

# CONTRAT FTTH ACTIVE ANNEXE 2.A

## SPECIFICATIONS TECHNIQUES D'ACCES AU SERVICE LIGNE FTTH ACTIVE GP v18.02



## Sommaire

### Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Présentation du Document</b>                             | <b>4</b>  |
| <b>2. Description du service Ligne FTTH GP</b>                 | <b>5</b>  |
| 2.1. Description générale du service                           | 5         |
| 2.2. Schéma de principe  | 6         |
| 2.3. Classes de service réseau                                 | 7         |
| <b>3. Infrastructures de Collecte</b>                          | <b>8</b>  |
| 3.1. Collecte Point-Multipoint                                 | 8         |
| 3.1.1. Synoptique  | 8         |
| 3.1.2. Caractéristiques des éléments actifs                    | 9         |
| 3.1.3. Gestion flux multicast contrôlé par IGMP                | 10        |
| 3.2. Format de l'option DHCP contenant le Circuit-Id           | 10        |
| 3.2.1. Circuit-Id  | 10        |
| 3.2.2. DHCPv4  | 11        |
| 3.2.3. DHCPv6  | 11        |
| 3.2.4. Sysname   | 11        |
| 3.2.5. Format du Circuit-ID spécifique aux OLTs                | 12        |
| <b>4. Interfaces d'accès au service</b>                        | <b>13</b> |
| 4.1. L'interface Abonné  | 13        |
| 4.1.1. Spécifications du port Ethernet de l'ONT                | 14        |
| 4.1.2. Raccordement Abonné sur interface 10-BaseT ou 100-BaseT | 14        |
| 4.1.3. Raccordement Abonné sur interface 1000-BaseT            | 15        |
| 4.1.4. Spécification IP  | 15        |
| 4.2. Interface de Collecte                                     | 16        |
| 4.3. Spécification des interfaces physiques                    | 17        |
| 4.3.1. Interconnexions IP des flux Unicast                     | 17        |
| 4.3.2. Interconnexion IP des flux multicast                    | 19        |
| <b>5. Gestion des abonnés</b>                                  | <b>22</b> |
| 5.1. Gestion IP/DHCP Abonné                                    | 22        |
| 5.2. Gestion profil de QoS Abonné                              | 22        |
| 5.3. Paramétrage IP et DHCP                                    | 22        |
| 5.3.1. Durée de vie des adresses IPv6                          | 22        |
| 5.3.2. Compteurs DHCP  | 23        |
| 5.4. Mode DHCP et RADIUS                                       | 24        |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.4.1. Authentification et adressage IP de l'abonné .....               | 24        |
| 5.4.2. Détail des échanges RADIUS et DHCPv4 .....                       | 25        |
| 5.4.3. Détail des échanges RADIUS et DHCPv6 .....                       | 28        |
| 5.5. Mode Full RADIUS .....   | 31        |
| 5.5.1. Authentification et adressage IP de l'abonné .....               | 31        |
| 5.5.2. Détail des échanges RADIUS et DHCPv4 .....                       | 32        |
| 5.5.3. Détail des échanges RADIUS et DHCPv6 .....                       | 35        |
| 5.5.4. Limitation connue.....   | 38        |
| <b>6. Adressage IP des abonnés.....</b>                                 | <b>39</b> |
| 6.1. Type d'adressage .....   | 39        |
| 6.2. Gestion des pools IP des abonnés .....                             | 39        |
| 6.2.1. Mutualisation des pools IP .....                                 | 39        |
| 6.2.2. Gestion des pools IP par zone dans le réseau du Fournisseur..... | 40        |
| 6.3. Adresses IP réservées.....   | 40        |
| <b>7. Echanges RADIUS .....</b>   | <b>41</b> |
| 7.1. Serveurs RADIUS Fournisseur et ISP.....                            | 41        |
| 7.2. Echanges RADIUS .....  | 41        |
| 7.2.1. Access-Request envoyé .....                                      | 42        |
| 7.2.2. Access-Accept du client.....                                     | 43        |
| <b>8. Profils de QoS Client.....</b>                                    | <b>44</b> |
| <b>9. Livraison du trafic Multicast.....</b>                            | <b>45</b> |
| 9.1. Multicast au niveau de l'interface abonné .....                    | 45        |
| 9.1.1. Sélection des chaînes.....                                       | 45        |
| 9.1.2. Requêtes émises par le routeur Multicast du Fournisseur .....    | 46        |
| 9.2. Routage du trafic multicast .....                                  | 47        |
| <b>Annexe 1 : Dictionnaire RADIUS .....</b>                             | <b>48</b> |
| <b>Annexe 2 : Glossaire .....</b>                                       | <b>49</b> |

## 1. Présentation du Document

Ce document décrit les conditions techniques d'accès au service Ligne FTTH Grand Public.

Il se compose des parties suivantes :

- Présentation du service Ligne FTTH GP ;
- Description de l'infrastructure de collecte ;
- Description des interfaces d'accès au service (Abonné et Collecte) ;
- Gestions IP/DHCP des abonnés ;
- Echanges RADIUS entre le Client et le Fournisseur ;
- Profils de QoS client sur les BNG Fournisseur.

Le respect des conditions décrites dans le présent document est fondamental pour la garantie de fourniture du service par le Fournisseur. Le Fournisseur ne pourrait garantir la fourniture du service dans le cas de non-respect de ces conditions. Dans tous les cas, la compatibilité des échanges entre le Fournisseur et le Client opérateur de services sera validée lors d'une phase de tests préalables au démarrage du service. Des modifications seront étudiées en cas d'incompatibilité.

Dans ce document les termes « Client », « Abonné » et « ONT » ont la signification suivante :

- Client : fait référence au Client ou l'utilisateur utilisant les infrastructures de collecte et transport du Fournisseur afin de délivrer un ou plusieurs services à ses utilisateurs ;
- Abonné : fait référence à un utilisateur final de type résidentiel ayant souscrit un service auprès du Client ;
- ONT : Optical Network Terminal, fait référence à l'équipement de terminaison GPON installé chez l'abonné.

## 2. Description du service Ligne FTTH GP

### 2.1. Description générale du service

Le service « Ligne FTTH GP » est une offre de collecte de trafic depuis des Locaux FTTH permettant à un Client de raccorder ses Abonnés à travers les infrastructures fibres optiques déployées dans les plaques opérées directement par le Fournisseur ou indirectement sur des infrastructures tierces.

La notion de Local FTTH (Locaux FTTH) désigne le logement d'un utilisateur final situé dans un immeuble FTTH ou dans un pavillon FTTH.

L'offre comprend le transport du trafic Abonné jusqu'au site de livraison défini conjointement par le Client et le Fournisseur.

La « Ligne FTTH GP » est un service de transport transparent au trafic IP unicast des Abonnés auquel il est possible d'y adjoindre un service d'acheminement de flux IP multicast (IP TV) fourni par le Client à destination de ses Abonnés.

La « Ligne FTTH GP » supporte ainsi le transport de flux 3-play selon les règles de transport et d'authentification énoncées ci-dessous :

| Service             | Transport       | Authentification | Identification Abonné   |
|---------------------|-----------------|------------------|---|
| Internet/VoIP/Vidéo | IP sur Ethernet | RADIUS + DHCP    | RADIUS : attribut Agent-Circuit-id<br>DHCPv4/v6: option 82/18 |

Tableau 1 – Liste des flux transportés

Remarque :

- La ligne FTTH est transparente au transport de l'option DHCP 60 ;
- Sur étude de faisabilité, les services Internet, VoIP et Vidéo peuvent être organisés différemment afin de s'adapter aux besoins du client ISP.

Les caractéristiques du service sont les suivantes :

- Livraison du service chez l'abonné sur une interface Ethernet ;
- Débit d'accès de la « Ligne FTTH Activée » permet au Client, selon les caractéristiques des infrastructures optiques, de proposer des services Internet jusqu'à 1 Gbits/s dans le sens descendant, et jusqu'à 300 Mbits/s dans le sens montant. Pour les services VoIP et Vidéo voir la section « Profil de QoS Client » ;
- Adressage IP Abonné géré par le Client ;
- Allocation des IP abonnés par le protocole DHCP (serveur DHCP Client ou Fournisseur suivant le mode retenu « DHCP et RADIUS » ou « Full-RADIUS ») ;
- Authentification Abonné par RADIUS de l'opérateur Client ;
- Gestion dynamique des profils Abonné depuis le serveur RADIUS de l'opérateur Client :
  - Type de service : nPlay, 3 classes de service disponibles ;
  - Contrôle de la bande passante par classe de service (3 bits IP precedence) et global par abonné.

- Ségrégation du trafic Unicast dans un contexte MPLS/VPN dans le réseau du Fournisseur ;
- Gestion dynamique du trafic Multicast entre le Client et le Fournisseur à l'aide des protocoles PIM, BGP et MSDP ;
- Point d'interconnexion avec le réseau du Client :
  - Porte de collecte Nationale, située dans un POP du Fournisseur ou dans un POP opérateur Tiers éligible au service ;
  - Redondance possible avec une seconde porte de collecte Nationale ;
  - L'acheminement des flux Unicast et Multicast y sont cloisonnés par des interfaces logiques distinctes (Vlan).

L'accès Abonné est basé sur un modèle Point-Multipoint avec la technologie GPON.

## 2.2. Schéma de principe

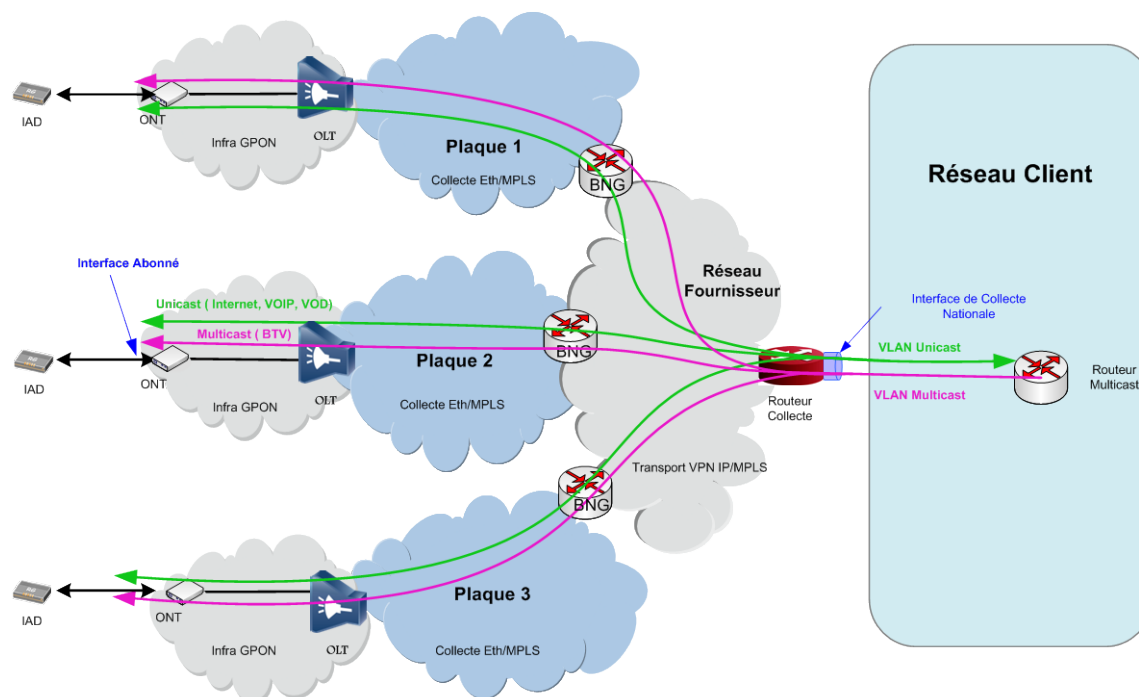


Figure 1 - Schéma de principe du service Ligne FTTH GP

Les infrastructures d'accès Point-Multipoint sont en liaison avec un réseau de collecte Ethernet (Eth/MPLS) pour joindre les BNGs du Fournisseur. Elles s'appuient d'une part sur des équipements de commutation Ethernet, tels que ONT/OLT pour l'accès, et d'autre part sur des équipements de commutation de labels MPLS, tels que les OLTs et des routeurs multiservice MPLS pour la collecte.

Dans ces réseaux de collecte Ethernet, le cloisonnement des flux Client est assuré par l'implémentation d'une instance de commutation dont une des spécificités est d'interdire l'échange de trafic entre Abonnés.

Les équipements de commutation Ethernet ainsi que ceux du domaine Eth/MPLS apprennent les adresses MAC tel que décrit dans les standards IEEE 802.1D et RFC 4762.

Le nombre d'adresses MAC par abonné est limité à 5 et leur « aging-time » est fixé, dans la chaîne de collecte niveau 2, à 2 heures. La durée des baux DHCP (ou preferred-lifetime en DHCPv6) et des timers ARP doit y être inférieure (avec timer ARP  $\geq$  Bail DHCP / 2) pour assurer un service sans discontinuité et éviter la diffusion de trafic de type « Unknown » ou « Broadcast » à travers les infrastructures du Fournisseur.

Les BNGs ont pour rôle d'appliquer le profil de service des abonnés et les mettre en relation avec l'infrastructure de transport de niveau 3 (VPN IP / MPLS) pour être accessibles depuis la porte de collecte. L'infrastructure globale assure une pleine transparence vis-à-vis du trafic IP échangé entre les Abonnés et le réseau de l'opérateur Client.

Les zones de collecte d'abonné sont gérées par 2 BNGs redondants en mode active/standby.

Les BNGs affectés à une zone de collecte ne sont pas obligatoirement au plus proche de celle-ci.

A noter qu'à travers les infrastructures d'accès Point-Multipoint, l'opérateur Client est en mesure d'adresser ses abonnés en IPv4 et / ou IPv6.

## 2.3. Classes de service réseau

La correspondance entre les classes de service du réseau du Fournisseur et les différents types de trafic associés est basée sur la valeur présentée par les 3 bits de l'IP Precedence du champ TOS contenu dans l'entête des paquets IP. La liste de ces correspondances est présentée dans le tableau ci-dessous :

| Fournisseur       | Client Opérateur de Services |               |
|-------------------|------------------------------|---------------|
| Classe de Service | Type de trafic               | IP Precedence |
| Real Time         | VOIP                         | 5, 6, 7       |
| Vidéo             | Vidéo                        | 4             |
| Best Effort       | Internet                     | 0, 1, 2, 3    |

Tableau 2 - Correspondance Trafic et Classes de Service du Fournisseur

## 3. Infrastructures de Collecte

### 3.1. Collecte Point-Multipoint

#### 3.1.1. Synoptique

Le réseau de collecte dépeint ci-après est basé sur une infrastructure GPON et reprend le schéma de principe (Figure 1).

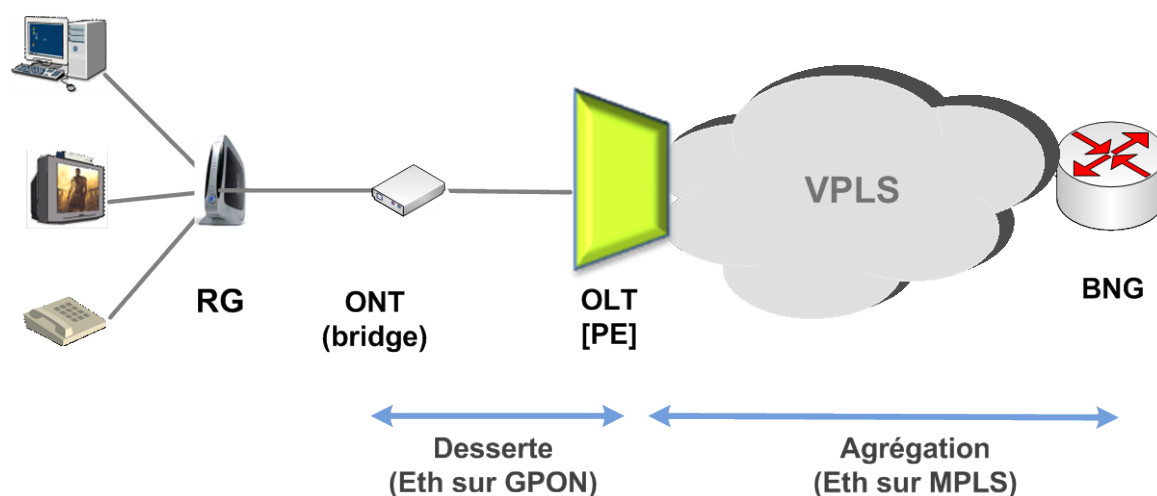


Figure 2 - Réseau de collecte GPON du service Ligne FTTH

Les arbres PON adressent 32 voire 64 abonnés au maximum. Toutefois, certains arbres PON peuvent être restreints à 16 abonnés afin de servir les Points de Mutualisation les plus éloignés de leur NRO et préserver le budget optique total des lignes Abonné. Le schéma ci-après modélise différentes solutions de raccordement des abonnés sans en faire la liste exhaustive :



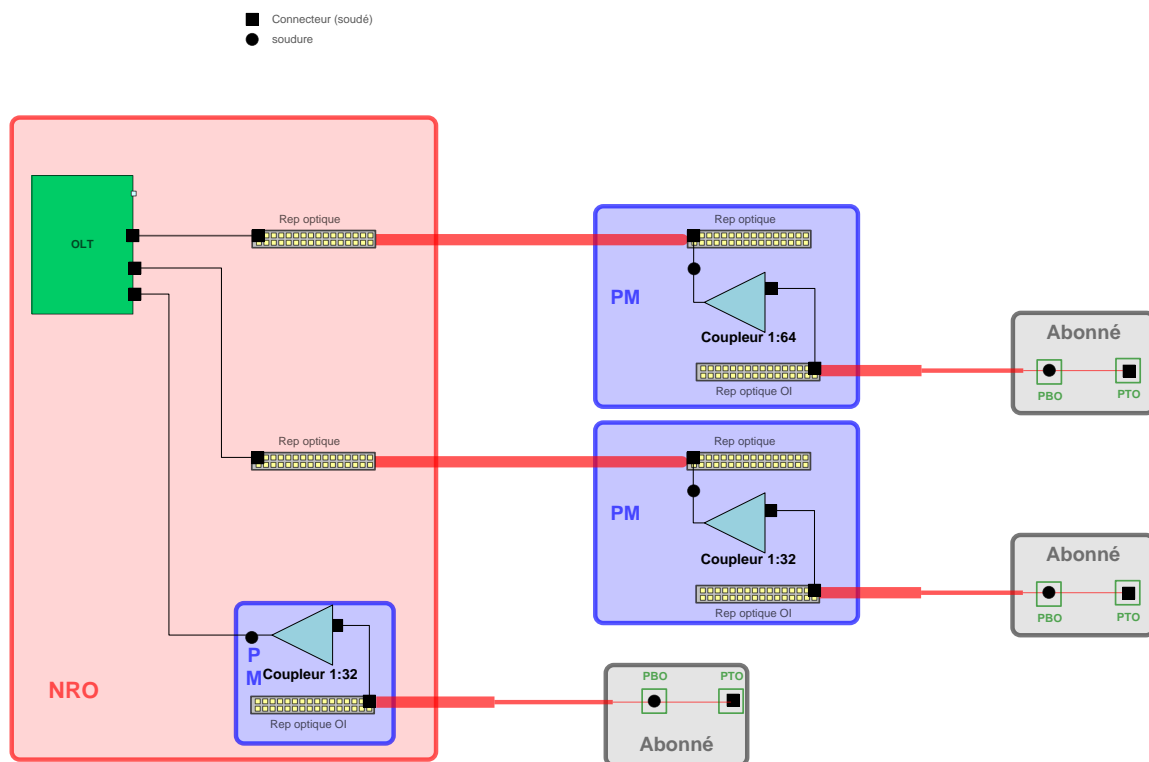


Figure 3 - Modélisation ODN

Les NRO peuvent prendre le rôle de PM afin de raccorder des Abonnés.

L'utilisation de coupleurs 1:16 ou 1:32 ou 1:64 dans les points de mutualisation est fonction de la distance PM / NRO.

Avec le niveau de couplage 1:32, la distance optique maximale entre l'OLT et l'ONT avoisine 18 kms avec des modules optiques GPON de classe C+ au niveau de l'OLT.

### 3.1.2. Caractéristiques des éléments actifs

#### 3.1.2.1. ONT

L'ONT est un équipement d'intérieur pourvu d'une alimentation externe en 220v AC. L'Abonné doit fournir une prise électrique permettant son alimentation.

C'est un modèle Bridge Ethernet dont les ports ont les caractéristiques suivantes :

- port optique Class B+ avec connecteur SC-APC ;
- port cuivre gigabit-Ethernet par interface Abonné.

L'implémentation de la technologie GPON respecte les recommandations G.984.x de l'ITU-T :

- Nombre de T-CONT = 4 minimum ;
- Nombre de files d'attente associées à une interface Abonné = 8 ;

- Ordonnanceur des files d'attente supporte les modes « strict-priority », Weighted Fair Queuing » ainsi que la combinaison des deux dans le sens montant. Dans la voie descendante, seul le mode « strict-priority » est supporté.

### 3.1.2.2. OLT

L'OLT est une plate-forme multiservices de haute capacité dont l'architecture du châssis permet de satisfaire aux besoins actuels et futurs puisqu'elle met à disposition de chaque carte de service une double connexion à 100 Gbits/s. De fait, elle est adaptée au marché des services résidentiels ou entreprises hauts débits (FTTH, FTTB, FTTO) tout en permettant de déployer simultanément plusieurs technologies d'accès basée sur la fibre optique.

En plus du mode d'accès GPON, retenu pour l'infrastructure de collecte point-multipoint, l'OLT supporte les types d'accès listés ci-après :

- EPON ;
- NG-PON ( 10G XG-PON1, XGS-PON ; NG-PON2) ;
- P2P Fast-Ethernet/Gigabit-Ethernet/TenGigabit-Ethernet.

### 3.1.3. Gestion flux multicast contrôlé par IGMP

Les flux multicast (BTV) sont prioritaires sur les flux unicast ou autres flux de diffusion (Broadcast, Unknown, Multicast non contrôlés par IGMP) et empruntent un GEM port-ID de diffusion sur les ports GPON.

Une partie de la bande passante descendante des ports GPON est réservée pour le trafic multicast, mais est redistribuable si elle n'est pas utilisée.

Le débit réservé par port GPON est de 600 Mbits/s.

Le nombre maximum de flux multicast simultanés par Abonné est contrôlé par le protocole IGMP au niveau de l'ONT, il est limité à 5.

## 3.2. Format de l'option DHCP contenant le Circuit-Id

### 3.2.1. Circuit-Id

La notion de « Circuit ID » est communément employée dans les réseaux d'accès pour identifier de façon unique un Abonné en transmettant une information relative à l'équipement d'agrégation et au port d'accès, qu'il soit physique ou logique, auquel le client DHCP est rattaché.

Dans les transactions DHCPv4 le « Circuit-Id » est transmis par l'intermédiaire de l'option n°82 insérée par l'équipement d'agrégation des infrastructures de collecte Point-Multipoint. Elle est de taille variable et peut-être constituée d'une suite de sous options. Les codes des sous options Agent Circuit ID et Agent Remote ID sont respectivement 1 et 2.

Dans les transactions DHCPv6 le « Circuit-Id » est transmis par l'intermédiaire de l'option n°18 (Interface-ID) qui peut être complétée par l'option 37 (Relay Agent Remote-ID). L'équipement d'agrégation se comporte en relai DHCP de niveau 2 aussi appelé Lightweight DHCPv6 Relay Agent (LDRA), les options 18 et 37 sont définies respectivement par les RFC3315 et RFC4649.

Par analogie avec DHCPv4, l'option DHCPv6 n°18 correspond à la sous-option 1 de l'option 82 et l'option DHCPv6 n°37 correspond à la sous-option 2 de l'option 82.

### 3.2.2. DHCPv4

#### 3.2.2.1. Agent Circuit-ID

Cette sous-option de l'option 82 contient la totalité des informations d'identification du circuit d'accès des Abonnés sur l'équipement d'agrégation. Elle est par conséquent systématiquement délivrée.

#### 3.2.2.2. Agent Remote-ID

Cette sous-option de l'option 82 contient uniquement l'information du Sysname de l'équipement d'agrégation. Cette information est redondante avec celles contenues dans l'Agent Circuit-ID.

### 3.2.3. DHCPv6

#### 3.2.3.1. Interface-ID

Cette option 18 a la même signification et reprend le format de l'Agent Circuit ID de l'option 82 de DHCPv4.

#### 3.2.3.2. Relay Agent remote-ID

L'information transportée par l'option 37 est spécifique à l'équipement d'agrégation, elle peut être utilisée par exemple pour transmettre un numéro de VLAN, une description de port, ...

Dans le cas du présent service, l'option 37 n'est pas ajoutée.

### 3.2.4. Sysname

Le Sysname correspond au nom de l'équipement auquel est raccordé l'abonné.

Il est contenu dans les champs circuit-id / remote-id de l'option 82 DHCPv4 et dans l'option 18 DHCPv6.

Le format du sysname des OLT pour la collecte Point-MultiPoint en GPON est le suivant :

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Valable pour tous OLT | <b>olt-xxxdd-yy</b><br>Avec : <ul style="list-style-type: none"> <li>- xxx = le trigramme NRO (en minuscule)</li> <li>- dd = le numéro du département</li> <li>- yy = l'identifiant OLT rattachés à un même NRO</li> </ul> |
|-----------------------|--|

La chaîne de caractères xxxdd identifie le NRO.

### 3.2.5. Format du Circuit-ID spécifique aux OLTs

Dans les réseaux d'accès GPON, les options 82 ou 18 sont insérées par l'OLT dans les messages DHCPv4 ou DHCPv6 des transactions initiées par l'équipement Abonné.

Le format de la sous-option Agent Circuit-ID ou de l'Interface-ID est de la forme :

#### Access\_Node\_ID PON Rack/Frame/Slot/PON/ONU/OnuSlt/UNI/I-VID

- Access\_Node\_ID = Le sysname de l'équipement ;
- PON = Indiquant la technologie de collecte ;
- Rack = Identifiant de baie de l'OLT toujours à la valeur 1 ;
- Frame = Identifiant de châssis OLT toujours à la valeur 1 ;
- Slot = Identifiant du Slot de l'OLT, de 01 à 16 ;
- PON = Identifiant de port de la carte GPON, de 01 à 16. Par défaut des cartes 8 ports PON mais dans les NRO denses des cartes 16 ports PON pourront être utilisées ;
- ONU = Identifiant ONT par arbre PON, de 1 à 128 (infra Fournisseur = 64 maximum) ;
- OnuSlt = slot de l'ONT, toujours à 1 ;
- UNI = Identifiant de port sur l'ONT représentant l'interface Abonné, toujours à 1 ;
- I-VID = Identifiant VLAN utilisé par l'équipement Abonné raccordé à l'UNI :
  - Celui-ci est vide si le trafic Abonné n'est pas marqué par une étiquette VLAN.

Pour le présent service, le « Circuit-ID » prend la forme « sysname pon 1/1/Slot/**PON/ONU/1/Uni** » et permet d'identifier de façon unique l'Abonné dans le réseau.

Exemple :

- dans son format ascii : olt-bsn42-01 pon 1/1/01/01/4/1/1/
- dans son format hexadécimal correspondant aux codes ascii :  
01216f6c742d62736e34322d303120706f6e20312f312f30312f30312f342f312f312f

## 4. Interfaces d'accès au service

Le service Ligne FTTH GP définit deux interfaces permettant, d'une part, le raccordement de l'installation Abonné (Interface Abonné), et d'autre part, l'interconnexion entre le réseau du Client et celui du Fournisseur (Interface de Collecte).

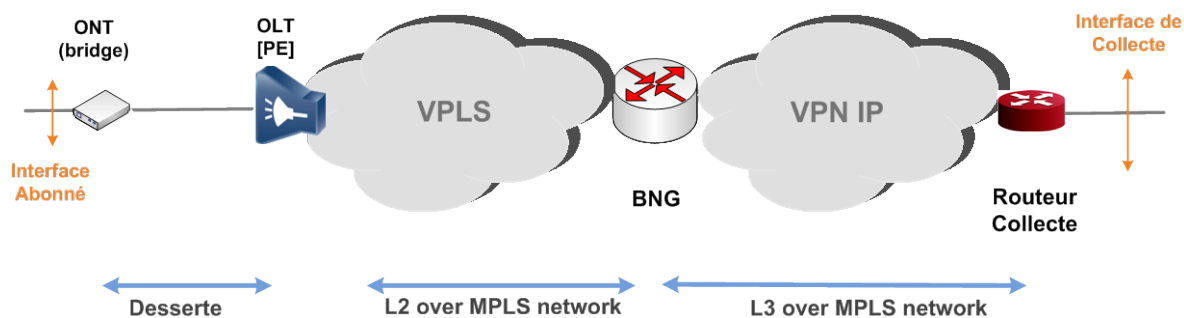


Figure 4 - Interfaces de service

### 4.1. L'interface Abonné

L'interface Abonné est de type cuivre, son débit peut prendre les valeurs 10 Mbps, 100 Mbps ou 1000 Mbits/s.

Les types d'interfaces d'accès supportées sont listés dans le tableau ci-dessous :

| Topologie             | Type Interface | Debit interface | Média   | Portée (mètres) | Connecteur  | Normes                             |
|-----------------------|----------------|-----------------|---|-----------------|---|------------------------------------|
| Point-Multipoint GPON | 1000-BaseT     | 1000 Mbit/s     | 4 paires de cuivre<br>Impédance 100 Ohms<br>Câble UTP 6         | 100m            | RJ-45<br>ISO 8877<br>(support for automatic inversion MDI / MDIX) | IEEE 802.3ab<br><br>ISO/IEC 8802.3 |
| Point-Multipoint GPON | 100-BaseT      | 100 Mbit/s      | 2 paires de cuivre<br>Impédance 100 Ohms<br>Câble UTP 5 minimum | 100m            |   | IEEE 802.3u<br><br>ISO/IEC 8802.3  |
| Point-Multipoint GPON | 10-BaseT       | 10 Mbit/s       | 2 paires de cuivre<br>Impédance 100 Ohms<br>Câble UTP 5         | 100m            |   | IEEE 802.3i<br><br>ISO/IEC 8802.3  |

Tableau 3 - Caractéristiques de l'interface de service Abonné

Remarque :

L'indication de portée est conforme au standard ISO/IEC 8802.3. Il conviendra de tenir compte des pertes inhérentes aux divers points de coupure (répartiteurs, catégorie des câbles et des jarretières utilisées) et de recalculer la longueur maximale admissible.

Le connecteur est de type ISO 8877 (RJ 45) femelle, il est présenté par la figure suivante :

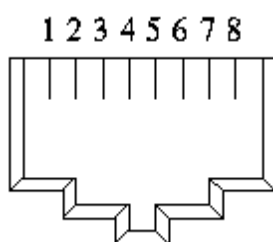


Figure 5 - Connecteur femelle RJ45

#### 4.1.1. Spécifications du port Ethernet de l'ONT

Les caractéristiques physiques de l'interface Ethernet sont :

- Interface Cuivre ;
- Connecteur RJ-45 femelle ;
- Vitesse auto : 10/100/1000 Mbit/s ;
- Port MDI / MDI-X avec détection automatique du câble droit ou croisé.

#### 4.1.2. Raccordement Abonné sur interface 10-BaseT ou 100-BaseT

Appariage des paires de cuivre et le brochage du connecteur sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

| Media    | Paires utilisées |
|----------|------------------|
| 2 paires | (1;2) et (3;6)   |

| Pin | Signal | Direction | Description   |
|-----|--------|-----------|---|
| 1   | TxD +  |           | Transmission de données vers l'équipement terminal (+)      |
| 2   | TxD -  |           | Transmission de données vers l'équipement terminal (-)      |
| 3   | RxD +  |           | Réception de données provenant de l'Equipement Terminal (+) |
| 4   | NC     |           | Non utilisé   |
| 5   | NC     |           | Non utilisé   |
| 6   | RxD -  |           | Réception de données provenant de l'Equipement Terminal (-) |

|   |    |  |             |
|---|----|--|-------------|
| 7 | NC |  | Non utilisé |
| 8 | NC |  | Non utilisé |

**Tableau 4 - Appairage et Brochage du connecteur pour interface 10 Base-T ou 100 Base-T**

Le raccordement de l'équipement Abonné doit être réalisé avec un câble dont les caractéristiques sont au moins équivalentes à la catégorie 5.

L'interface Ethernet de l'équipement Abonné doit être conforme à la norme IEEE 802.3u (100-BaseT) ou IEEE 802.3i (10-BaseT).

#### 4.1.3. Raccordement Abonné sur interface 1000-BaseT

Appairage des paires de cuivre et le brochage du connecteur sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

| Media    | Paires utilisées           |
|----------|----------------------------|
| 4 paires | (1;2) (3;6) (4;5) et (7;8) |

| Pin | Signal | Direction | Description                 |
|-----|--------|-----------|-----------------------------|
| 1   | BI_DA+ | ↔         | paire Bi-directionnelle A + |
| 2   | BI_DA- | ↔         | paire Bi-directionnelle A - |
| 3   | BI_DB+ | ↔         | paire Bi-directionnelle B + |
| 4   | BI_DC+ | ↔         | paire Bi-directionnelle C + |
| 5   | BI_DC- | ↔         | paire Bi-directionnelle C - |
| 6   | BI_DB- | ↔         | paire Bi-directionnelle B - |
| 7   | BI_DD+ | ↔         | paire Bi-directionnelle D + |
| 8   | BI_DD- | ↔         | paire Bi-directionnelle D - |

**Tableau 5 - Appairage et Brochage du connecteur pour interface 1000 Base-T**

Le raccordement de l'équipement Abonné doit être réalisé avec un câble dont les caractéristiques sont équivalentes à la catégorie 6.

L'interface Ethernet de l'équipement Abonné doit être conforme à la norme IEEE 802.3ab (1000-BaseT) et configurée en mode auto-négociation avec une vitesse de transmission de 1000 Mbits/s.

#### 4.1.4. Spécification IP

L'abonné ne doit pas envoyer vers le réseau des paquets IP ayant une taille supérieure à 1500 octets.

Le contenu du champ DSCP des paquets IP n'est pas modifié et peut-être utilisé par le client ISP pour faire correspondre ses flux avec les classes de services du réseau du Fournisseur.

La valeur des 3 bits de poids fort du champ DSCP (ou IP Precedence) doit respecter les règles suivantes :

- IP Precedence = 5, 6, 7 pour le trafic associé à la classe de service VoIP
- IP Precedence = 4 pour le trafic associé à la classe de service VoD
- IP Precedence = 0, 1, 2, 3 pour le trafic associé à la classe de service Internet

L'IAD installé chez l'abonné doit fonctionner en Ethernet « natif ». Le trafic ne doit pas être tagué avec un numéro de VLAN.

## 4.2. Interface de Collecte

L'interface de Collecte est matérialisée par un ou plusieurs points d'interconnexions nationaux, entre les réseaux du Fournisseur et du Client, à travers lesquels transitent l'ensemble du trafic des Abonnés.

A des fins de sécurisation, le Client a la possibilité de souscrire à 2 interfaces de Collecte. Leur redondance est organisée en mode nominale/secours. Il n'y a pas de partage de charge entre elles. A noter que les points de collecte nominal et secours pourront être distinct pour l'unicast et le multicast.

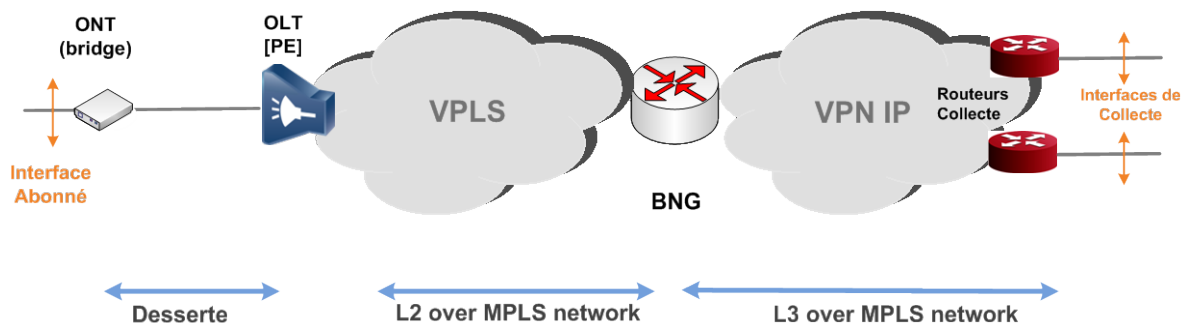


Figure 6 - Sécurisation de l'interface de collecte

Afin d'autoriser la cohabitation de flux Unicast et Multicast sur une même interface physique, les différents flux sont associés à des interfaces logiques (VLAN) distinctes. Trois VLANs sont ainsi définis sur l'interface de collecte :

- Un VLAN Data ;
- Un VLAN RADIUS ;
- Un VLAN **Multicast** (uniquement sur porte Nationale).

L'interface de collecte desservant les flux multicast de l'opérateur client peut être mutualisée par plusieurs services de collecte (ex : DSL et FTTH).



### 4.3. Spécification des interfaces physiques

Seul l'accès de type fibre optique est disponible, les caractéristiques de l'interface sont les suivantes :

| Type Interface | Debit interface | Duplex half/full | Média                  | Portée (mètres) | Connecteur         | Normes                        |
|----------------|-----------------|------------------|------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| 1000Base-LX    | 1000 Mbit/s     | Full Duplex      | Fibre Optique Monomode | 10Kms           | LC Duplex ou SC/PC | IEEE 802.3z<br>ISO/IEC 8802.3 |
| 10GBase-LR     | 10 Gbits/s      | Full Duplex      | Fibre Optique Monomode | 10Kms           | LC Duplex ou SC/PC | IEEE 802.3ae                  |

Tableau 6 - Caractéristiques de l'interface de Collecte

Remarque :

- L'indication de portée est conforme au standard ISO/IEC 8802.3. Il conviendra de tenir compte des pertes inhérentes aux divers points de coupure (répartiteurs optiques, pertes liés aux connecteurs des jarretières) et de recalculer la longueur maximale admissible.
- Sur ces interfaces, le client ne doit pas activer de mécanismes de spanning-tree. Il ne doit pas envoyer de paquets BPDU sur le port d'interconnexion.

#### 4.3.1. Interconnexions IP des flux Unicast

Deux VLANs sont définis sur les interfaces de collecte. Un VLAN pour le transport des flux Data des abonnés, le second pour les échanges RADIUS. Ce dernier est commun avec le vlan RADIUS du service de collecte DSL.

Les numéros de VLAN sont spécifiés dans la fiche d'interconnexion.

Les réseaux IP d'interconnexions sont en adressage publique IPv4 de type /30, voire IPv6 de type /127 pour le VLAN Data Unicast.

Le Client ISP doit disposer d'un numéro d'AS public.

Une session eBGP est établie entre le Fournisseur et le client ISP au niveau de chaque VLAN de l'interface de collecte.

#### Caractéristiques de la session eBGP Data

- La fonctionnalité GTSM (RFC 5082) peut être activée pour sécuriser à minima la session eBGP en contrôlant qu'elle est établie avec le premier équipement IP joignable par cette interconnexion ;
- La fonctionnalité BFD peut être activée pour optimiser la durée de détection de la perte de la session eBGP.

Le Fournisseur annonce :

- A la convenance du Client ISP, les pools IP ou les préfixes spécifiques /32 pour IPv4 ou les préfixes spécifiques IA\_NA en /64 et IA\_PD, de /32 à /64, pour IPv6 par IAD.

Le client annonce :

- Une route par défaut

Le Fournisseur autorisera uniquement l'apprentissage d'une route par défaut sur ces sessions BGPs et appliquera un filtre sur les annonces BGP-4 du client :

- Route par défaut uniquement

#### **Caractéristiques de la session eBGP Radius**

- La fonctionnalité GTSM (RFC 5082) peut être activée pour sécuriser à minima la session eBGP en contrôlant qu'elle est établie avec le premier équipement IP joignable par cette interconnexion ;
- La fonctionnalité BFD peut être activée pour optimiser la durée de détection de la perte de la session eBGP.

Le Fournisseur annonce :

- les adresses de ses Proxy RADIUS

Le client annonce :

- les adresses IP de ses serveurs RADIUS

Le Fournisseur appliquera les filtres suivants sur les annonces BGP-4 du client :

- Limitation du nombre total de routes annoncées par le client sur une interface de collecte à 300 ;
- Seules les adresses faisant partie des blocs d'adresses préalablement déclarés par le client sont redistribuées sur le réseau du Fournisseur.

Les communautés utilisées par le client seront ignorées sur le réseau du Fournisseur.

#### **Attributs BGP et gestion du mode de redondance**

Les routes annoncées en BGP par le client auront l'attribut local-preference positionné de la manière suivante sur les interfaces de collecte :

| Type de livraison | Valeur attribut Local-Pref |
|-------------------|----------------------------|
| Locale nominal    | 220                        |
| Locale secours    | 210                        |
| Nationale nominal | 200                        |
| Nationale secours | 100                        |

**Tableau 7 - Attributs BGP local-pref appliqués aux préfixes annoncés par le Client**

De la même façon le client devra marquer avec une locale préférence plus grande les routes apprises sur les interfaces de livraison nominale.

### 4.3.2. Interconnexion IP des flux multicast

Une session eBGP, portée par le VLAN *Multicast*, est établie entre le réseau du Fournisseur et celui du Client au niveau de chaque sous-interface de collecte Nationale pour apprendre les adresses IP des sources multicast.

Deux sessions MSDP seront également établies, à travers l'interconnexion Multicast, entre le réseau du Client et celui du Fournisseur pour prendre connaissance des associations Source/Groupe\_Multicast.

#### Caractéristiques de la session eBGP Multicast

- La fonctionnalité GTSM (RFC 5082) peut être activée pour sécuriser à minima la session eBGP en contrôlant qu'elle est établie avec le premier équipement IP joignable par cette interconnexion ;
- La fonctionnalité BFD peut être activée pour optimiser la durée de détection de la perte de la session eBGP ;
- Le Fournisseur annonce les adresses utilisées pour établir les sessions MSDP ;
- Le Client annonce :
  1. Les adresses utilisées pour établir les sessions MSDP, soit :
    - Les adresses de ses rendez-vous points (RP)
    - Ou des loopbacks dédiées à cet effet
  2. Les blocs d'adresses de ses sources.

Le Fournisseur appliquera les filtres suivants sur les annonces BGP-4 du Client :

- Seules les adresses faisant partie des blocs d'adresses préalablement déclarés par le Client sont redistribuées sur le réseau du Fournisseur.

Les communautés utilisées par le Client seront ignorées sur le réseau du Fournisseur.

#### Attributs BGP et gestion du mode de redondance

La route par défaut annoncée en BGP par le client aura l'attribut local-preference positionné de la manière suivante sur les interfaces de livraison :

| Type de livraison | Valeur attribut Local-Pref |
|-------------------|----------------------------|
| Locale nominal    | 220                        |
| Locale secours    | 210                        |
| Nationale nominal | 200                        |
| Nationale secours | 100                        |

Tableau 8 - Attributs BGP local-pref appliqués aux sources multicast du client

**Caractéristiques de la session MSDP**

Les 2 sessions MSDP seront établies à partir d'adresses IP routées dans le réseau du Fournisseur. Côté Client ISP, il pourra en faire de même ou réutiliser celle de l'interconnexion IP Multicast.

Le client annoncera les couples (S, G), (source, group) correspondant aux chaînes multicast qu'il souhaite offrir à ses abonnés.

Le Fournisseur appliquera les filtres suivants sur les annonces MSDP du client :

- Filtrage sur les blocs d'adresses publiques des sources ;
- Filtrage sur les adresses multicasts « publiques » de l'opérateur ;
- Filtrage sur le nombre maximum de sources annoncées.

Les adresses IP des sources et des groupes multicast des flux descendus depuis le réseau Client devront préalablement être déclarées par le Client au Fournisseur et avoir les caractéristiques suivantes :

- Les adresses des sources annoncées par le Client doivent être publiques ;
- Les adresses des groupes multicast doivent être conformes aux règles d'adressages définies par :
  - RFC 3180, GLOP Block (range 233/8 ; 233.0.0.0 – 233.255.255.255) réservé pour définir un range d'adresses de taille /24 à partir du numéro d'AS du Client. Se référer à la note sur l'usage des adresses multicast sur un réseau Ethernet ;
  - RFC 4607 Source-Specific Multicast Block (range 232/8 ; 232.0.0.0 – 232.255.255.255) à condition d'implémenter PIM-SSM dans les réseaux du Fournisseur et du Client. Se référer à la note sur l'usage des adresses multicast sur un réseau Ethernet ;
  - Pour tout autre adressage non respectueux des deux règles précédentes, le Fournisseur vérifiera la cohérence et l'absence de conflit avec le plan d'adressage multicast encours.

Note sur l'usage des adresses multicast sur un réseau Ethernet :

Bien que la RFC 5771 (IANA Guidelines for IPv4 Multicast Address Assignments) décrive l'usage des plages d'adresses IP multicast telles que 232/8, 233/8 et 239/8, il en demeure néanmoins que des contraintes inhérentes au transport des paquets IP multicast sur la couche Ethernet doivent être prises en considération.

Les adresses MAC multicast sont formées d'une partie fixe pour leurs 25 bits de poids forts et d'une partie variable pour leurs 23 bits de poids faibles, soit la plage 01:00:5e:00:00:00–01:00:5e:7f:ff:ff.

Dû au fait que les adresses IP multicast (classe D) soient recopiées dans les adresses MAC multicast des trames Ethernet pour leurs 23 bits de poids faibles, cela a pour conséquence que :

- Une adresse MAC multicast correspond à une adresse IP et toutes celles ayant les mêmes 23 bits de poids faibles (valeur de l'itération est  $2^{23}$ ).
- ⇒ Adresse mac multicast 01:00:5e:00:00:01 est associée aux adresses IP multicast 224.0.0.1, 224.128.0.1,..., 232.0.0.1, 232.128.0.1, 233.0.0.1, 233.128.0.1,...,
- ⇒ Le client veillera à ce que les adresses IP des groupes multicast soient contenues dans un bloc contigu d'adresses et de taille inférieure ou égale à  $2^{23}$ , ou s'assurera qu'elles ne se recouvrent pas avec des adresses MAC communes.

- Les plages d'adresses IP Multicast se recouvrant avec la plage d'adresse multicast 224.0.0.x/24 sont exclues.

Le bloc 224.0.0.x/24 est réservé exclusivement aux protocoles de contrôle (Local Network Control Block) pour l'échange d'information entre équipements directement raccordés.

⇒ Bloc proscrits : 232.0.0.x/24, 232.128.0.x/24, 233.0.0.x/24, 233.128.0.x/24,...

## 5. Gestion des abonnés

### 5.1. Gestion IP/DHCP Abonné

Le présent service permet d'établir des sessions IP DHCP entre IAD et BNG, sans « switching » inter-abonné, routables jusqu'au réseau de l'opérateur client. Celui-ci est en mesure d'attribuer, à chacun de ses abonnés, au plus une adresse parmi les types suivants :

- IPv4 : une adresse /32 par IAD ;
- IA\_NA (IPv6) sur infrastructure Point-Multipoint uniquement : une adresse /128 par IAD issu d'un range /64 dédié. Soit 1 range /64 par IAD
- IA\_PD (IPv6) sur infrastructure Point-Multipoint uniquement : un préfixe de taille /32 à /64 par IAD ;

L'opérateur client a le choix de gérer ses abonnés selon 2 méthodes ; « DHCP et RADIUS » ou « FULL RADIUS ».

Dans le mode « DHCP et RADIUS », le BNG du Fournisseur se comporte en relai DHCP entre les IAD abonnés et le serveur DHCP du client opérateur.

Dans le mode « FULL RADIUS », le BNG du Fournisseur se comporte en serveur DHCP vis-à-vis des IAD abonnés et leurs paramètres IP sont transmis par le serveur Radius du client opérateur.

Les échanges DHCP et RADIUS des 2 méthodes sont détaillées ci-après dans cette même section du document.

### 5.2. Gestion profil de QoS Abonné

La gestion du profil de QoS de l'abonné se fait dynamiquement à chaque nouvel échange DHCP entre l'abonné et le serveur DHCP (DHCPv4-Discover / DHCPv4-Renew ou DHCPv6-Solicit / DHCPv6-Renew). Quel que soit le mode de gestion des abonnés, le BNG initie une transaction Radius lui permettant de récupérer le profil de l'abonné.

Pour cela l'opérateur client renvoie dans un message RADIUS Access-Accept l'attribut Class précisant le code offre de l'abonné. Ce dernier est ensuite interprété par le réseau du Fournisseur et le profil de QoS associé est automatiquement activé au niveau du BNG.

### 5.3. Paramétrage IP et DHCP

#### 5.3.1. Durée de vie des adresses IPv6

L'attribution d'une adresse IPv6 à une interface est temporaire et les différents états de sa durée de vie sont présentés par la figure suivante :

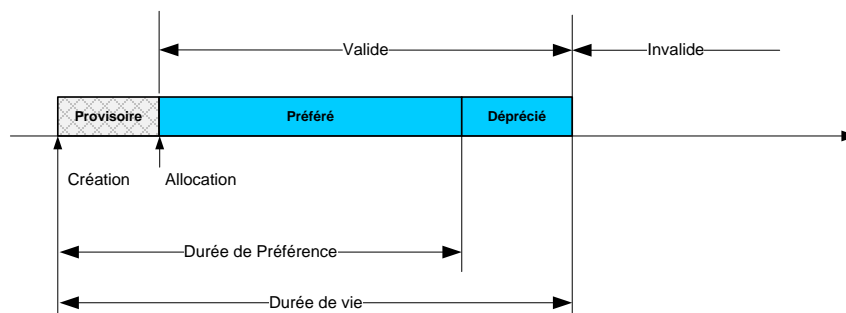


Figure 7 - Etats successifs d'une adresse IPv6 sur une interface

Les compteurs « Durée de vie » et « Durée de Préférence » contrôlent le cycle de vie des adresses IP sur une interface. Selon le mode d'auto-configuration, le compte à rebours démarre dès réception du message d'annonce d'un routeur ou d'un message DHCPv6 Reply.

La durée de vie (valid lifetime) indique la durée pendant laquelle l'adresse IP est associée à une interface.

La durée de préférence (preferred lifetime) est la durée pendant laquelle l'adresse IP est utilisable sans restriction dès lors que son unicité a été vérifiée. Cette durée est assimilable à la durée du bail DHCPv4.

Le cycle de vie d'une adresse IPv6 est régi par les états suivants :

- Etat Provisoire (tentative) : L'adresse a été attribuée par le mécanisme d'auto-configuration mais son unicité sur le lien n'a pas encore été vérifiée par le processus de Détection d'Adresse Dupliquée (DAD). Une adresse provisoire ne peut servir dans une communication ;
- Etat valide (valid) : L'unicité a été contrôlée, l'adresse est active sur une interface ;
  - Préféré (preferred) : L'adresse peut être utilisée sans restriction ;
  - Déprécié (deprecated) : L'adresse ne peut plus être utilisée pour de nouvelles communications mais reste active pour les connexions existantes ;
- Invalide (invalid) : L'adresse ne peut plus du tout être utilisée. Elle n'est plus active sur l'interface.

### 5.3.2. Compteurs DHCP

En supplément de la durée du bail pour IPv4 ou de la durée à l'état préféré pour IPv6, les clients DHCP gèrent 2 compteurs définis par T1 et T2 dans les RFC2131 pour DHCPv4 et RFC3315 pour DHCPv6. Ces compteurs sont à leur valeur par défaut telle que définie dans les RFC ou configurables par les serveurs sous formes d'options.

Le premier, T1, stipule la durée à partir de laquelle le client demande à son serveur un renouvellement de la durée d'utilisation de son adresse IP. Le second, T2, entre en action lorsque la demande de renouvellement a échoué en renégociant une nouvelle adresse IP en s'adressant à tous les serveurs susceptibles de répondre.

T2 doit être compris entre T1 et l'expiration du bail DHCPv4 ou de l'état préféré en DHCPv6.

Pour DHCPv4, T1 et T2 ne sont pas transmis au client DHCP. Lorsque le client DHCP utilise les valeurs par défaut, les compteurs sont :

- Bail = 7200 secondes (2 heures) ;
- T1 = Renew =  $0,5 \times \text{Bail}$  (valeur par défaut selon RFC2131) = 3600 secondes ;
- T2 = Rebind =  $0,875 \times \text{Bail}$  (valeur par défaut selon RFC2131) = 6300 secondes.

Pour DHCPv6, à la différence de DHCPv4, T1 et T2 sont toujours transmis au client DHCP. Les valeurs imposées par le Fournisseur sont les suivantes :

- Preferred lifetime = 7200 secondes (2 heures) ;
- Valid lifetime = 10800 secondes (3 heures) ;
- T1 = Renew =  $0,5 \times \text{Bail}$  = 3600 secondes ;
- T2 = Rebind =  $1,5 \times \text{T1}$  = 5400 secondes.

## 5.4. Mode DHCP et RADIUS

### 5.4.1. Authentification et adressage IP de l'abonné

A chaque nouvel échange IP/DHCP (DHCPv4-Discover / DHCPv4-Renew ou DHCPv6-Solicit / DHCPv6-Renew), une demande d'authentification RADIUS (RADIUS Access-Request) est envoyée au serveur RADIUS Client au travers d'un Proxy-RADIUS du Fournisseur.

Une fois la demande d'authentification validée par le serveur RADIUS client (RADIUS Access-Accept), le BNG du Fournisseur relaye la demande DHCP de l'abonné aux serveurs DHCP de l'opérateur client.

Une fois la phase d'authentification passée, le dialogue IP/DHCP client/serveur se déroule de façon standard.

L'opérateur client attribuera des adresses IP pour une durée de 2 heures (**bail DHCPv4 / preferred-lifetime pour DHCPv6 = 2 heures**).



## 5.4.2. Détail des échanges RADIUS et DHCPv4

### 5.4.2.1. DHCPv4-Discover

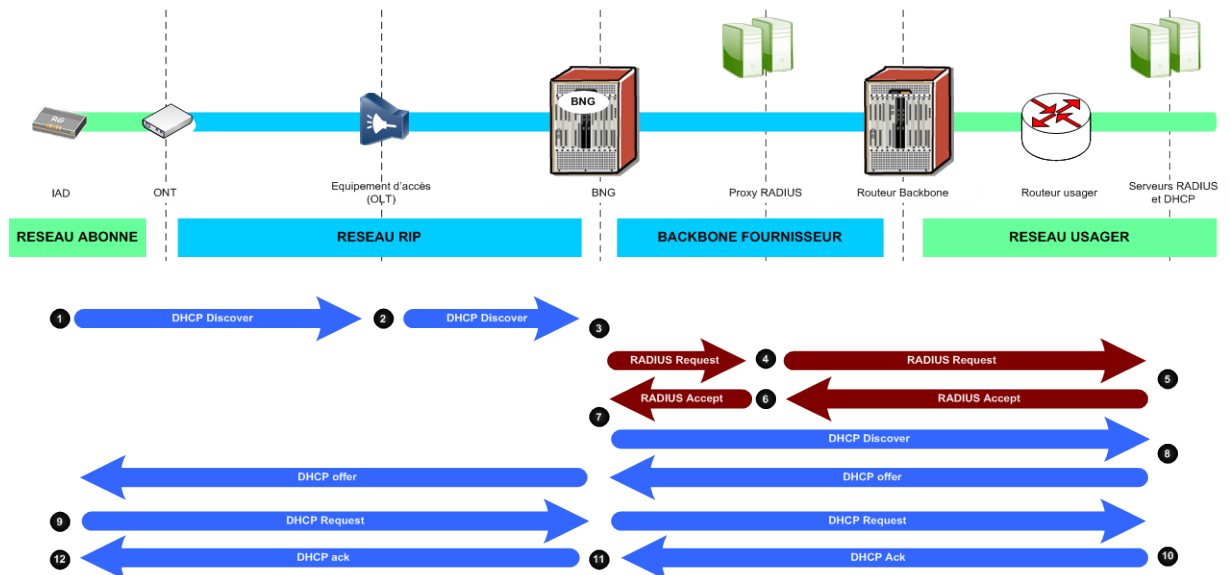


Figure 8 - Mode DHCP et RADIUS (transaction DHCPv4-Discover)

#### IAD

(1) L'IAD envoie un DHCP-Discover sur son port réseau.

#### OLT d'accès

(2) Celui-ci insère l'option 82 dans le DHCP-Discover du client en y renseignant les informations suivantes :

- Slot de l'équipement d'accès ;
- Port abonné ;
- Hostname de l'équipement d'accès.

#### BNG

A réception du DHCP-Discover le BNG Nominal bloquera le DHCP-Discover de l'IAD Abonné. Il générera un RADIUS Access-Request à destination du Proxy RADIUS Fournisseur (3) afin d'identifier l'abonné en recopiant certains champs du DHCP-Discover dans sa requête (circuit-id, remote-id et vendor-dhcp).

#### Proxy-RADIUS Fournisseur

Le Proxy-RADIUS Fournisseur identifie l'opérateur client de l'abonné sur la base de son circuit-id et proxifie l'Access-Request au RADIUS de l'opérateur client (4).

Le proxy-RADIUS peut si nécessaire en fonction du client opérateur rajouter et/ou supprimer des attributs de l'access-request initiale du BNG Fournisseur avant de le transmettre au RADIUS du client (cf chapitre suivant).

L'Access-Request transmis au client après traitement par le proxy-RADIUS contiendra à minima les informations suivantes :

- User-Name=<adresse\_mac\_IAD> ;
- User-Password = <mot-de-passe> ;
- NAS-IP-Address = <adresse IP du BNG auquel l'abonné est attaché > ;
- ADSL-Agent-Circuit-id=<circuit-id-access>;
- ADSL-Agent-Remote-id=<remote-id>.

Les attributs radius suivants seront transmis sur demande du client :

- Alc-DHCP-Vendor-Class-Id = <DHCP Option 60 (Vendor-ID)> ;
- Calling-Station-Id :
  - Pour un accès Point Multipoint = axione#ISAM#

#### RADIUS Client

Le RADIUS client authentifie l'abonné et renvoie un RADIUS Access-Accept (5) au proxy-RADIUS Fournisseur contenant les informations suivantes :

- Class = FTTH-GP-“Code-Offre”

Le « code-offre » permettra de distinguer le profil de débit à appliquer à l'abonné. Il est construit en se référant aux valeurs maximales des débits descendants HSI/VOD/VOIP et des débits montants HSI/VOD/VOIP.

Ci-après un exemple de code offre :

- Ligne FTTH GP avec débit HSI (Internet) 100Mbps symétrique, débit VoD 20Mbps/1Mbps (DL/UL) et un débit voix de 500Kbps.

Code-Offre = **DL100m20m500k-UL100m1m500k**

Le proxy-Radius Fournisseur transmet le Radius Access-Accept au BNG Fournisseur en ajoutant les attributs propriétaires nécessaires à l'activation de l'abonné (6) :

- Identifiant Service du client ;
- Identifiant de l'abonné ;
- Profile de QoS (dérive de l'attribut Class renvoyé par le Radius Client).

A réception de l'Access-Accept, l'abonné est instancié, au sein du BNG, dans le VPN du client avec son profil de QoS.

A ce stade l'abonné n'a toujours pas obtenu d'IP. Le BNG relaie alors le DHCP-Discover (7) de l'abonné vers le serveur DHCP du client.

S'ensuit alors un dialogue DHCP standard, DHCP-Offer(8), DHCP-Request(9) et DHCP-Ack(10) entre l'IAD de l'abonné et le serveur DHCP du client.

Le DHCP-Ack permet au BNG Fournisseur de connaître l'adresse IP de l'abonné et la durée du bail DHCP.

#### 5.4.2.2. DHCPv4-Renew

Chaque DHCP-Renew entraîne une nouvelle authentification de l'abonné. Si le profil de l'abonné a changé dans les bases RADIUS client la procédure de renouvellement de bail entrainera la mise à jour du profil de l'abonné.

Le schéma ci-dessous présente les échanges DHCP et RADIUS relatifs à un renouvellement de bail :

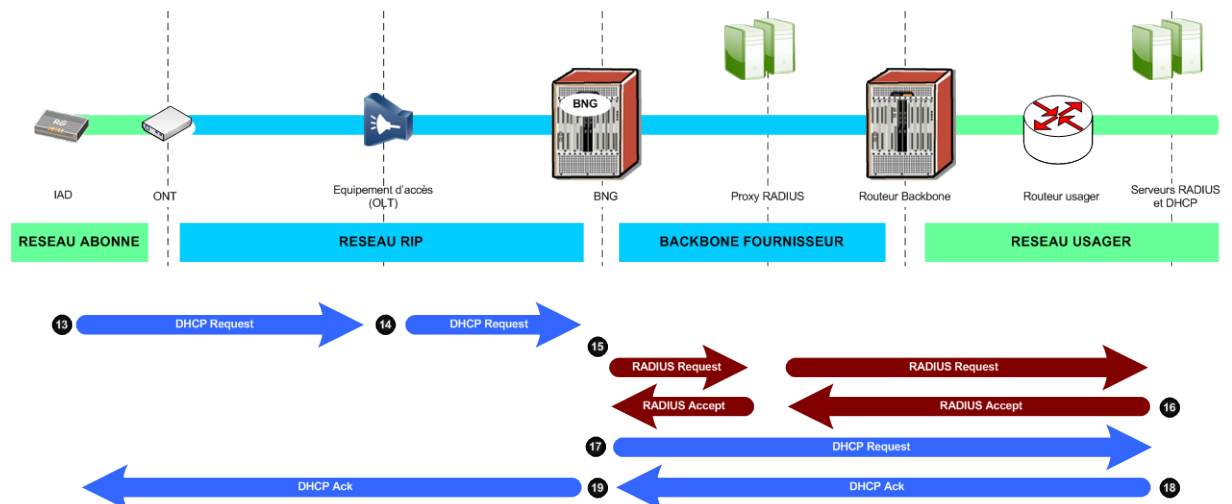


Figure 9 - Mode DHCP et RADIUS (renouvellement du Bail DHCPv4)

- (13) L'IAD de l'abonné envoie un message unicast de type DHCP-Request pour renouveler le bail dhcp en conservant la même adresse IP.
- (14) Le DHCP- Request est intercepté et l'option 82 de l'équipement d'accès est insérée.
- (15) Le DHCP- Request est bloqué au niveau du BNG qui envoie un RADIUS Access-Request.
- (16) En retour le RADIUS Client répond avec un RADIUS Access-Accept. Le BNG met à jour le profil de l'abonné sur la base des informations descendues par le serveur RADIUS.
- (17) Le DHCP- Request est alors retransmis par le BNG jusqu'au serveur DHCP du client.
- (18) Le serveur DHCP répond alors par un DHCP-Ack à l'abonné.
- (19) Le BNG enregistre les paramètres IP de l'abonné en analysant le DHCP-Ack pour mettre à jour sa table DHCP. Celle-ci faisant entre autre correspondre l'adresse mac et l'adresse IP de l'abonné.

### 5.4.3. Détail des échanges RADIUS et DHCPv6

#### 5.4.3.1. DHCPv6-Solicit

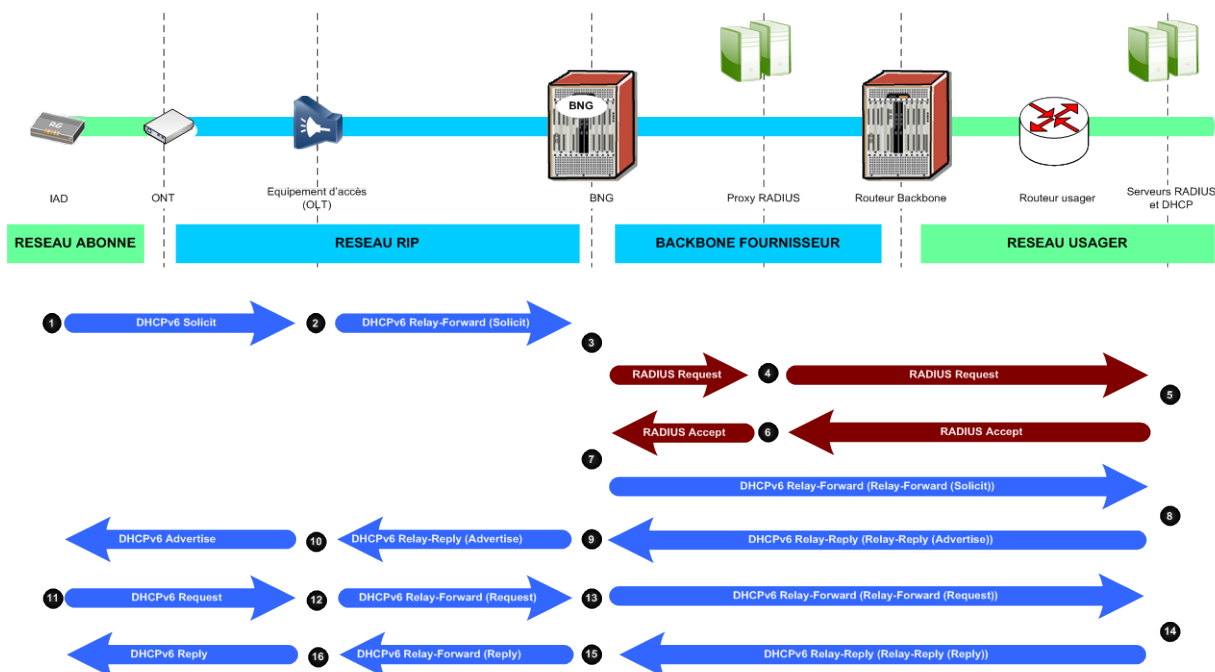


Figure 10 - Mode DHCP et RADIUS (transaction DHCPv6-Solicit)

#### IAD

(1) L'IAD envoie un DHCPv6-Solicit sur son port réseau.

#### Équipement d'accès (OLT)

(2) L'équipement d'accès se comporte en relai DHCPv6 en encapsulant la requête Solicit dans un message DHCPv6 Relay-Forward et y insère le circuit-id de l'abonné. Le circuit-ID étant l'option 18, Interface-ID, faisant apparaître les informations suivantes :

- Slot de l'équipement d'accès ;
- Port abonné ;
- Hostname de l'équipement d'accès.

#### BNG

Sur réception du message DHCPv6 Relay-Forward (Solicit), le BNG Nominal bloque la transaction jusqu'à ce que l'abonné soit identifié. Pour cela le BNG génère un RADIUS Access-Request à destination du Proxy RADIUS Fournisseur (3) en recopiant certains champs du message DHCP dans sa requête dont le circuit-id.

#### Proxy-RADIUS Fournisseur

Le Proxy-RADIUS Fournisseur identifie l'opérateur client de l'abonné sur la base de son circuit-id et proxifie l'Access-Request au RADIUS de l'opérateur client (4).

Le proxy-RADIUS peut si nécessaire en fonction du client opérateur rajouter et/ou supprimer des attributs de l'access-request initiale du BNG Fournisseur avant de le transmettre au RADIUS du client (cf chapitre suivant).

L'Access-Request transmis au client après traitement par le proxy-RADIUS contiendra à minima les informations suivantes :

- User-Name=<adresse\_mac\_IAD> ;
- User-Password = <mot-de-passe> ;
- NAS-IP-Address = <adresse IP du BNG auquel l'abonné est attaché > ;
- ADSL-Agent-Circuit-id=<circuit-id-access>;

Les attributs radius suivants seront transmis sur demande du client :

- Calling-Station-Id :
  - Pour un accès Point Multipoint = axione#ISAM#

#### RADIUS Client

Le RADIUS client authentifie l'abonné et renvoie un RADIUS Access-Accept (5) au proxy-RADIUS Fournisseur contenant les informations suivantes :

- Class = FTTH-GP-“Code-Offre”

Le « code-offre » permettra de distinguer le profil de débit à appliquer à l'abonné. Il est construit en se référant aux valeurs maximales des débits descendants HSI/VOD/VOIP et des débits montants HSI/VOD/VOIP.

Ci-après un exemple de code offre :

- Ligne FTTH GP avec débit HSI (Internet) 100Mbps symétrique, débit VoD 20Mbps/1Mbps (DL/UL) et un débit voix de 500Kbps.

Code-Offre = **DL100m20m500k-UL100m1m500k**

Le proxy-Radius Fournisseur transmet le Radius Access-Accept au BNG Fournisseur en ajoutant les attributs propriétaires nécessaires à l'activation de l'abonné (6) :

- Identifiant Service du client ;
- Identifiant de l'abonné ;
- Profile de QoS (dérivé de l'attribut Class renvoyé par le Radius Client).

A réception de l'Access-Accept, l'abonné est instancié, au sein du BNG, dans le VPN du client avec son profil de QoS.

A ce stade l'abonné n'a toujours pas obtenu d'IP. Le BNG relaie alors le message DHCPv6 qui a déjà été relayé par l'OLT vers le serveur DHCP du client (7).

Ici le BNG se comporte en relai DHCPv6 et vient ajouter une seconde encapsulation de type Relay-Forward au message Solicit de l'abonné.

S'ensuit alors un dialogue DHCPv6 standard entre l'IAD de l'abonné, les 2 relais DHCP (OLT et BNG) et le serveur DHCP du client :

- DHCPv6 Relay-Reply(Relay-Reply(Advertise)) (8) ;

- DHCPv6 Relay-Reply(Advertise) (9) ;
- DHCPv6 Advertise (10) ;
- DHCPv6 Request (11) ;
- DHCPv6 Relay-Forward (Request) (12) ;
- DHCPv6 Relay-Forward (Relay-Forward (Request)) (13) ;
- DHCPv6 Relay-Reply(Relay-Reply(Reply)) (14) ;
- DHCPv6 Relay-Reply(Reply) (15) ;
- DHCPv6 Reply (16).

Le DHCPv6 Relay-Reply(Relay-Reply(Reply)) (14) permet au BNG Fournisseur de connaître l'adresse IP de l'abonné, la durée du preferred-lifetime et la valeur des compteurs T1/T2 (Renew/Rebind DHCP).

#### 5.4.3.2. DHCPv6-Renew

Chaque DHCPv6-Renew entraîne une nouvelle authentification de l'abonné. Si le profil de l'abonné a changé dans les bases RADIUS client la procédure de renouvellement de bail (réinitialisation du compteur preferred-lifetime) entrainera la mise à jour du profil de l'abonné.

Le schéma ci-dessous présente les échanges DHCPv6 et RADIUS relatifs à un renouvellement de bail :

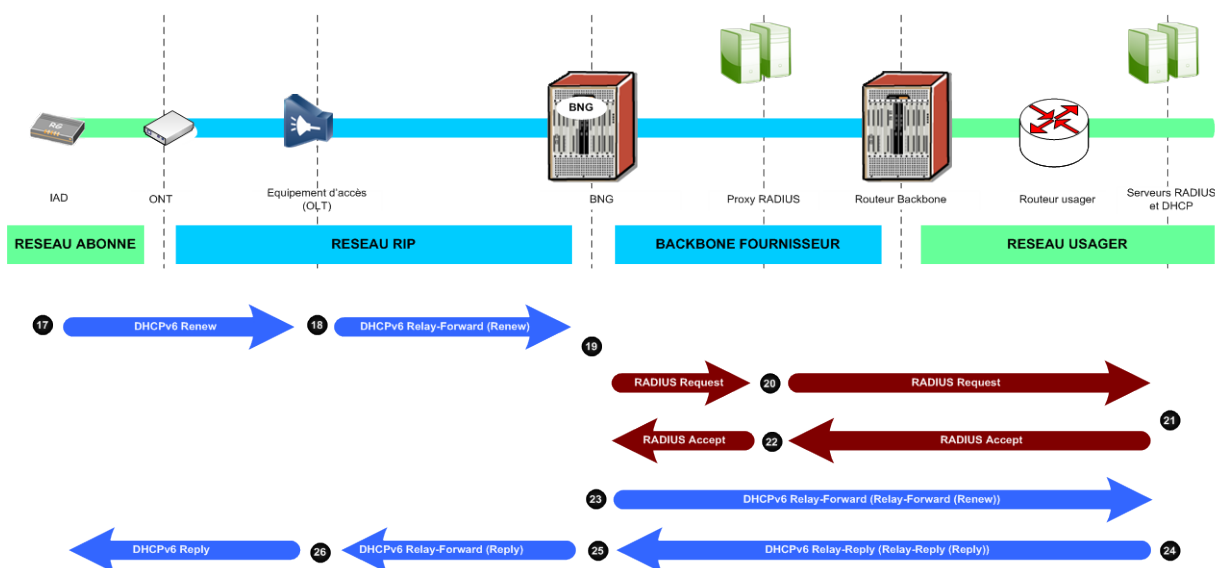


Figure 11 - Mode DHCP et RADIUS (renouvellement du Preferred-Lifetime DHCPv6)

(17) L'IAD de l'abonné envoie un message de type DHCPv6-Renew pour renouveler le bail dhcp en conservant la même adresse IP.

(18) DHCPv6-Renew est intercepté par l'équipement d'accès (OLT) et relayé dans un message DHCPv6 Relay-Forward (Renew) en y insérant le circuit-id de l'abonné. Le circuit-id étant l'option 18 DHCPv6.

(19) (20) Le message DHCPv6 Relay-Forward (Renew) est bloqué au niveau du BNG qui envoie un RADIUS Access-Request à destination du serveur client via le proxy Fournisseur.

(21) (22) En retour le RADIUS Client répond avec un RADIUS Access-Accept. Le BNG met à jour le profil de l'abonné sur la base des informations descendues par le serveur RADIUS.

(23) Le message DHCPv6 Relay-Forward (Renew) est alors relayé par le BNG jusqu'au serveur DHCP du client.

(24) Le serveur DHCP client répond alors par un DHCPv6 Reply encapsulé par un message Relay-Reply permettant d'adresser les 2 relais DHCPv6, BNG et OLT, pour joindre l'IAD de l'abonné.

(25) Le BNG enregistre les paramètres IP de l'abonné en analysant le message DHCPv6 reçu pour mettre à jour sa table DHCP. Celle-ci faisant entre autre correspondre l'adresse mac et l'adresse IP de l'abonné.

Le BNG retransmet le message DHCPv6 après avoir supprimé l'entête Relay-Reply le concernant.

(26) L'équipement d'accès (OLT) retransmet à l'IAD de l'abonné le message DHCPv6 après avoir supprimé l'entête Relay-Reply le concernant.

## 5.5. Mode Full RADIUS

Dans le mode Full RADIUS, le client n'a pas à maintenir un serveur DHCP, c'est le BNG Fournisseur qui prend ce rôle.

Le client a la possibilité :

- soit, d'attribuer des adresses IP fixes à ses abonnés ;
- soit, d'attribuer des adresses IP dynamiques pour une durée de 2 heures.

### 5.5.1. Authentification et adressage IP de l'abonné

A chaque nouvel échange IP/DHCP (DHCPv4-Discover / DHCPv4-Renew ou DHCPv6-Solicit / DHCPv6-Renew), une demande d'authentification RADIUS (RADIUS Access-Request) est envoyée au serveur RADIUS Client au travers d'un Proxy-RADIUS Fournisseur.

Une fois cette demande d'authentification validée par le serveur RADIUS client (RADIUS Access-Accept), le BNG Fournisseur joue le rôle de serveur DHCP en répondant à la demande DHCP (Discover ou Renew) de l'abonné.

Une fois la phase d'authentification passée, le dialogue IP/DHCP client/serveur se déroule de façon standard.

Le BNG Fournisseur attribuera des adresses IP pour une durée de 2 heures (**bail DHCPv4 / preferred-lifetime pour DHCPv6 = 2 heures**).

Pour une requête DHCPv4, le BNG servira une IPv4.

Pour une requête DHCPv6, le BNG servira un IA\_NA et un IA\_PD.

Dans le cas d'IAD adressés en double pile, IPv4/IPv6, le serveur Radius Client renvoie les paramètres IPv4 et IPv6 de l'abonné dans le même message Radius Access-Accept.

## 5.5.2. Détail des échanges RADIUS et DHCPv4

### 5.5.2.1. DHCPv4-Discover

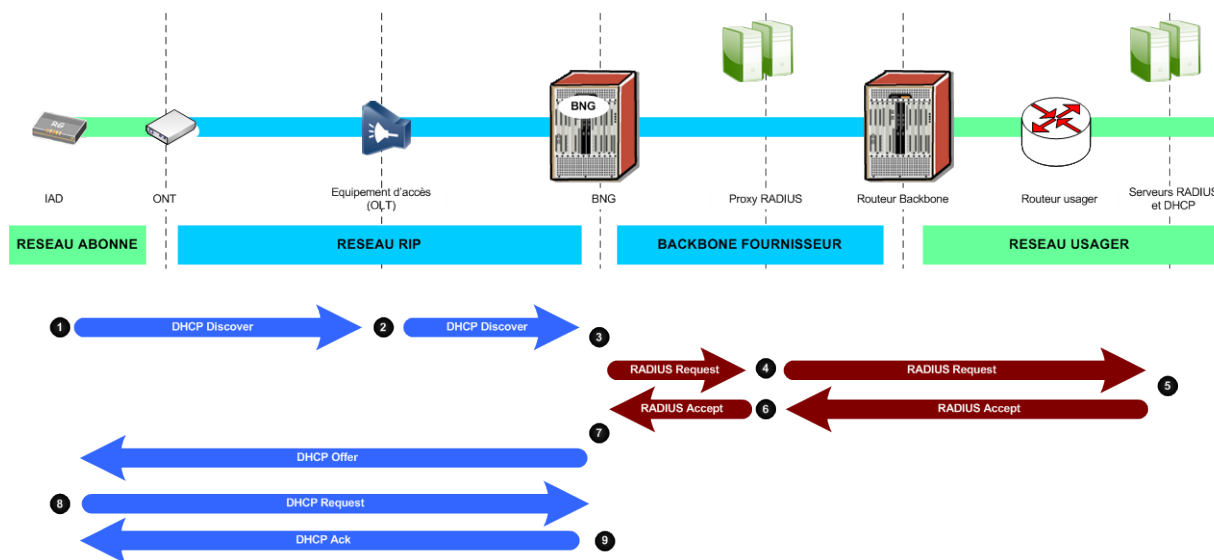


Figure 12 - Mode FULL RADIUS (transaction DHCPv4-Discover)

#### IAD

(1) L'IAD envoie un DHCP Discover sur son port réseau.

#### Equipement FTTH d'accès

(2) Celui-ci insère l'option 82 dans le DHCP Discover du client en y renseignant les informations suivantes :

- Slot de l'équipement d'accès ;
- Port abonné ;
- Hostname de l'équipement d'accès.

#### BNG

(3) A réception du DHCP Discover, le BNG Nominal bloquera le DHCP Discover de l'IAD Abonné. Il générera un RADIUS Access Request à destination du proxy-RADIUS Fournisseur afin d'identifier l'abonné en recopiant certains champs du DHCP Discover dans sa requête (circuit-id, remote-id et vendor-dhcp).

#### Proxy-RADIUS Fournisseur

Le Proxy-RADIUS Fournisseur identifie l'opérateur client de l'abonné sur la base de son circuit-id et proxifie l'access-request au RADIUS de l'opérateur client (4).



Le proxy-RADIUS peut si nécessaire en fonction du client opérateur rajouter et/ou supprimer des attributs de l'access-request initiale du BNG Fournisseur avant de le transmettre au RADIUS du client (cf chapitre suivant).

L'Access-Request transmis au client après traitement par le proxy-RADIUS contiendra à minima les informations suivantes :

- User-Name=<adresse\_mac\_IAD> ;
- User-Password = <mot-de-passe> ;
- NAS-IP-Address = <adresse IP du BNG auquel l'abonné est attaché > ;
- ADSL-Agent-Circuit-id=<circuit-id-access-switch>;
- ADSL-Agent-Remote-id=<remote-id>;

Les attributs radius suivants seront transmis sur demande du client :

- Alc-DHCP-Vendor-Class-Id = <DHCP Option 60 (Vendor-ID)> ;
- Calling-Station-Id :
  - Pour un accès Point Multipoint = axione#ISAM#

#### RADIUS Client

Le RADIUS client authentifie l'abonné et renvoie un RADIUS access-accept (5) au proxy-RADIUS Fournisseur contenant les informations suivantes :

- Class ;
- Framed-IP-Address ;
- Framed-IP-Netmask ;
- Alc-Default-Router ;
- Alc-Primary-Dns ;
- Alc-Secondary-Dns.

#### Proxy-RADIUS Fournisseur

Le PROXY-RADIUS Fournisseur transmet le RADIUS Access-Accept au BNG Fournisseur en ajoutant les attributs propriétaires nécessaires à l'activation de l'abonné (6) :

- Identifiant Service du client ;
- Identifiant de l'abonné ;
- Profil de QoS (dérive de l'attribut Class renvoyé par le client).

A réception de l'Access-Accept, l'abonné est instancié dans le VPN du client avec son profil de QoS.

Le BNG répond à l'abonné (DHCP-Offer) en proposant les paramètres réseaux qui lui ont été communiqués par le serveur RADIUS (7).

L'abonné envoie un DHCP-Request (8). Le BNG, qui joue le rôle de serveur DHCP, lui retourne un DHCP-Ack(9).

L'abonné dispose d'un bail de 2 heures.

### 5.5.2.2. DHCPv4-Renew

Chaque DHCP-Renew entraîne une nouvelle authentification de l'abonné. Si le profil de l'abonné a changé dans les bases RADIUS client la procédure de renouvellement de bail entrainera la mise à jour du profil de l'abonné.

Le schéma ci-dessous présente les échanges DHCP et RADIUS relatifs à un renouvellement de bail :

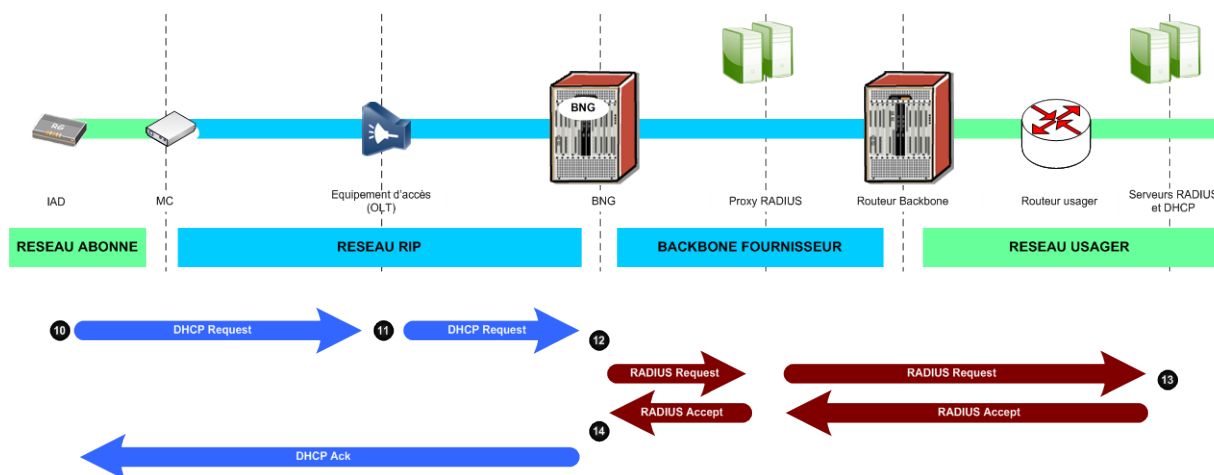


Figure 13 - Mode FULL RADIUS (renouvellement du Bail DHCPv4)

(10) L'IAD de l'abonné envoie un DHCP-Request.

(11) Le DHCP-Request est intercepté et l'option 82 de l'équipement d'accès est insérée.

(12) Le DHCP-Request est bloqué au niveau du BNG qui envoie un RADIUS Access-Request.

(13) En retour le RADIUS du client répond avec un RADIUS Access-Accept. Le message doit contenir les attributs suivants :

- Class ;
- Framed-IP-Address ;
- Framed-IP-Netmask ;
- Alc-Default-Router ;
- Alc-Primary-Dns ;
- Alc-Secundary-Dns.

(14) Le BNG met à jour le profil de l'abonné sur la base des informations descendues par le serveur RADIUS. Il envoie un message DHCP-ACK à l'abonné contenant les paramètres réseaux descendus par RADIUS.

### 5.5.3. Détail des échanges RADIUS et DHCPv6

#### 5.5.3.1. DHCPv6-Solicit

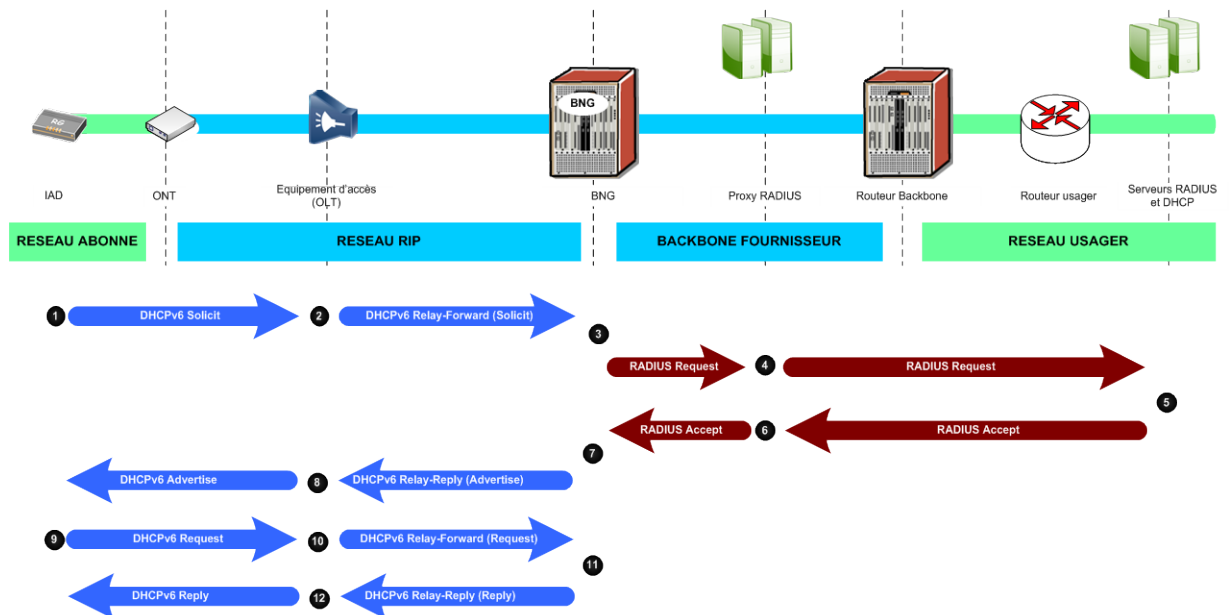


Figure 14 - Mode FULL RADIUS (transaction DHCPv6-Solicit)

#### IAD

(1) L'IAD envoie un DHCPv6-Solicit sur son port réseau.

#### Equipement d'accès (OLT)

(2) L'équipement d'accès se comporte en relai DHCPv6 en encapsulant la requête Solicit dans un message DHCPv6 Relay-Forward et y insère le circuit-id de l'abonné. Le circuit-ID étant l'option 18, Interface-ID, faisant apparaître les informations suivantes :

- Slot de l'équipement d'accès ;
- Port abonné ;
- Hostname de l'équipement d'accès.

#### BNG

Sur réception du message DHCPv6 Relay-Forward (Solicit), le BNG Nominal bloque la transaction jusqu'à ce que l'abonné soit identifié. Pour cela le BNG génère un RADIUS Access-Request à destination du Proxy RADIUS Fournisseur (3) en recopiant certains champs du message DHCP dans sa requête dont le circuit-id.

#### Proxy-RADIUS Fournisseur

Le Proxy-RADIUS Fournisseur identifie l'opérateur client de l'abonné sur la base de son circuit-id et proxifie l'access-request au RADIUS de l'opérateur client (4).

Le proxy-RADIUS peut si nécessaire en fonction du client opérateur rajouter et/ou supprimer des attributs de l'access-request initiale du BNG Fournisseur avant de le transmettre au RADIUS du client (cf chapitre suivant).

- L'Access-Request transmis au client après traitement par le proxy-RADIUS contiendra à minima les informations suivantes :
- User-Name=<adresse\_mac\_IAD> ;
- User-Password = <mot-de-passe> ;
- NAS-IP-Address = <adresse IP du BNG auquel l'abonné est attaché > ;
- ADSL-Agent-Circuit-id=<circuit-id-access>;

Les attributs radius suivants seront transmis sur demande du client :

- Calling-Station-Id :
  - Pour un accès Point Multipoint = axione#ISAM#

#### RADIUS Client

Le RADIUS client authentifie l'abonné et renvoie un RADIUS access-accept (5) au proxy-RADIUS Fournisseur contenant les informations suivantes :

- Class ;
  - Paramètres IPv4 en cas d'abonné en double pile
- Framed-IP-Address ;
- Framed-IP-Netmask ;
- Alc-Default-Router ;
- Alc-Primary-Dns ;
- Alc-Secondary-Dns ;
  - Paramètres IPv6
- Alc-Ipv6-Address ;
- Delegated-IPv6-Prefix ;
- Alc-Ipv6-Primary-DNS ;
- Alc-Ipv6-Secondary-DNS.

#### Proxy-RADIUS Fournisseur

Le PROXY-RADIUS Fournisseur transmet le RADIUS Access-Accept au BNG Fournisseur en ajoutant les attributs propriétaires nécessaires à l'activation de l'abonné (6) :

- Identifiant Service du client ;
- Identifiant de l'abonné ;
- Profil de QoS (dérive de l'attribut Class renvoyé par le client).

A réception de l'Access-Accept, l'abonné est instancié, au sein du BNG, dans le VPN du client avec son profil de QoS.

Le BNG prend le rôle de serveur DHCP. Il renseigne les paramètres réseaux de l'abonné, qui lui ont été communiqués par le serveur RADIUS, dans un message DHCPv6 Advertise puis l'encapsule par un entête Relay-Reply à destination de l'équipement d'accès, l'OLT (7).

S'ensuit alors un dialogue DHCPv6 standard entre l'IAD de l'abonné, 1 relais DHCP et le serveur DHCP du BNG :

- DHCPv6 Relay-Reply(Advertise) (7)
- DHCPv6 Advertise (8)
- DHCPv6 Request (9) ;
- DHCPv6 Relay-Forward (Request) (10) ;
- DHCPv6 Relay-Reply(Reply) (11) ;
- DHCPv6 Reply (12).

L'abonné dispose d'un bail (ou preferred-lifetime) de 2 heures.

### 5.5.3.2. DHCPv6-Renew

Chaque DHCP-Renew entraîne une nouvelle authentification de l'abonné. Si le profil de l'abonné a changé dans les bases RADIUS client la procédure de renouvellement de bail entrainera la mise à jour du profil de l'abonné.

Le schéma ci-dessous présente les échanges DHCP et RADIUS relatifs à un renouvellement de bail :

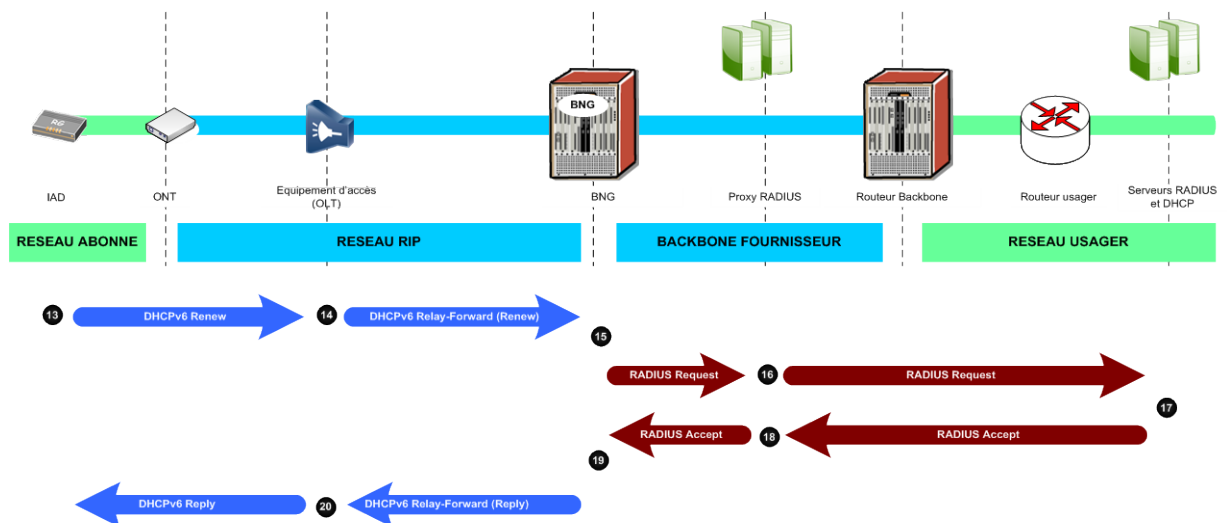


Figure 15 - Mode FULL RADIUS (renouvellement du Preferred-Lifetime DHCPv6)

(13) L'IAD de l'abonné envoie un message de type DHCPv6-Renew pour renouveler le bail dhcp en conservant la même adresse IP.

(14) DHCPv6-Renew est intercepté par l'équipement d'accès (OLT) et relayé dans un message DHCPv6 Relay-Forward (Renew) en y insérant le circuit-id de l'abonné. Le circuit-id étant l'option 18 DHCPv6.

(15) (16) Le message DHCPv6 Relay-Forward (Renew) est bloqué au niveau du BNG qui envoie un RADIUS Access-Request à destination du serveur client via le proxy Fournisseur.

(17) En retour le RADIUS du client répond avec un RADIUS Access-Accept. Le message doit contenir les attributs suivants :

- Class ;
  - Paramètres IPv4 en cas d'abonné en double pile
- Framed-IP-Address ;
- Framed-IP-Netmask ;
- Alc-Default-Router ;
- Alc-Primary-Dns ;
- Alc-Secondary-Dns ;
  - Paramètres IPv6
- Alc-Ipv6-Address ;
- Delegated-IPv6-Prefix ;
- Alc-Ipv6-Primary-DNS ;
- Alc-Ipv6-Secondary-DNS.

(18) Le BNG met à jour le profil de l'abonné sur la base des informations descendues par le serveur RADIUS.

(19) Le BNG renseigne les paramètres réseaux de l'abonné, qui lui ont été communiqués par le serveur RADIUS, dans un message DHCPv6 Reply puis l'encapsule par un entête Relay-Reply à destination de l'équipement d'accès, l'OLT.

(20) L'équipement d'accès OLT désencapsule le message DHCPv6 et le transmet à l'IAD de l'abonné.

#### 5.5.4. Limitation connue

Dans le mode Full Radius, l'option DHCPv6 n°64 « Dual-Stack Lite AFTR Name » ne peut pas être délivrée au client DHCP. Le BNG Fournisseur est à l'origine de cette limitation car il ne reconnaît pas l'attribut RADIUS contenant le nom de domaine de l'AFTR.

## 6. Adressage IP des abonnés

### 6.1. Type d'adressage

L'adressage IP des abonnés est sous la responsabilité du client. Il peut être de type public, privé ou réservé selon les besoins de ses services.

Pour rappel les ranges d'adresses IPv4 privées définis par l'IANA sont décrits dans le RFC1918 (Address Allocation for Private Internets) :

- 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10/8 prefix)
- 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16/12 prefix)
- 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168/16 prefix)

Le range d'adresses IPv4 globales partagées est défini dans le RFC6598 (IANA-Reserved IPv4 Prefix for Shared Address Space) :

- 100.64.0.0 - 100.127.255.255 (100.64/10 prefix)

Cet espace d'adressage se rapproche, de par son utilisation, des ranges IPv4 privés du RFC1918. Il n'est pas routé sur le réseau internet et est destiné à la numérotation des interfaces IPv4 des infrastructures mettant en relation les Carrier Grade Nat avec les équipements CPE des abonnés. Son usage permettant d'une part de contourner les éventuels dysfonctionnements du NAT des CPE lorsque la numérotation des interfaces inside et outside est de type privée, et d'autre part pour ne pas avoir de conflit entre l'adressage du lan des abonnés et wan des CPE.

### 6.2. Gestion des pools IP des abonnés

Lorsque les abonnés sont collectés dans les plaques Point-Multipoint (technologie GPON), le client ISP a la possibilité de gérer les pools IP en mode mutualisé ou par zone.

#### 6.2.1. Mutualisation des pools IP

Avec ce mode d'adressage, le client ISP est en mesure de mutualiser les pools IP de ses abonnés entre plusieurs plaques Point-Multipoint du réseau du Fournisseur ou bien entre ses opérateurs de collecte.

En conséquence, les annonces de la session eBGP\_Data sur l'interface de Collecte permettront de distinguer individuellement chacun des abonnés avec un préfixe spécifique /32 pour IPv4 ou les préfixes spécifiques IA\_Naen /64 et IA\_PD, de /32 à /64, pour IPv6 par IAD.

Dans ce mode, il est du ressort du client ISP de garantir l'unicité des adresses IP allouées aux abonnés. C'est-à-dire que le Fournisseur n'effectuera aucun contrôle sur les réponses Radius ; par exemple si une même adresse IP est allouée à deux abonnés différents sur 2 BNG différents, le préfixe spécifique sera annoncé en doublon.

En cas de transfert d'une plaque FTTH exploitée par le Fournisseur vers un autre opérateur de collecte, et vice-versa, il sera de la responsabilité du client ISP de gérer le nouvel adressage.

### 6.2.2. Gestion des pools IP par zone dans le réseau du Fournisseur

Dans ce mode d'adressage, le client ISP déclare au Fournisseur, à travers le fichier « Fiche d'interco FTTH », la liste des ranges d'adresses IPv4 et/ou IPv6 des abonnés ainsi que leur zone d'affectation.

Les routes spécifiques (/32 en IPv4 ou /32 à /64 en IPv6) des IAD sont filtrées par les BNG et seuls les ranges d'adresses sont annoncés dans le VPN IP.

En conséquence, les annonces de la session eBGP\_Data sur l'interface de Collecte annonceront le préfixe correspondant à chacun des pools IP IAD.

Les pools IPv4 et/ou IPv6 fournis par le client sont associés au réseau de collecte d'une plaque.

Remarque : Pour chaque plaque, le client attribue une ou plusieurs plages IPv4 dont la taille à minima est celle d'un réseau de classe C (256 adresses).

## 6.3. Adresses IP réservées

Dans le mode « DHCP & Radius », les BNGs du Fournisseur utilisent une adresse de loopback active dans le contexte de routage dédié à l'opérateur client pour relayer les messages DHCP vers le serveur DHCP.

Au choix du client ces adresses de loopback, IPv4 ou IPv6 selon les besoins du service, sont :

- Soit les 2 premières adresses du premier sous réseau géré par les BNGs ;
- Soit 2 adresses appartenant à des sous réseaux distincts.



## 7. Echanges RADIUS

### 7.1. Serveurs RADIUS Fournisseur et ISP

Le Fournisseur dispose d'un proxy RADIUS qui relaye les flux RADIUS (authentification et accounting) des abonnés jusqu'aux serveurs RADIUS du client. Le client est responsable de l'authentification et du comptage.

Le client ISP peut installer un ou plusieurs serveurs RADIUS pour l'authentification des abonnés et un ou plusieurs serveurs pour le comptage. Le partage de charge entre les différents serveurs est possible sur le proxy RADIUS Fournisseur. L'algorithme Round Robin permet de distribuer uniformément les requêtes sur les différents serveurs RADIUS.

Le client peut regrouper la fonction d'authentification et comptage sur les mêmes serveurs RADIUS.

Lors de la souscription au service, le client communiquera au Fournisseur :

- L'adresse IP publique du ou des serveurs RADIUS d'authentification ;
- L'adresse IP publique du ou des serveurs RADIUS de comptage ;
- Le secret RADIUS (mot de passe partagé entre le Serveur RADIUS et le Proxy RADIUS).

Le client et le Fournisseur devront convenir d'un numéro de port UDP à utiliser pour les communications RADIUS entre le Proxy RADIUS et le serveur RADIUS. Le Fournisseur propose l'utilisation du port standard UDP 1812 pour l'authentification et 1813 pour le comptage.

#### Mécanisme Status-Server :

La fonctionnalité Status-Server (RFC 5997) doit être activée sur les serveurs Radius ISP. Cette fonctionnalité est une extension du protocole RADIUS permettant à un client radius (ici les proxys RADIUS Fournisseur) de vérifier l'état opérationnel d'un serveur radius (ici les serveurs RADIUS ISP). Il faut noter que ce mécanisme n'est pas équivalent à un "Keep Alive" permanent et transmis à travers un Access-Request (RFC2865), mais est déclenché par le client radius lorsque le serveur radius est soupçonné d'être indisponible.

Sur l'absence de réponse à un Access-Request, le client radius envoie immédiatement un message status-server et détermine ensuite l'état opérationnel ou l'accessibilité du serveur par la réception ou l'absence de réponse de ce dernier au message status-server.

Dans le cas d'un radius client disposant de serveurs redondants, un tel mécanisme permet de détecter l'inaccessibilité d'un serveur et solliciter immédiatement un autre serveur sans attendre plusieurs requêtes et l'expiration d'un timeout.

Les messages status-server sont transmis au serveur radius à travers un Access-Request ou un Accounting-Request.

Le radius serveur répond par un message de type Access-Accept (authentification port) ou Accounting-Response (accounting port) aux sollicitations de type request Authenticator.

### 7.2. Echanges RADIUS

Les sections « Détails des échanges RADIUS et DHCP » ont déjà décrit les échanges RADIUS.

Ce chapitre présente spécifiquement la médiation entre les attributs RADIUS communiqués par l'ISP et par le Fournisseur.

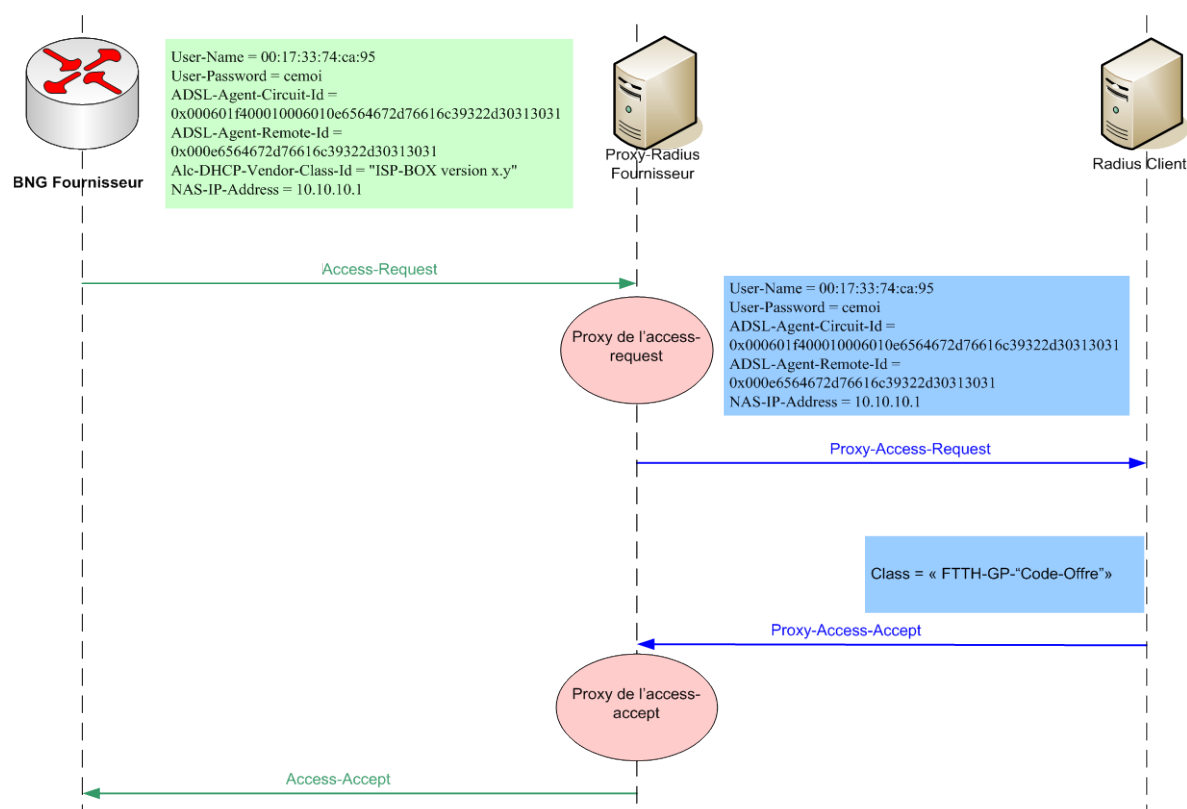


Figure 16 – Détails des Echanges Radius

### 7.2.1. Access-Request envoyé

Le message Access-Request, associé à un échange DHCPv4 et envoyé au client, contient les champs suivants :

- **User-Name** : l'adresse MAC de l'IAD est envoyée dans l'attribut User-Name ;
- **User-Password** : mot de passe identique quel que soit l'abonné ;
- **NAS-IP-Address** : adresse IP du NAS (BNG) Fournisseur ;
- **Agent-Circuit-ID** et **Agent-Remote-ID**. Il s'agit de la recopie des sous options 82 Circuit-id et Remote-id. Ils sont utilisés pour identifier la ligne de l'abonné.

Ces sous options sont encodées au format TLV (Type-Length-Value) dans le datagramme DHCP. Lorsque le BNG recopie le DHCP Circuit-ID (respectivement Remote ID) dans l'attribut Agent-Circuit-ID (respectivement Agent-Remote-ID), les 2 premiers octets (sub-option-type et length) sont retirés.

Pour un accès point multipoint :

- DHCP Circuit-ID : 01216f6c742d62736e34322d303120706f6e20312f312f30312f30312f342f312f312f
- RADIUS Agent-Circuit-ID : 0x6f6c742d62736e34322d303120706f6e20312f312f30312f30312f342f312f312f

Remarque :

Pour les OLT, la totalité de l'attribut radius Agent-Circuit-Id représente l'expression hexadécimale de codes ascii. Il peut être interprété comme une chaîne de caractères ASCII comme le stipule la RFC 4679 (DSL Forum Vendor-Specific RADIUS Attributes).

Les attributs radius suivants seront transmis sur demande du client :

- **Alc-DHCP-Vendor-Class-Id** : contenant l'option 60 DHCP (Vendor class identifier) de l'IAD. Cette option permet de connaître le type d'IAD installé chez l'abonné ;
- **Calling-Station-Id** : contenant le nom du fournisseur et le type d'équipement d'agrégation. Cette option peut être utilisée par le client pour identifier l'opérateur de collecte et le type d'infrastructure de collecte. Exemple :
  - Pour un accès point multipoint Calling-Station-Id = axione#ISAM#

### 7.2.2. Access-Accept du client

Le serveur RADIUS du client renvoie un Access-Accept contenant les attributs suivants :

- **Class** contenant un string identifiant le numéro code offre FTTH GP
  - ▶ Class = FTTH-GP-“Code-Offre”

Le champ Class, défini dans la RFC 2865, permet de différencier les offres (2-play, 3-play,...). Le BNG se base sur cet attribut pour identifier le profil de QoS devant être appliqué.

Les informations complémentaires suivantes sont requises dans le mode Full RADIUS :

- Paramètres IPv4
- Framed-IP-Address
- Framed-IP-Netmask
- Alc-Default-Router
- Alc-Primary-Dns
- Alc-Secondary-Dns

## 8. Profils de QoS Client

Le client peut demander l'implémentation de 3 profils de QoS maximum. Chaque profil est associé à un seul « code offre » qui est échangé lors de l'authentification RADIUS comme décrit à la section « Echange Radius ».

Les profils sont gérés au niveau du BNG Fournisseur.

Pour chaque profil de QoS, un maximum de 3 files d'attente ingress et egress (sens montant et descendant) est instancié par abonné.

Le trafic de l'abonné est mappé dans l'une ou l'autre de ces files d'attente en fonction de la valeur des bits IP PRECEDENCE :

- VoIP: IP Precedence = 5, 6,7
- VoD : IP Precedence = 4
- HSI : IP Precedence = 0, 1, 2,3

Chaque file d'attente peut disposer d'une valeur de CIR et PIR qui lui est propre.

Un PIR global est défini pour l'abonné pour l'ensemble des files d'attente

Les valeurs maximum de chaque classe de service sont données dans le tableau ci-dessous :

| Service | CIR Up | PIR Up | CIR Down | PIR Down | Remarque                  |
|---------|--------|--------|----------|----------|---------------------------|
| VoIP    | 500k   | 500k   | 500k     | 500k     | Pour ce service : CIR=PIR |
| VoD     | 1M     | 1M     | 20M      | 20M      | Pour ce service : CIR=PIR |
| HSI     | 0M     | 300M   | 0M       | 1G       |                           |

Le débit maximum total pour un abonné est : 1Gbps / 300Mbps.

Le schéma ci-dessous est un exemple de profil de QoS pour un abonné Triple-Play 100 Mbps Data symétrique, 20Mbps VoD et 500 Kbps VoIP :

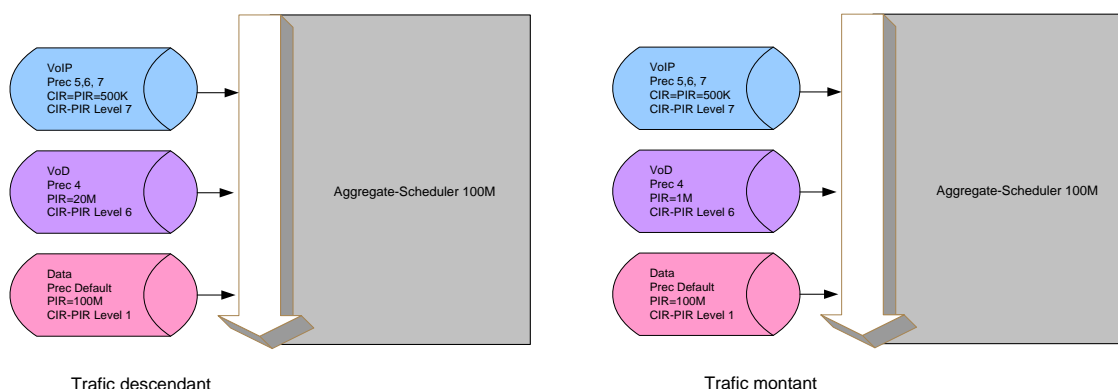


Figure 17 - Profil de QoS Triple-play 100Mbps

## 9. Livraison du trafic Multicast

L'abonnement dynamique au flux multicast s'appuie sur les fonctionnalités suivantes :

- Protocole IGMP au niveau de l'interface abonné ;
- Protocole PIM-SM dans les réseaux du Fournisseur, du Client ainsi que sur l'interface de collecte.

Le schéma suivant présente le principe de fonctionnement de l'interconnexion Multicast.

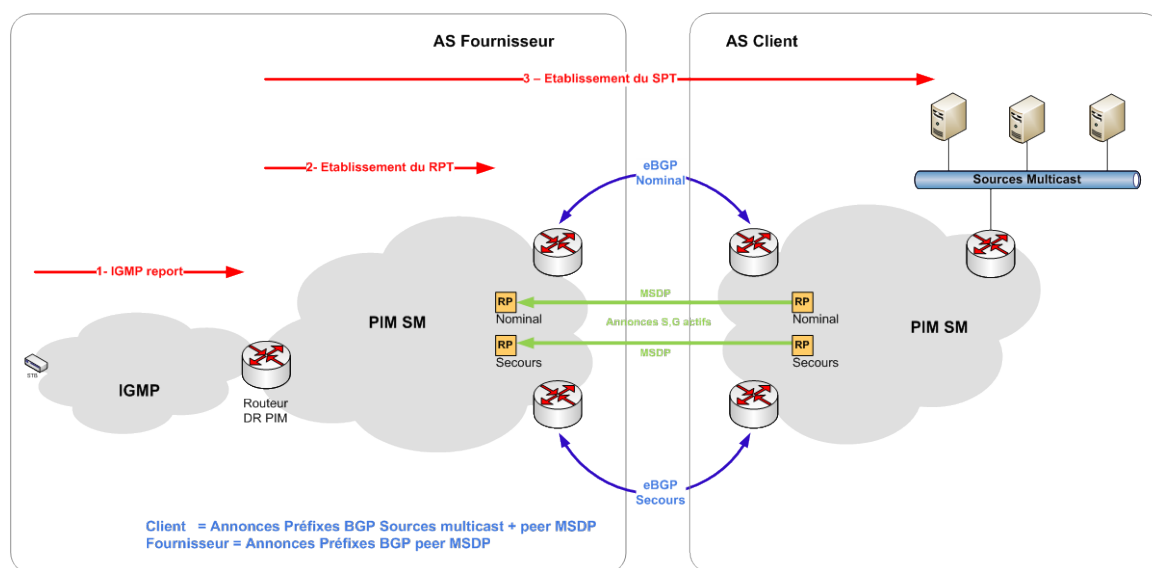


Figure 18 - Interconnexion Multicast

La gestion de la redondance des deux points d'interconnexion est décrite au paragraphe 4.2.3 qui présente l'interconnexion IP sur l'interface de collecte pour le service multicast TV.

### 9.1. Multicast au niveau de l'interface abonné

Les STB client doivent s'adresser aux routeurs Multicast du Fournisseur conformément à la version 2 du protocole IGMP (RFC 2236).

Chaque Abonné est en mesure de demander simultanément un maximum de 5 groupes Multicast.

#### 9.1.1. Sélection des chaînes

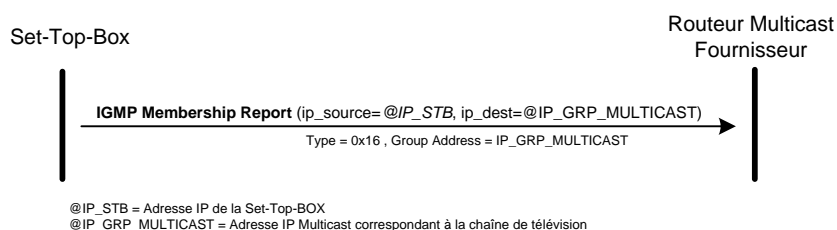
La sélection des chaînes s'effectue par envoi de requêtes multicast IGMP à destination des équipements d'accès du réseau FTTH.

##### Demande de diffusion d'une chaîne

La STB doit adresser au groupe un message « Membership Report ».

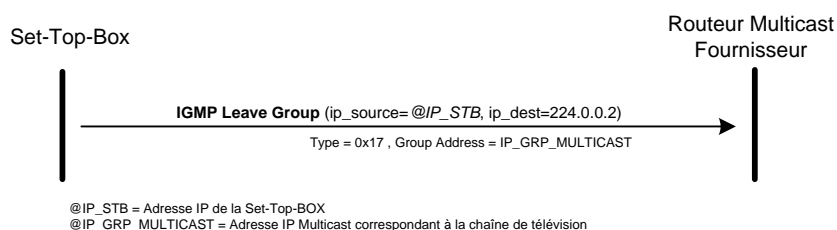
La nature du message est identifiée par le champ « Type » contenu dans le message IGMP.

Un message « Membership Report » est caractérisé par : Type = 0x16



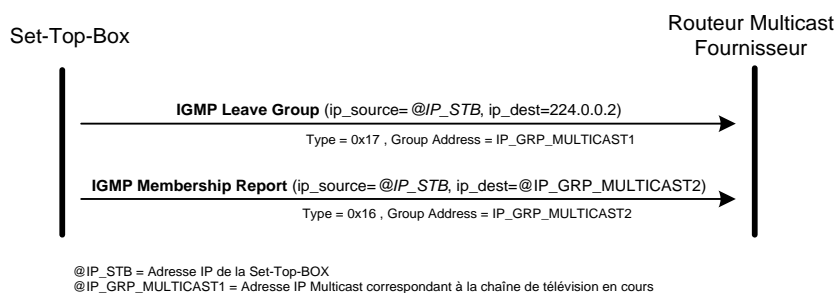
### Stopper la diffusion d'une chaîne

La STB doit adresser un message « Leave Group » (Type = 0x17) à l'ensemble des routeurs Multicast présent sur son réseau.



### Fonction « Zapping »

La STB doit stopper la diffusion de la chaîne en cours et demander la diffusion d'une nouvelle chaîne.



## 9.1.2. Requêtes émises par le routeur Multicast du Fournisseur

Conformément à la RFC 2236, les routeurs Multicast du Fournisseur émettent des messages « Membership Query » (IGMP type 0x11) pour contrôler s'il existe des abonnés aux groupes Multicast.

La STB doit répondre aux messages « General Query », en envoyant un message « Membership Report » (IGMP type 0x16) pour chaque groupe Multicast en cours de diffusion.

La STB doit répondre aux messages « Spécific Query », en envoyant un message « Membership Report » (IGMP type 0x16) lorsqu'elle est abonné au groupe Multicast.

## 9.2. Routage du trafic multicast

Le routage du trafic Multicast est assuré par la mise en place des protocoles suivants :

### **PIM :**

Le Client et le Fournisseur devront supporter PIMv2 SM (RFC 2362). PIM SM (Protocol Independent Multicast Sparse Mode) assure la mise en place des arbres multicast (RP Tree et Source Path tree) depuis les abonnés du client sur le réseau physique du Fournisseur vers les sources multicast localisées dans le réseau du client.

PIM SM sera activé au niveau des interfaces de livraison par le Client et le Fournisseur et sur chacun des réseaux du Fournisseur et du Client.

Les routeurs d'interconnexion du Fournisseur assureront la fonction de RP (Rendez Vous Point) pour le réseau du Fournisseur. La fonction de RP actif (répondant aux requêtes PIM Join) sera supportée par le routeur d'interconnexion nominal.

### **MSDP :**

PIM assure le routage multicast entre les abonnés et les sources du client mais n'assure pas la découverte des sources multicast (couple <Source, Group Multicast>. Cette fonction est assurée par MSDP (Multicast Source Discovery Protocol RFC 3618).

Les routeurs d'interconnexion du client et du Fournisseur établiront des sessions MSDP (TCP 639). Les (S,G) <sources,group multicast> du client seront annoncés au travers de ces sessions.

### **BGP :**

Le client annonce en BGP les préfixes correspondants à ses sources et ses RPs (Rendez-vous Point PIM).

## Annexe 1 : Dictionnaire RADIUS

# Standard

#

|           |                       |     |          |
|-----------|-----------------------|-----|----------|
| ATTRIBUTE | User-Name             | 1   | string   |
| ATTRIBUTE | User- Password        | 2   | string   |
| ATTRIBUTE | NAS-IP-Address        | 4   | ipaddr   |
| ATTRIBUTE | NAS-Port              | 5   | integer  |
| ATTRIBUTE | Service-Type          | 6   | integer  |
| ATTRIBUTE | Framed-IP-Address     | 8   | ipaddr   |
| ATTRIBUTE | Framed-IP-Netmask     | 9   | ipaddr   |
| ATTRIBUTE | Class                 | 25  | string   |
| ATTRIBUTE | Configuration-Token   | 78  | string   |
| ATTRIBUTE | Calling-Station-Id    | 31  | string   |
| ATTRIBUTE | NAS-Port-Id           | 87  | string   |
| ATTRIBUTE | Delegated IPv6 Prefix | 123 | ipv6pref |

#

# Alcatel vendor specifics

#

|            |      |                          |     |          |
|------------|------|--------------------------|-----|----------|
| VENDORATTR | 6527 | Alc-DHCP-Vendor-Class-Id | 36  | string   |
| VENDORATTR | 6527 | Alc-Default-Router       | 18  | ipaddr   |
| VENDORATTR | 6527 | Alc-Primary-Dns          | 9   | ipaddr   |
| VENDORATTR | 6527 | Alc-Secondary-Dns        | 10  | ipaddr   |
| VENDORATTR | 6527 | Alc-Ipv6-Address         | 99  | ipv6addr |
| VENDORATTR | 6527 | Alc-Ipv6-Primary-DNS     | 105 | ipv6addr |
| VENDORATTR | 6527 | Alc-Ipv6-Secondary-DNS   | 106 | ipv6addr |

#

#ADSL-Forum

#

|            |      |                       |   |        |
|------------|------|-----------------------|---|--------|
| VENDORATTR | 3561 | ADSL-Agent-Circuit-Id | 1 | string |
| VENDORATTR | 3561 | ADSL-Agent-Remote-Id  | 2 | string |



## Annexe 2 : Glossaire

|         |  |
|---------|--|
| ACL     | Access Control List  |
| BGP     | Border Gateway Protocol                                    |
| BNG     | Broadband Network Gateway                                  |
| CIR     | Committed Information Rate                                 |
| DHCP    | Dynamic Host Configuration Protocol                        |
| DSCP    | Differentiated Service Code Point                          |
| GPON    | Gigabit Passive Optical Network                            |
| HSI     | High Speed Internet  |
| IAD     | Integrated Access Device                                   |
| IGMP    | Internet Group Management Protocol                         |
| LAN     | Local Area Network   |
| MSDP    | Multicast Source Discovery Protocol                        |
| NRO     | Nœud de Raccordement Optique                               |
| OLT     | Optical Line Terminal                                      |
| ONT     | Optical Network Terminal                                   |
| PIM-SM  | Protocol Independant Multicast – Sparse Mode               |
| PIM-SSM | Protocol Independant Multicast – Source Specific Multicast |
| PIR     | Peak Information Rate                                      |
| PPP     | Point-to-Point Protocol                                    |
| RFC     | Request For Comment  |
| RP      | Rendez-vous Point  |
| STB     | Set Top Box  |
| VLAN    | Virtual LAN  |
| VoD     | Vidéo on Demand  |
| VoIP    | Voice Over IP  |
| VPN     | Virtual Private Network                                    |
| VPLS    | Virtual Private Lan Service                                |