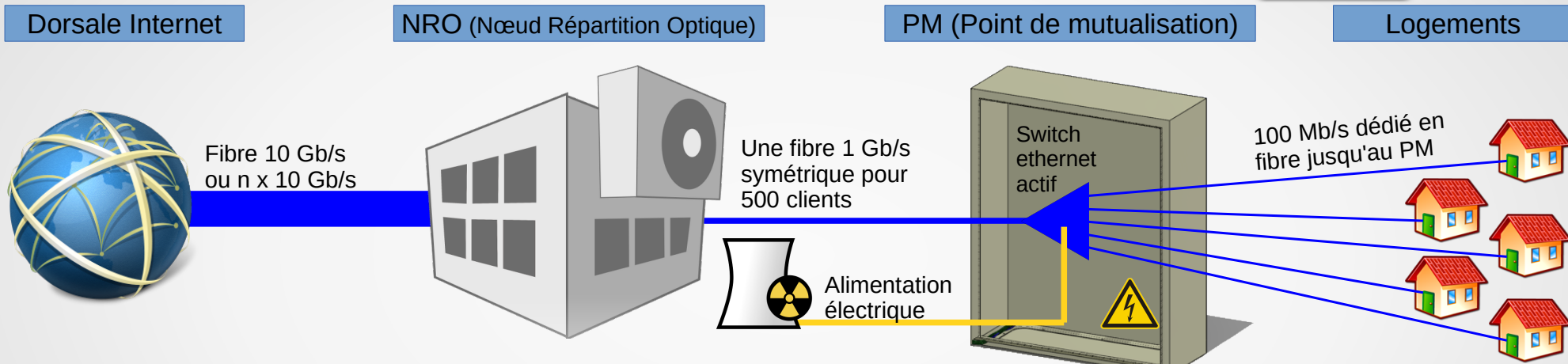
Salle de brassage d'un NRO Free point à point :



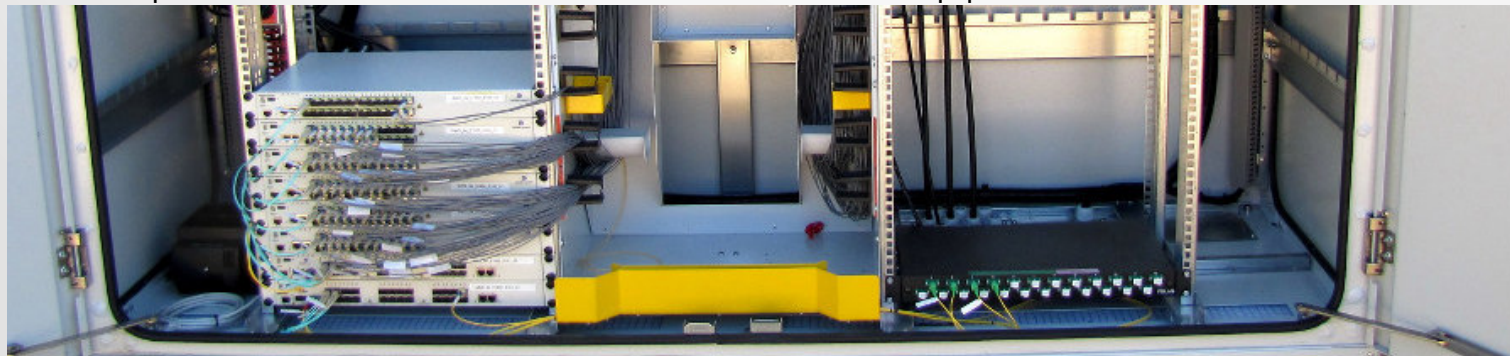
Le FttH point à point (FttH donc pour les offres grand public) à été abandonné en raison du cout plus important par rapport aux technologies où une fibre est mutualisée par plusieurs clients. Les NRO utilisé pour une architecture point à point demandent plus de place, du fait de l'arrivée de dizaines de milliers de fibres.

Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation : nul, si le NRO a une collecte suffisante, ce qui n'a pas toujours été le cas avec Free.

FttH Active Ethernet : Un switch alimenté en électricité est placé au niveau de point de mutualisation
Utilisé en France par SFR dans des immeubles déployés avant 2010 (zone FttH 100 Mb/s) et dans réseaux d'initiative publique.



Note : L'alimentation électrique augmente le risque de coupure par rapport à une technologie passive.
Photo d'un point de mutualisation sous la forme d'une armoire de rue équipé de switch Active Ethernet :



FttB (*Fiber To The Building* - fibre jusqu'au pied d'immeuble) **Ethernet 100BASE-T** IEEE 802.3u datant de 1995. Débit max 100 Mb/s avec téléphonie. Expérimenté en France en 2005 par Erenis et utilisé par Tele2 en Belgique par exemple.

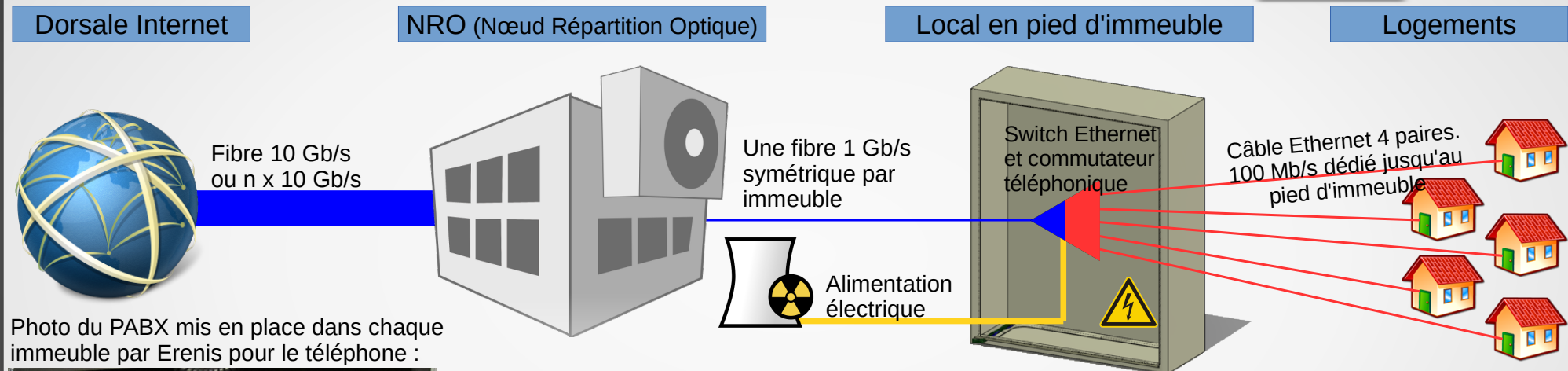
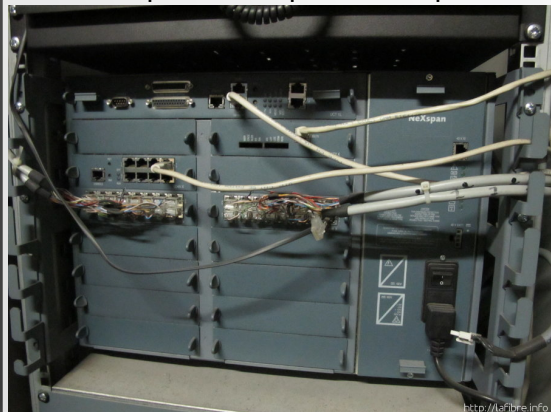


Photo du PABX mis en place dans chaque immeuble par Erenis pour le téléphone :

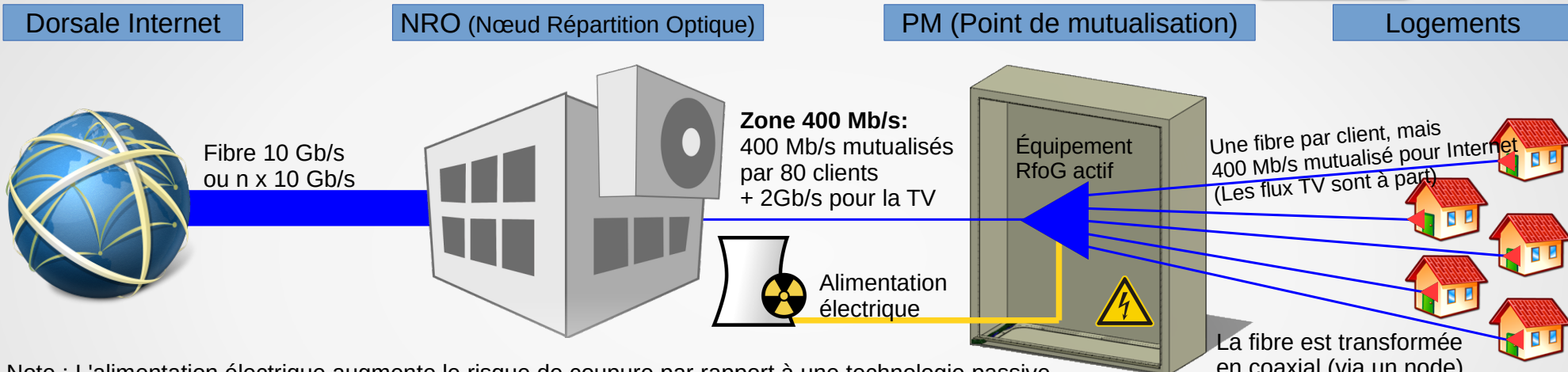


Cette technologie nécessite la mise en place d'un câblage Cat5 entre le switch et l'appartement du client, mais cela permet de se passer de modem et de box chez le client :

- Deux des quatre paires du câble sont utilisées pour transporter de l'Ethernet 100 Mb/s, connecté directement au PC (Une prise RJ45 est installée dans le logement – Il n'y a pas de Wi-Fi sans rajouter un équipement). Le débit est limité à 100 Mb/s, car seules deux paires sont disponibles (1 Gb/s nécessite 4 paires).
- Les deux paires restantes du câble permettent d'offrir deux vraies lignes de téléphone commuté, sans box.

En France, Erenis a commercialisé également cette offre également sans proposer d'accès à Internet : uniquement du téléphone. La technologie a été abandonnée par Erenis pour du VDSL (DSLAM avec commutateur téléphonique en pied d'immeuble) qui permet de réutiliser le câblage téléphonique, généralement propriété de l'immeuble, si ce dernier est construit après 1970.

FttH RFoG (*Radio Frequency Over Glass*) - **terminaison câble**: normalisée par la SCTE en 2010, référence 174 2010
Utilisé en France par SFR dans l'Ain via le réseaux d'initiative publique du SIEA pour une offre à 400 Mb/s.



Note : L'alimentation électrique augmente le risque de coupure par rapport à une technologie passive.
Photo d'un point de mutualisation sous la forme d'une armoire de rue équipé de RFoG pour SFR :



Photo de l'équipement RfoG chez le client :



La fibre est transformée en coaxial (via un node) au niveau du DTI optique situé dans le logement.
La box est la même qu'en FTTLA.

FttLA (*Fiber To The Last Amplifier* - fibre jusqu'au dernier amplificateur) c'est du **câble** coaxial ensuite. **DOCSIS 3.0** normalisée par CableLabs en 2006. Utilisé en France par SFR Altice (zones à 1 Gb/s).



Fibre 100 Gb/s ou n x 10 Gb/s

Zone 1 Gb/s : 1,2Gb/s mutualisé (24 canaux Docsis) pour 80 clients

+ 2 Gb/s pour la TV

Alimentation électrique

Node optique actif

Coaxial avec 1,2 Gb/s mutualisé pour Internet

Arrivée électrique 60v dans le node =>

Node transformant le signal optique en signal électrique

Splitter 1 entrée 2 sorties

Lovage de l'arrivée 20 fibres Numericable avec alimentation électrique 60v intégrée

Boitier séparant la fibre du 60v

<= Sortie coaxial n°2 vers le splitter de l'immeuble

<= Sortie coaxial n°1 vers un (des) autre(s) immeuble(s) câble de gros diamètre pour limiter l'atténuation

<= Ancienne arrivée coaxial Numericable (avant mise en place du FTTLA) inutilisée aujourd'hui

<= Arrivée 20 fibres Numericable + alimentation électrique 60v intégrée

<= Coaxial Numericable qui monte dans les étages

Transport de l'internet sur les réseaux de télévision par câble coaxial.

FttLA (*Fiber to the Last Amplifier* - fibre jusqu'au dernier amplificateur) : Il n'y a aucun amplificateur entre l'équipement qui transforme le signal optique en signal électrique. La poche est de plus petite taille que en FttN : Il y a moins de clients qui se partagent les canaux.

Note : L'alimentation électrique augmente le risque de coupure, par rapport à une technologie passive.

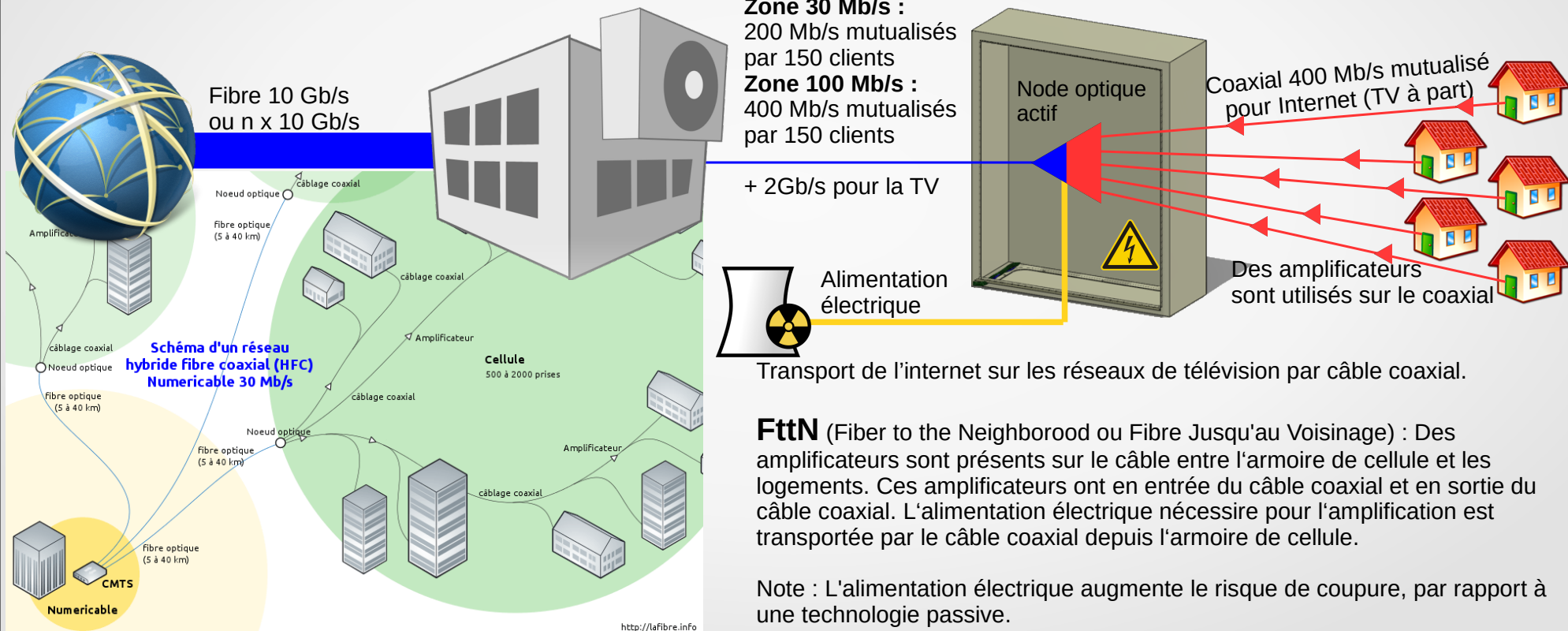
FttN (Fiber To The Neighborhood ou Fibre Jusqu'au Voisinage) **câble HFC** (*hybride fibre coaxial*) DOCSIS 3.0 normalisée par CableLabs en 2006. Utilisé en France par SFR (zone à 30 ou 100 Mb/s).

Dorsale Internet

Tête de réseau

Armoire de cellule

Logements

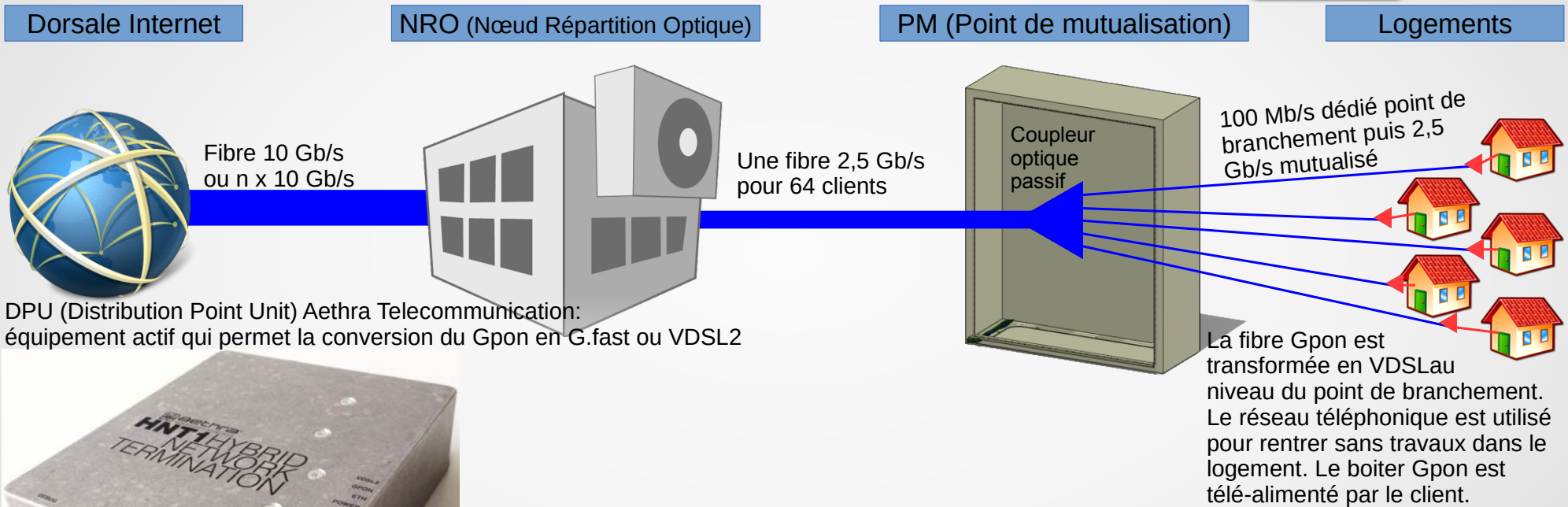


Transport de l'internet sur les réseaux de télévision par câble coaxial.

FttN (Fiber to the Neighborhood ou Fibre Jusqu'au Voisinage) : Des amplificateurs sont présents sur le câble entre l'armoire de cellule et les logements. Ces amplificateurs ont en entrée du câble coaxial et en sortie du câble coaxial. L'alimentation électrique nécessaire pour l'amplification est transportée par le câble coaxial depuis l'armoire de cellule.

Note : L'alimentation électrique augmente le risque de coupure, par rapport à une technologie passive.

FttDP (*Fiber to the Distribution Point*) **G.fast** (1 Gb/s - ITU-T en 2014, réf G.9700 et G.9711) ou **VDSL2** (100 Mb/s)
Expérimenté en France par Orange en 2016 - Le FttDP est abandonné en France



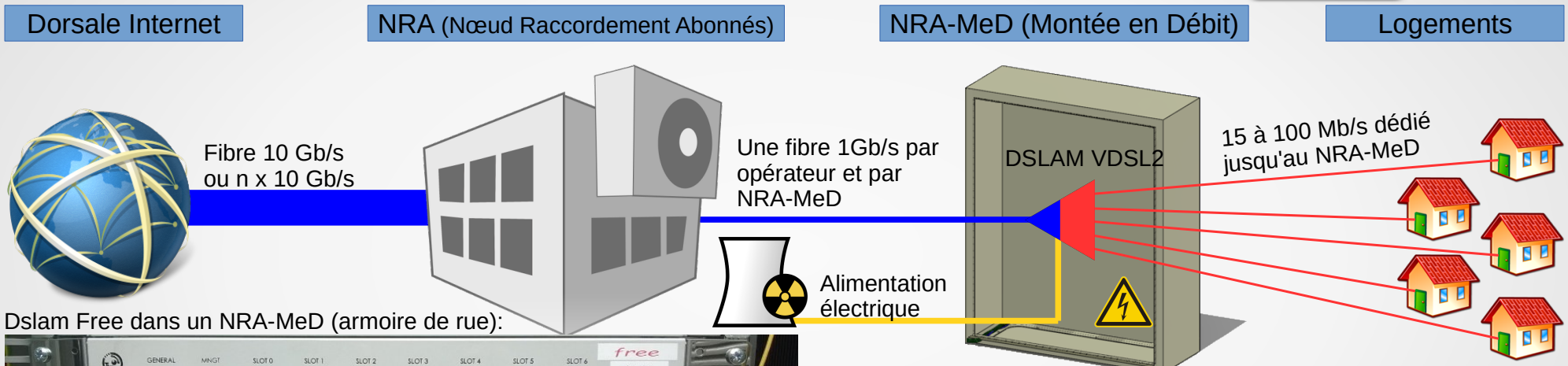
DPU (Distribution Point Unit) Aethra Telecommunication: équipement actif qui permet la conversion du Gpon en G.fast ou VDSL2



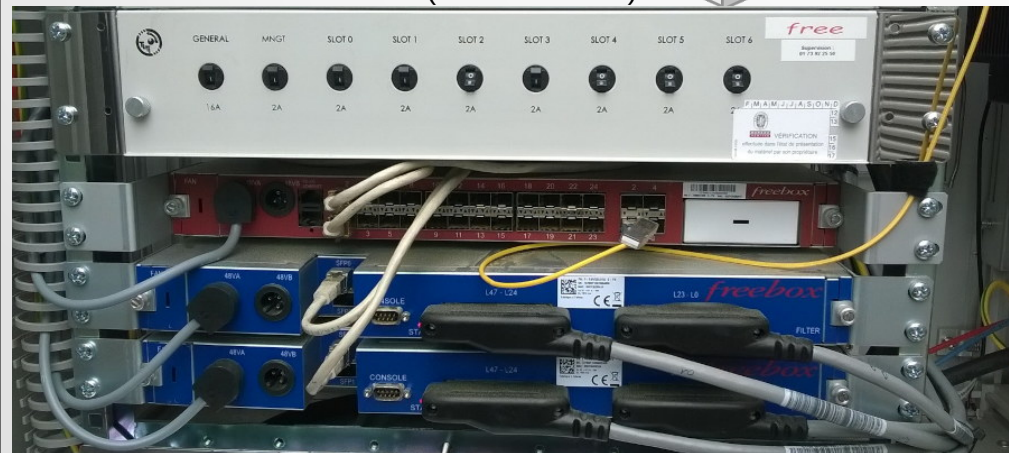
L'alimentation électrique du boîtier FTTdp est réalisée par le client: la box va injecter une tension continue sur le câble de cuivre. Cette tension est utilisée par l'équipement FTTdp pour son alimentation ainsi que celle de l'ONT Gpon intégré.

Le FTTdp existe aussi en version VDSL2: le G.fast est remplacé par le VDSL2, ce qui permet d'utiliser une box classique munie d'un boîtier pour injecter l'alimentation électrique continue dans la paire de cuivre.

VDSL2 sur un NRA-MeD (débit entre 15 et 100 Mb/s en VDSL2 - le débit est lié à la distance) ITU-T G.993.2 en 2006. Utilisé en France par Orange, SFR, Free et Bouygues Telecom quand un NRA-MeD est mis en place.

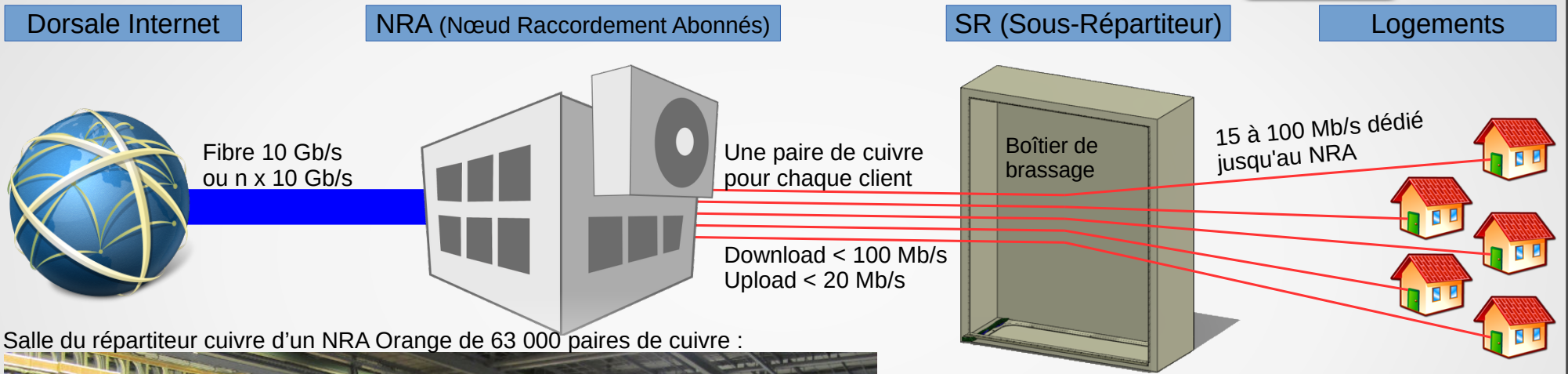


Dslam Free dans un NRA-MeD (armoaire de rue):



Note : L'alimentation électrique augmente le risque de coupure par rapport à une technologie passive.

VDSL2 sur un NRA (débit entre 15 et 100 Mb/s - le débit est lié à la distance avec le NRA) ITU-T G.993.2 en 2006.
Utilisé en France par Orange, SFR, Free et Bouygues Telecom quand la distance avec le NRA est < 1Km.



Salle du répartiteur cuivre d'un NRA Orange de 63 000 paires de cuivre :

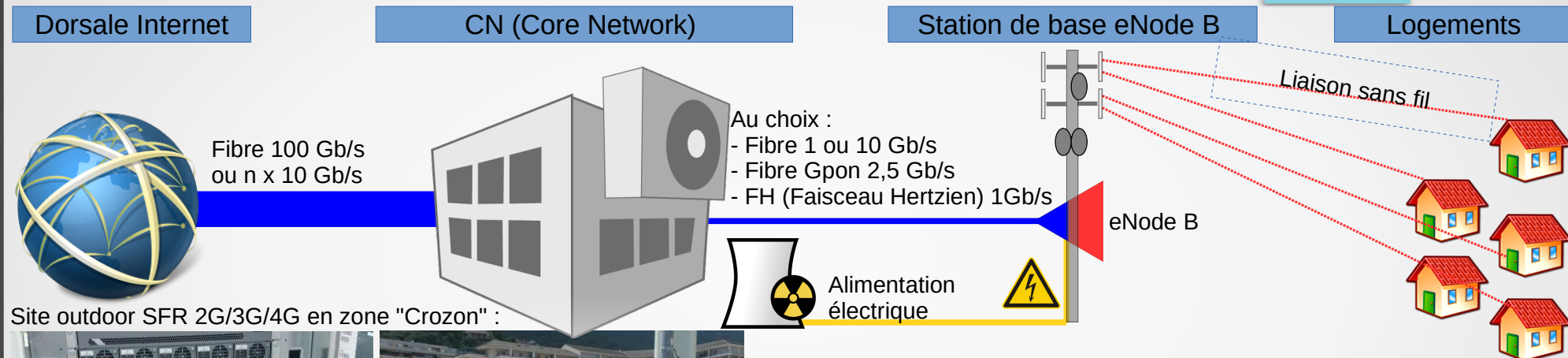


Le débit en fonction de la distance entre le DSLAM, situé au NRA et le modem, situé chez le client.

Utilisé en France par Orange, SFR, Bouygues Telecom quand la distance avec le NRA est inférieur à 1 km.

Free utilise le VDSL2 sur des distances plus importantes (au-delà de 1 km, le gain de débit est faible ou nul pour le débit descendant mais plus important sur le débit montant).

4G LTE / 5G Débit de 100 Mb/s à 2 Gb/s mutualisé, en fonction de la largeur de bande / réception. Normalisé par le 3GPP. Utilisé en France par Orange, Bouygues Telecom, SFR et Free mobile dans des offres 'Box 4G'.



Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation: Régulier, car les ressources radio sont limitées et partagées par les différents clients.

Satellite DVB-S2 normalisée par l'ETSI en 2005, sous la référence EN 302307. Débit en fonction du satellite.
Commercialisé en France par Nordnet, Bigblu et SkyDSL (capacité achetée à Eutelsat) et Numerisat (capacité achetée à Avantis)

Dorsale Internet

Téléport

Satellite en bande Ka

Logements



Un téléport, ou station terrestre de télécommunication par satellite, est une installation d'antennes paraboliques de grande taille, permettant l'émission de signaux de télécommunication vers des satellites de télécommunication en orbite géostationnaire :



La bande Ka permet d'utiliser de petites paraboles (à partir de 20 cm de diamètre) qui émettent entre 29,5 et 30,0 GHz et reçoivent entre 19,7 et 20,0 GHz. Ces bandes étant exemptées de licence individuelle en Europe.

Exemple: le satellite Eutelsat KA-SAT, éclaire 80 faisceaux (*spot beam*) qui couvrent 80 zones géographiques différentes. Chaque *spot beam* couvre approximativement une zone de 250km de diamètre et gère un débit de 450 Mb/s, partagé par tous les clients.

Risque de saturation du débit le soir, au moment du pic de consommation : Régulier, car les ressources sont limitées pour chaque FAI et les clients d'un même satellite et d'un même spot beam partagent ensemble quelques centaines de Mb/s.