



ÉCOLE NATIONALE
SUPÉRIEURE
D'INGÉNIEURS
DE LIMOGES

Stage technique

2^{ème} année d'école d'ingénieurs

2015/2016

Suivi d'un projet réseau FTTH sur 30 communes

Clément VAREILLES



Encadrant ENSIL : Christelle AUPETIT-BERTHELEMOT

Encadrant projet : Christophe BORDOLL

**Spécialité
Electronique et
Télécommunications**



Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements au directeur de la SICAE du CARMAUSIN (plus connue sous le nom de la SERC), **Monsieur Stéphane Puech**, ainsi qu'à son Président, **Monsieur Guy Bousquet**, qui m'ont permis d'effectuer mon stage dans cette entreprise qui était en totale adéquation avec mes attentes.

Je tiens à remercier vivement mon responsable de stage, **Monsieur Christophe Bordoll**, responsable du service Informatique au sein de la SERC, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien. Grâce aussi à sa confiance, j'ai pu m'accomplir totalement dans mes missions.

Enfin, je remercie également toute l'équipe pour son accueil, son état d'esprit et en particulier **Monsieur Julien Bance**, qui m'a beaucoup aidé et encadré lors de mon stage.

Par ailleurs, je souhaite également remercier sincèrement l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'ENSIL, ces professeurs, et plus particulièrement ma responsable de stage, **Madame Christelle Aupetit-Berthelemot**, qui m'ont, et qui peuvent m'aider si nécessaire, d'un point de vue technique comme d'un point de vue organisationnel.

Sommaire

Introduction.....	3
Chapitre 1 Présentation de la SERC.....	4
1.1. Histoire.....	4
1.2. Locaux.....	5
1.2. Personnel & Structure.....	6
1.2. Actions	6
Chapitre 2 Les technologies utilisées à la SERC pour desservir Internet	10
2.1. Le courant porteur en ligne (CPL).....	10
2.2. Le FTTH GPON (Fiber To The Home, Gigabit Passive Optical Network)	13
2.3. Suivi de soudures et tests réalisés sur le terrain (CPL).....	16
2.4. Suivi d'un raccordement et branchement FTTH chez un client.....	19
Chapitre 3 Programmation et suivi des appareils.....	22
3.1. Supervision CPL	22
3.2. U2000 : logiciel de gestion/supervision FTTH	23
3.3. Etude et réalisation de carnets de câble	25
Chapitre 4 Création d'un nouveau site web multiplateforme	27
4.1. Réalisation de l'arborescence	27
4.2. Etablissement de la maquette.....	28
Chapitre 5 Conclusion et Perspectives	30
5.1. Conclusion	30
5.2. Perspectives.....	30
Bibliographie	31

Introduction

Aujourd'hui, pour subvenir aux demandes de débit Internet de plus en plus importantes et performantes aussi bien en milieu rural qu'urbain, les technologies développées pour la transmission de données se sont tournées vers un support optique.

A termes, l'objectif est de couvrir l'intégralité du territoire français en très haut débit d'ici 2022. Ainsi, toute personne aurait un accès à Internet performant et fiable.

La SERC, Société d'Electrification Rurale du Carmausin, fournit depuis 2008 un service d'accès à Internet dans un objectif identique à celui présent au niveau national. Elle a donc pour but d'amener le très haut débit dans les zones blanches et rurales du carmausin.

Dans notre étude, nous verrons les différentes étapes et technologies utilisées par la SERC, avec résultats à l'appui. En se confrontant à un réseau réel, nous allons pouvoir comparer ces différentes technologies, voir leurs avantages et leurs faiblesses, ainsi que les solutions à entreprendre dans le futur en fonction de la situation du terrain.

L'accès à Internet par la fibre optique jusqu'aux clients (FTTH) permet d'avoir des débits plus élevées, sans avoir d'interférences avec tout appareil actif présent sur le réseau électrique. Au final, ce type de réseau, basé sur le transport de lumière via des fils en verre sur le principe de la figure 1, présente deux avantages majeurs : un coût d'entretien peu conséquent et un taux de pertes lors de la transmission de données très faible.

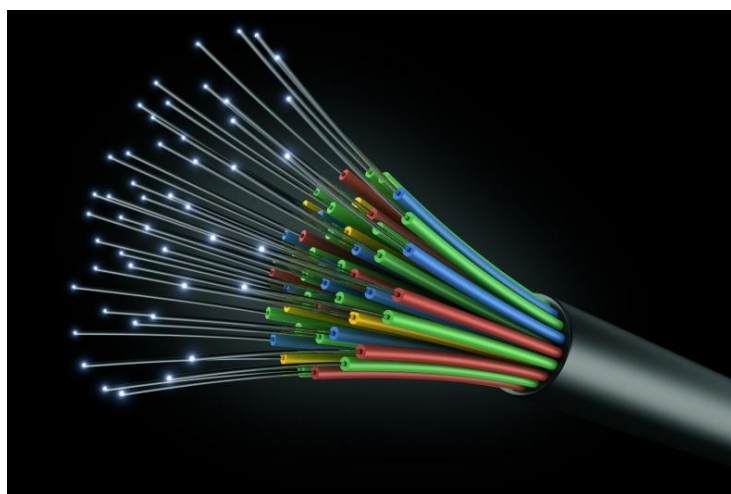


Figure 1 : Vue intérieure d'un câble contenant de la fibre optique

Chapitre 1 Présentation de la SERC

1.1. Histoire



Figure 2 : Ancienne centrale de production d'énergie hydraulique

Les Société d'Intérêt Collectif Agricole d'Electricité (SICAE) ont été créées après la première guerre mondiale, dans les années 1920, pour prendre en charge l'électrification du milieu rural car il convenait d'éviter d'engager des fonds publics dans des opérations dont on doutait de la rentabilité.

Cette nouvelle forme de société, de type coopératif, avait un projet très ambitieux. En 1925, on en comptait une cinquantaine. Le 3 juillet 1927, la Société d'Intérêt Collectif Agricole d'Electricité a été constituée par des agriculteurs pour fournir l'électricité aux habitants de la région Nord du département du Tarn. A la nationalisation de l'électricité en 1946, les SICAE ont conservé leur légitimité.

Aujourd'hui les SICAE sont toujours existantes et alimentent au niveau national plus de 1000 communes dans 10 régions, soit plus de 500 000 habitants. La SERC quant à elle dessert plus de 5400 clients en électricité répartis dans 26 communes.

L'objectif de la SERC reste d'apporter en zone rurale un ensemble de services équivalents, voire complémentaires, à ceux dont peuvent bénéficier les habitants et les industriels des zones urbaines.

Elle met tout en œuvre afin d'assurer dans les meilleures conditions les missions de service public qui lui sont confiées et donc, entre autres, la distribution d'énergie électrique à l'ensemble de la population dans toutes les circonstances.

1.2. Locaux

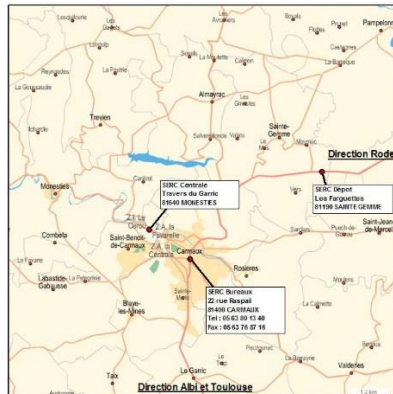


Figure 3 : Locaux de la SERC

Les locaux de la SERC sont répartis en 3 lieux présents sur la figure 3 :

- Le premier, le siège situé à Carmaux, regroupe les bureaux, dont celui où j'ai effectué mon stage, situé dans le service informatique.
- Le deuxième correspond à la Centrale : c'est là que se trouve la baie de comptage reliant les bureaux de la SERC aux différentes baies informatiques déployées dans tout le réseau de la SERC.
- Le dernier est une zone de dépôt/stock du matériel nécessaire sur le terrain (câbles, fibre, etc.).



Figure 4 : Localisation des bureaux



Figure 5 : Photo de la façade des bureaux



Figure 6 : Photos de l'accueil des bureaux

1.3. Personnel & Structure

La SERC est actuellement coordonnée par 13 administrateurs élus par les sociétaires.

Deux filières travaillent au service de la clientèle de la SERC : une filière Gestion, qui travaille sur la qualité des services fournis à la clientèle, et une filière Exploitation, responsable de la fiabilité et de la qualité du produit distribué sur le réseau.

Ces deux filières sont regroupées au siège et encadrent les équipes techniques chargées des interventions. Soit un total de 14 personnes.

1.4. Actions

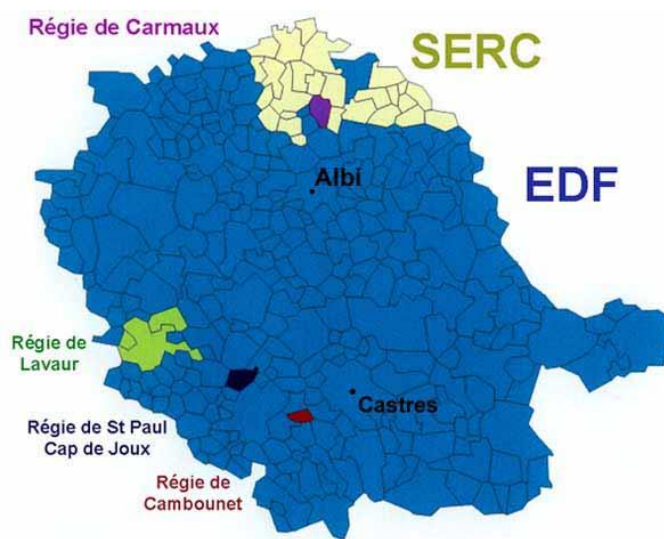


Figure 7 : Communes desservies par la SERC

La SERC dessert au total 15 communes du Syndicat d'électrification du Carmausin et 11 communes du Syndicat d'électrification de Tanus. Ce qui fait un total de 26 communes sur le Nord du département du Tarn.

Le reste du Tarn est sous la concession d'ENEDIS et de 4 régies de distribution d'Electricité, dont Energies Services Occitans, qui est la régie de Carmaux sur la figure 7, où j'ai effectué mon stage ouvrier durant ma première année à l'ENSIL.

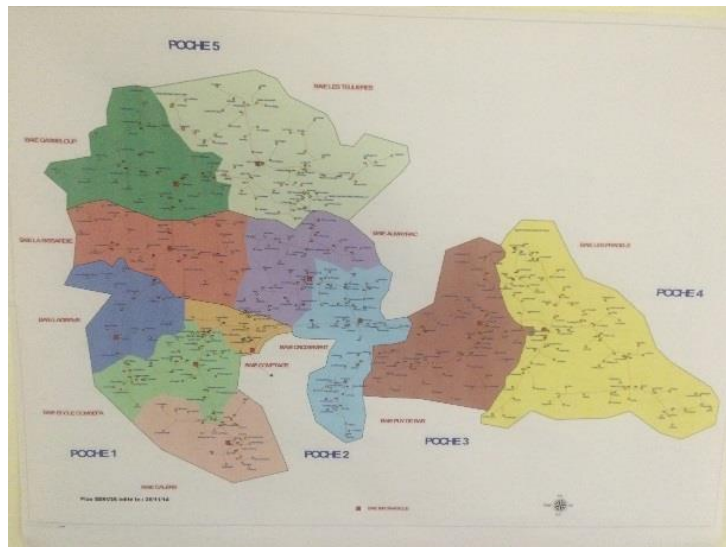


Figure 8 : Réseau de la SERC

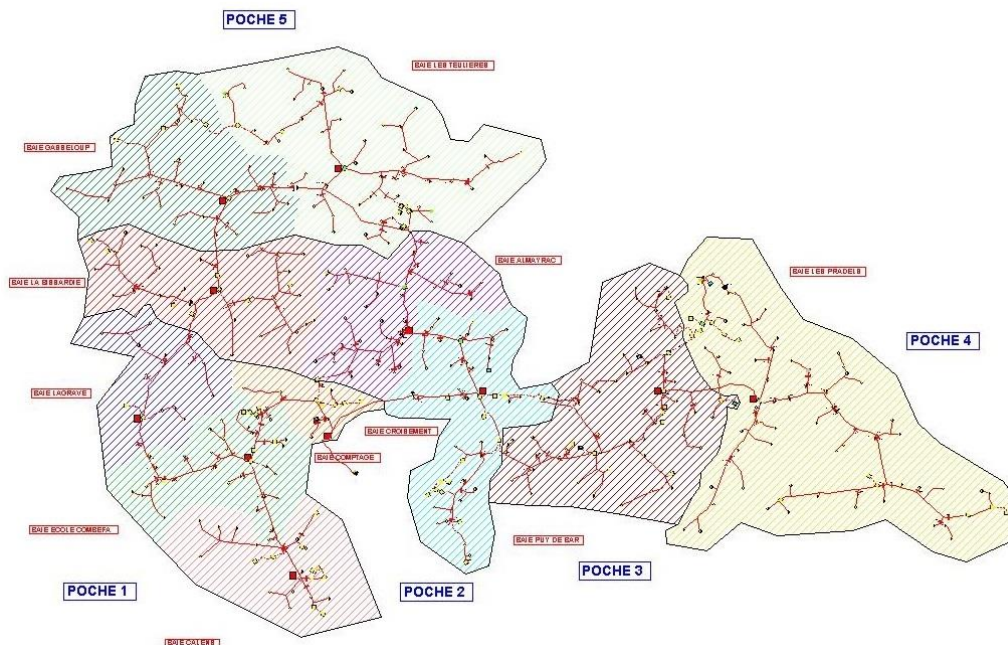


Figure 9 : Réseau de la SERC avec poches et baies informatiques détaillées

La SERC a décidé en 2008, de créer le service SERV26 qui est un fournisseur d'accès internet (FAI) pour les zones blanches non desservies par un réseau Internet. Le déploiement de fibre optique sur ces communes a donc été réalisé.

SERV26 est basé sur une technologie CPL Outdoor, en d'autres termes, le réseau télécom est déployé sous le réseau électrique. La fibre est alors amenée jusqu'aux transformateurs, puis par CPL (Courant Porteur en ligne), jusqu'aux logements via le réseau électrique basse tension. L'entreprise IMS Networks (figure 10) fut responsable du backbone, c'est-à-dire de l'arborescence du réseau, fait lors de la création de SERV26 au cœur de l'infrastructure CPL.



Figure 10 : Logo d'IMS Networks

Fin 2012, la SERC confrontée à différents problèmes de performances/fiabilité engendrés par le CPL (interférences, etc.), a du envisager une évolution dans son réseau de distribution. C'est pourquoi, elle a décidé de migrer vers un réseau FTTH afin de parvenir à du très haut débit. IMS Networks a proposé une technologie GPON, peu utilisé en milieu rural, qui permet un raccordement pouvant aller jusqu'à 128 clients sur chaque port de l'équipement central (OLT).

IMS Networks a donc collaboré avec la SERC, et après différentes phases de tests et d'expérimentations, le dossier d'ingénierie complet a été remis avec les normes et règles à respecter. SERV26 a fait le choix du constructeur Huawei pour la supervision de ses équipements.

A présent, SERV26 permet l'alimentation en très haut débit dans le réseau de la SERC détaillé sur les figures 8 et 9 : le débit peut atteindre jusqu'à 100Mbit/s dans certains endroits. IMS Networks, dont les locaux sont situés à Castres, a pour but de superviser le réseau tandis que la filiale permet à la SERC de mieux gérer son réseau électrique depuis ses locaux.

A ce jour, la SERC travaille sur plusieurs points pour le futur :

- Proposer une solution triple play (Internet/Téléphone/TV)
- Confrontée au développement et à l'évolution imposés par le gouvernement, notamment pour faire face au déploiement du futur compteur intelligent d'EDF et au remplacement des compteurs SL7000 par des compteurs PME-PMI, la SERC collabore avec Eveler pour télélever les compteurs et les concentrateurs, ainsi que les programmer à distance, en utilisant la fibre optique déployée dans le réseau afin de la rentabiliser. Les données relèves stockées dans les concentrateurs devant être dans un format compatible avec l'outil métier utilisé GFI-Wattson.

De plus, très attachée à ses origines rurales, la SERC est soucieuse de l'environnement. Les perspectives d'avenir de la SERC sont en accord avec la politique gouvernementale pour un « Développement Durable ».

Par exemple, sur les 37 841 137 kWh distribués par la SERC au cours de l'année 2014, 8 075 350 kWh sont produits localement par, des centrales hydroélectriques situées sur le Viaur (890 838 kWh), l'éolienne implantée à Montauriol visible sur la figure 11 (1 945 965 kWh) et le photovoltaïque (5 238 547 kWh), correspondant ainsi à plus de 21% du total distribué.



Figure 11 : Eolienne appartenant à la SERC, située à Montauriol

Au final, sur les 26 communes, la SERC fournit plus de 5400 clients en électricité et utilise un réseau de 350km de fibre optique pour amener un accès à Internet à plus de 400 clients.

Chapitre 2 Les technologies utilisées à la SERC pour desservir Internet

2.1. Le courant porteur en ligne (CPL)

La technologie utilisée et déployée à la SERC en 2008 est le CPL Outdoor. En effet, la SERC, qui disposait de son propre réseau électrique dans les 26 communes du nord du Tarn, a voulu desservir les zones blanches qui n'avaient pas d'accès à Internet. Pour cela, elle a déployé la fibre optique sous le réseau électrique aérien déjà présent.

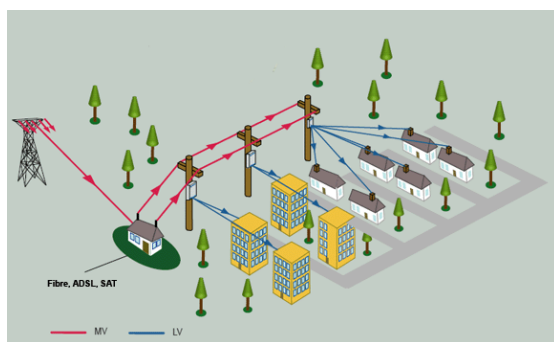


Figure 12 : Schéma explicatif global de la technologie CPL

Elle a donc, comme vu précédemment, créé SERV26 et déployé la fibre dans différentes poches en y implantant des baies informatiques : certaines comportent des routeurs IMS Networks, d'autres non comme nous pouvons le voir sur les figures 13 et 14. Au final, tout le réseau est relié jusqu'à la baie de comptage de manière à ce que la SERC et IMS Networks puisse gérer ou intervenir en cas de problèmes sur n'importe quel poste.

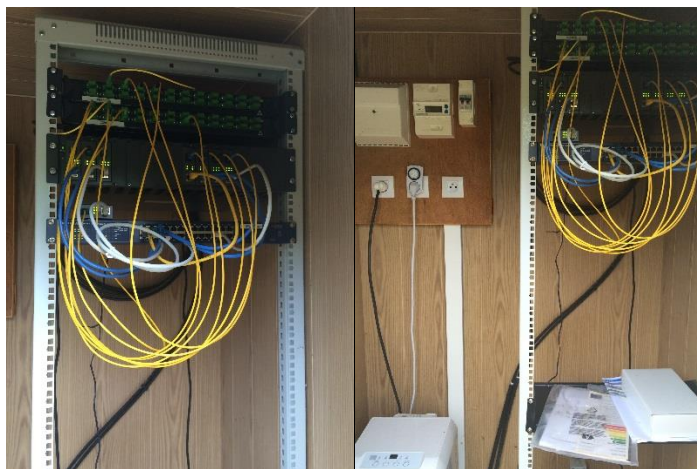


Figure 13 : Baie informatique de Lagrave (baie sans routeur IMS Networks)

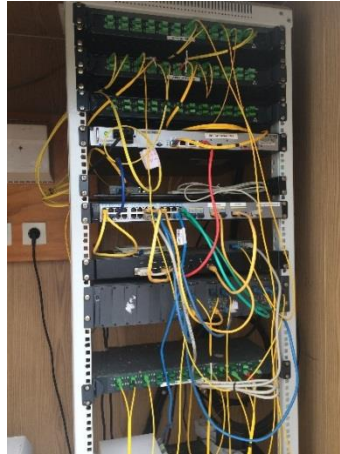


Figure 14 : Baie informatique des Farguettes (baie avec routeur IMS Networks)

Les baies informatiques font la liaison entre les différentes parties du réseau. On retrouve donc dans une baie, en plus du routeur IMS s'il y en a un, les différents ports de départ de fibre suivi des convertisseurs fibre/RJ45 qui sont ensuite reliés à un switch faisant la liaison entre toutes les fibres.

La présence d'un routeur IMS Networks n'est pas obligatoire dans chaque baie informatique puisqu'étant donné que toutes sont reliées entre elles, IMS Networks a donc accès au réseau entier en étant seulement implanté dans les baies principales.

Ensuite, au niveau des transformateurs, c'est-à-dire lors de la bascule sur le réseau basse tension, on vient superposer à l'aide d'un injecteur CPL (réalisant la liaison entre réseau électrique et internet) le signal télécom au signal électrique 50 Hz. On obtient ainsi la figure 15.

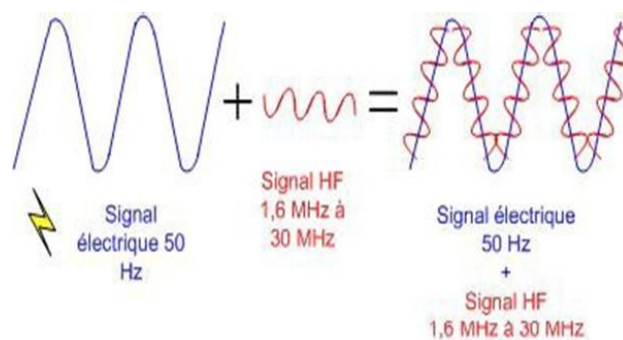


Figure 15 : Signal télécom HF ajouté au signal électrique

L'adaptateur CPL, lui, en entrée, supprime les fréquences basses correspondant au courant. Il traite et récupère le signal. Les hautes fréquences sont isolées, elles correspondent aux données informatiques. Ainsi, le tout donne la figure 16. On peut ajouter également un modem répéteur si la distance entre le transformateur et l'abonné est trop importante afin d'amplifier à nouveau le signal télécom.

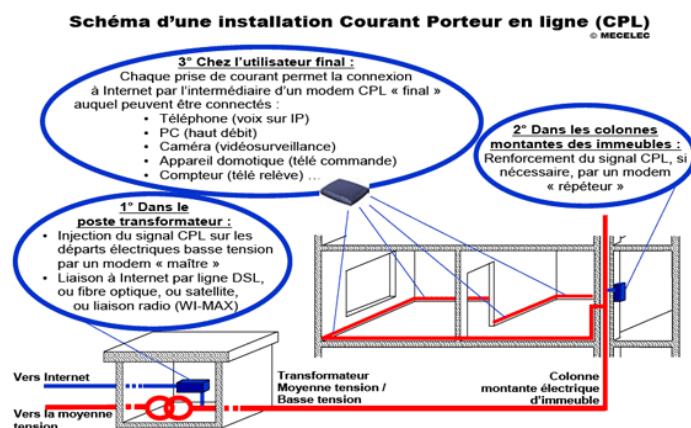


Figure 16 : Schéma récapitulatif

La SERC réalise un couplage inductif détaillé sur la figure 17. Les bobines du primaire et du secondaire sont électriquement isolées l'une de l'autre. Le transfert d'énergie se fait par couple électromagnétique (courant induit).

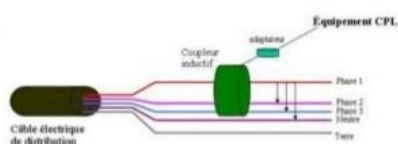


Figure 17 : Couplage inductif

L'équipement CPL est raccordé sur une ou plusieurs phases par le biais d'une bobine (qui correspond à l'injecteur). Pour comprendre le cheminement dans un boîtier CPL, la figure 18 est un boîtier CPL déployé par la SERC sur un de ses poteaux électriques.



Figure 18 : Exemple d'un boîtier CPL sur le réseau de la SERC

La fibre optique arrive sur un convertisseur fibre/RJ45 visible en bas à droite de la figure 18. De là, le câble Ethernet est relié à un mini Switch qui :

- D'une part, fait la liaison jusqu'au concentrateur puis le disjoncteur qui relie la BT

- D'autre part, est relié à l'injecteur puis au coupleur (entre le disjoncteur et l'injecteur) pour ensuite être ramené sur la BT également

En sortie, sur la ligne BT, nous avons donc superposé le réseau télécom sur la ligne électrique qui arrive jusqu'aux abonnés.

En conclusion, cette solution est la moins couteuse car elle s'appuie sur le réseau électrique déjà existant. Les performances sont variables avec un débit raisonnable. De ce fait, il y a de nombreux problèmes liés aux interférences (présence du chauffage électrique, choix de la prise de courant, etc.). En effet, vu que le réseau télécom dépend du réseau électrique, il dépend donc également des coupures et des aléas de ce dernier.

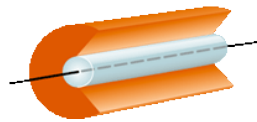
2.2. Le FTTH GPON (Fiber To The Home, Gigabit Passive Optical Network)

Confronté aux problèmes rencontrés avec l'utilisation de la technologie CPL, la SERC s'est donc penchée vers une alternative plus fiable et performante afin de satisfaire les besoins du client. Pour cela, elle s'est focalisée, avec l'aide d'IMS Networks, sur l'utilisation de la technologie FTTH GPON. « Fiber to the Home », ce qui signifie en français « fibre jusqu'au foyer », permet d'avoir des débits symétriques allant de 10Mbit/s à 1Gbit/s chez l'abonné concernant l'accès à Internet : ces débits sont très supérieurs à ceux accessibles via la paire de cuivre téléphonique.

Deux solutions sont envisageables pour aller du point d'accès technique de l'opérateur jusqu'à l'abonné :

- Le P2P : point à point consiste à laisser une fibre continue et non partagée entre le NRO (nœud de raccordement optique) et l'utilisateur. C'est ainsi que la boucle locale du réseau téléphonique a été construite en France et reprise ensuite par l'opérateur Free. Cette technologie permet d'avoir un débit non partagé entre les abonnés mais elle n'a pas été choisie car il aurait été nécessaire d'investir des sommes trop importantes pour déployer un tel réseau en milieu rural.
- Le PON : architecture point-multipoint ; il s'agit d'un système de couplage passif, contrairement au CPL, qui va utiliser un coupleur optique. Il existe différents protocoles pour le PON, dont les plus connus sont l'EPON (basé sur Ethernet) et le GPON qui a été choisi par la SERC et dont le fonctionnement est illustré sur la figure 19.

*Figure 21 : Fibre optique multimode
(Diamètre de l'âme : 50, 62,5 ou 100 μm
diamètre de gaine : 125 μm)*



*Figure 22 : Fibre optique monomode
(Diamètre de l'âme : de 8,5 à 9,0 μm
diamètre de gaine : 125 μm)*

La fibre monomode de la figure 22 permet de parcourir une distance jusqu'à 50 fois plus importante que celle de la fibre multimode représentée sur la figure 21. Elle est donc plus avantageuse en milieu rural, et c'est pourquoi elle a été choisie par la SERC. La bande passante est également plus large donc elle permet d'atteindre, avec une paire de fibres monomodes, un débit quasiment deux fois supérieur à celui de la fibre multimode.

Puisque, sur chaque port, il est possible de raccorder jusqu'à 128 abonnés, en utilisant 3 coupleurs optiques en cascades (2 coupleurs 1 vers 8 et 1 coupleur 1 vers 2) tout en gardant un débit minimum pour chaque abonné, il faut donc réaliser un multiplexage temporel (TDM) sur la fibre monomode déployée. Celui-ci suit le principe suivant de la figure 23 :

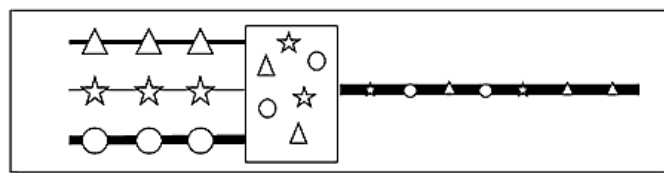


Figure 23 : Schéma de principe du multiplexage temporel

Les données binaires arrivent dans n'importe quel ordre sur la fibre, et le coupleur optique, va démultiplexer les données vers sa destination en fonction du récepteur concerné.

En conclusion, le FTTH est plus performant et fiable car contrairement au CPL, il ne s'appuie pas sur le réseau électrique donc il n'est pas sensible aux interférences (choix de la prise de courant, lieu, structures électriques, présence du chauffage électrique,...). De plus, cette technologie est passive (GPON) donc il n'y a aucun élément actif présent depuis l'OLT jusqu'à l'abonné. Cette technologie est, par contre, plus chère car elle nécessite le déploiement de la fibre optique jusqu'aux clients.

2.3. Suivi de soudures et tests réalisés sur le terrain (CPL)

La SERC ne possédant pas de soudeur, elle fait appel à un prestataire, l'entreprise H2P implantée à Toulouse. J'ai suivi plusieurs soudures faites sur le terrain plus particulièrement le raccordement entre le Foirail Tanus et la BPEO L2T Ramaudes (fibres 1 et 2 soudées du premier câble 24FO avec les 1 et 2 du second câble comme montré sur la figure 24) afin de déployer la fibre jusqu'au poste des Ramaudes. La fibre était déjà déployée entre les différents postes, seule la soudure était à faire.

				Coffret Ramaudes			
				A	F023	D	
				Câble	24 FO	1	1
						2	2
BPEO dans Poste							
FOIRAIL TANUS				BPEO L2T Ramaudes			
A				A			
D				D			
Câble	1	1		Câble	1	1	
24FO	2	2		24FO	2	2	
	3	3			3	3	
	4	4			4	4	
	5	5			5	5	
	6	6			6	6	
	7	7			7	7	
	8	8			8	8	
	9	9			9	9	
	10	10			10	10	
	11	11			11	11	
	12	12			12	12	
				LE CABANAS			
				A	F024	D	
				Câble	1	1	
				24FO	2	2	
					3	3	
					4	4	

Figure 24 : Carnet de câble simplifié de notre situation

Le numéro de fibre correspond à un code couleur détaillé sur la figure 25 : la SERC ne se sert que de 24FO donc seul les câbles rouges et bleus servent, chacun contenant 12 fibres selon le même code couleur.

1	Rouge	13
2	BLEU	14
3	Vert	15
4	Jaune	16
5	Violet	17
6	Blanc	18
7	Orange	19
8	Gris	20
9	Marron	21
10	Noir	22
11	Turquoise	23
12	Rose	24

Figure 25 : Code couleur utilisée

Il faut d'abord dénuder les deux fibres en enlevant les deux gaines protectrices. On garde uniquement les 2 premiers câbles contenant chacun 12 fibres (le câble n°2 bleu sert de secours s'il y a un problème avec le câble n°1 rouge). On vient donc raccorder les fibres rouges et bleues n°1 et n°2 des câbles rouges n°1 (suivant le code couleur) dans le boîtier d'épissure. Il faut les dénuder, dégraisser et les cliver (figure 26) de manière à ce que les surfaces de contact soient bien droites et ainsi minimiser les pertes.



Figure 26 : Cliveuse utilisée sur le terrain



Figure 27 : Soudeuse avec arcs électriques



Figure 28 : Soudure terminée avec pertes

La soudeuse (figure 27) permet la liaison (les deux électrodes créent un arc électrique entraînant la soudure entre les 2 fibres), elle indique à la fin les pertes estimées (figure 28) pour savoir si la soudure est bien réalisée (dans notre cas, 0 dB donc la soudure est bonne).

On vient ranger dans une disquette les fibres soudées (tenues par un support en plastique pour protéger la soudure) et on laisse les autres en cas de besoin lors d'une prochaine soudure (figure 29).

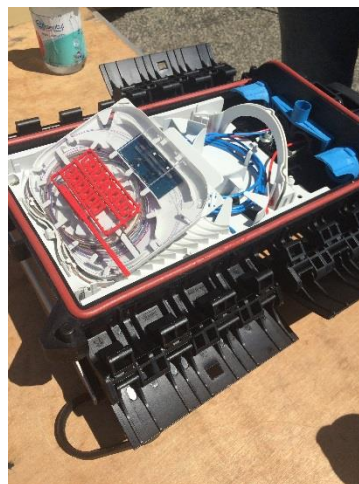


Figure 29 : Vue de l'intérieur du boîtier d'épissure après les soudures

Par la suite, j'ai également suivi la soudure réalisée dans le coffret des Ramaudes (lié au poste des Ramaudes présent la figure 24), ce-dernier ayant pour but d'être un boîtier CPL équivalent à celui du poteau de Canitrot vu plus haut. Derrière les installations (concentrateur, switch, etc.), il faut donc souder la fibre venant du poste à un connecteur qui sera relié pour être injecté sur le réseau électrique.

Le câble, correspondant à celui du Foirail de Tanus allant vers les Ramaudes, est dénué, sous le même principe pour ne garder que la fibre rouge du câble rouge (afin de garder le même code couleur). On dénude la fibre du connecteur également.

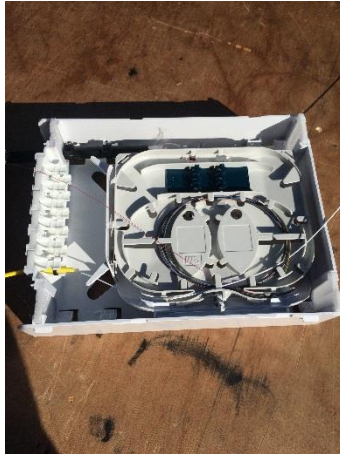


Figure 30 : Boitier avec les 2 fibres qui vont être soudées

Avec le même procédé que précédemment, on clive puis soude la fibre transparente (issue du connecteur repéré par sa gaine jaune) et la fibre rouge n°1. Une fois terminé, on a donc la situation suivante visible sur la figure 31.



Figure 31 : Boitier avec soudure rangée – Réflectomètre pour vérifier la soudure – Amorce de 1km de fibre optique

Le réflectomètre nous permet de vérifier, à travers un test, l'état de la soudure. On positionne au niveau du tiroir (présent dans la baie de départ) et au niveau du réflectomètre deux amorçages de 1km afin de voir si les fibres sont bien l'une en face de l'autre. Ainsi, on obtient le graphique suivant (figure 32).

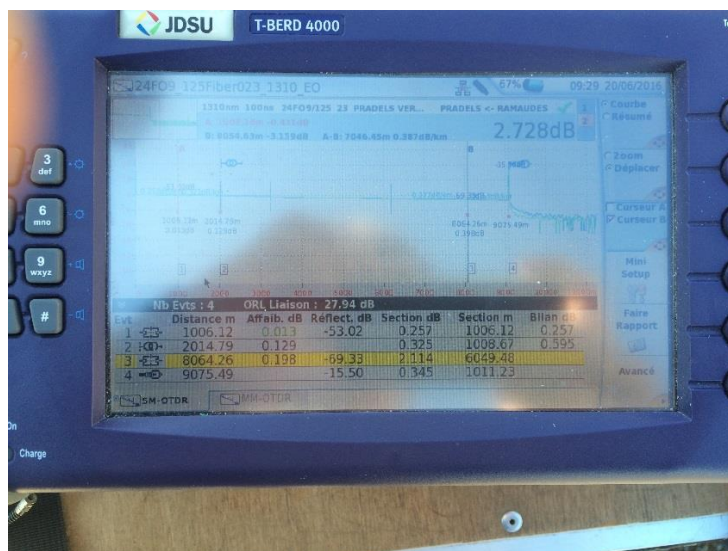


Figure 32 : Résultats obtenus au réflectomètre

On voit donc un premier événement correspondant au connecteur de l'amorçage à environ 1km ; une soudure réalisée à environ 2km (il n'y en a qu'une dans notre cas mais il pourrait y en avoir plusieurs le long de notre fibre) et le connecteur au niveau du tiroir à environ 8km (donc environ 7km du coffret). A partir de 9km, le signal est totalement atténué (départ du signal). Ceci permet donc de voir les pertes de chaque connecteur/soudure mais il permet également de trouver assez précisément un problème en cas de panne.

2.4. Suivi d'un raccordement et branchement FTTH chez un client

J'ai également suivi, avec les agents de la SERC, le raccordement de la fibre jusqu'à un abonné puis le branchement de son modem GPON par le biais d'une prise optique.

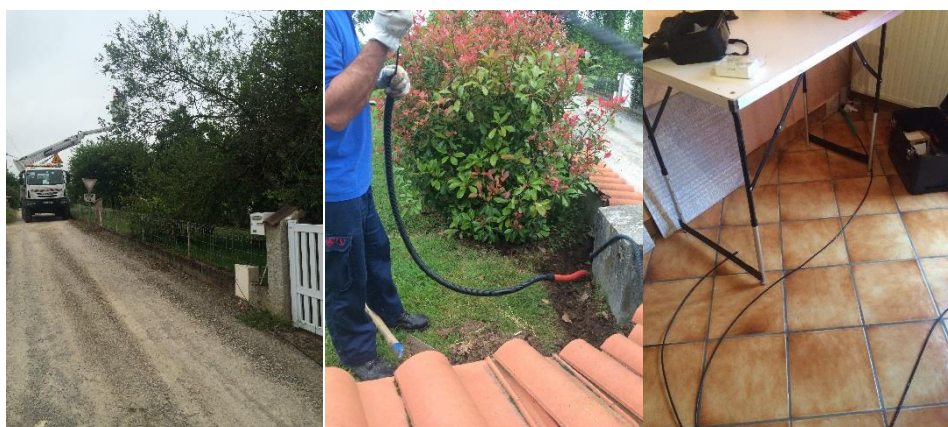


Figure 33 : Fibre aérienne déployée jusqu'au poteau le plus proche ; Passage par sous-terrain jusqu'au salon de l'abonné

Nous avons d'abord déroulé la fibre depuis le boîtier d'épissure le plus proche jusqu'à l'abonné, en passant par une gaine non utilisée au niveau du compteur électrique, qui va jusqu'au garage puis au salon de l'abonné (figure 33).

On dénude les 2 gaines du câble contenant les fibres de la manière suivante et on isole la fibre rouge qu'on va relier avec la fibre transparente du connecteur de sortie.

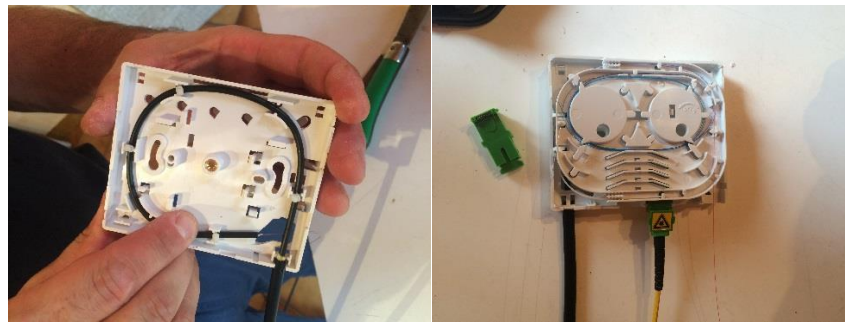


Figure 34 : Photos de la prise optique avec fibre rouge et transparente isolées

Il faut maintenant dénuder quelques centimètres des 2 fibres puis les cliver et enfin les relier. A l'aide d'un stylo laser, on estime la qualité de la soudure. On peut ainsi fixer la prise optique et raccorder le modem GPON au connecteur de sortie.



Figure 35 : Cliveuse ; Machine utilisée pour reliure ; Stylo laser ; Visualisation de la lumière passante après la soudure

Au niveau du boîtier d'épissure avant le raccordement, on y insère le câble déployé dans un des emplacements (ici, il y avait déjà un client déjà raccordé à cette boîte). Sur le même principe que précédemment, on relie une fibre libre du réseau principal à la fibre rouge, correspondant à celle de la prise optique, du câble déployé jusqu'à l'abonné. Ainsi, le raccordement est entièrement fait (figure 36): il ne reste plus qu'à vérifier le fonctionnement avec le logiciel U2000.



Figure 36 : Boitier d'épissure avec soudure entre abonné et réseau principal

Chapitre 3 Programmation et suivi des appareils

3.1. Supervision CPL

Le réseau télécom SERV26 est supervisé depuis les locaux de la SERC par le logiciel Supervision CPL (figure 37). Il nous permet d'avoir accès au modem CPL de tous les clients. Le réseau est organisé sous forme d'arbre : après chaque poche, sont placés les différents routeurs d'IMS Networks (départ du signal), puis les switch (comme vu précédemment) qui sont reliés à tous les injecteurs, eux-mêmes connectés aux modems des clients, ou d'abord à des répéteurs pour ré-amplifier le signal arrivant chez les abonnés.

J'ai donc supervisé le matériel CPL disposé sur le terrain depuis les locaux. J'ai ajouté/programmé les switch, injecteurs, répéteurs et modems selon les demandes. J'ai assisté la clientèle en cas de problème. Afin d'imager le logiciel et ses différentes fonctions, j'ai réalisé plusieurs tests sur le modem CPL test présent à la SERC.

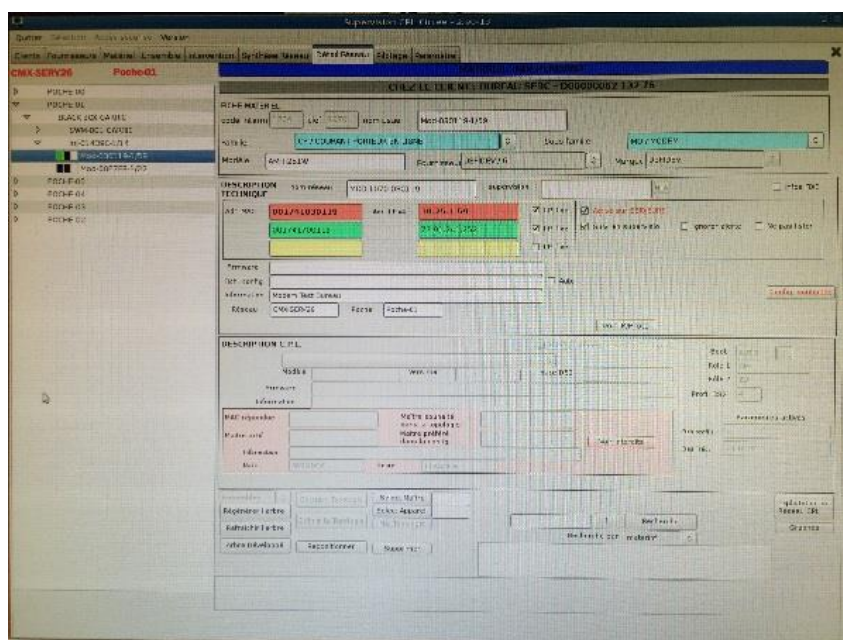


Figure 37 : Logiciel Supervision CPL

Sur la fiche du modem dans l'arbre, nous avons le référencement du modem : son adresse MAC PLC et WAN ainsi que ses adresses IP administratives et publiques. La partie Exploitation Réseau CPL nous permet d'avoir accès aux données échangées avec les appareils avoisinants (identifiés par leur adresse MAC). Ainsi, nous voyons les données reçues et transmises (13 Mbps transmis et 34 Mbps reçus dans notre cas sur la figure 38).

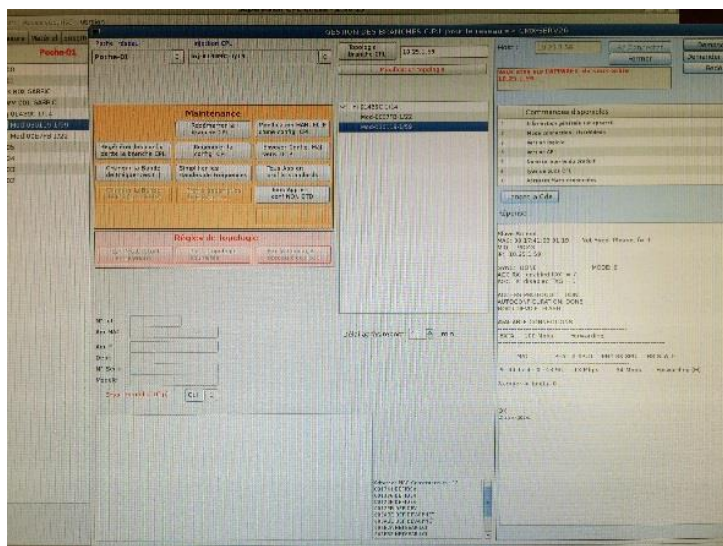


Figure 38 : Exploitation réseau CPL du modem test des locaux de la SERC

Afin de contrôler le bon fonctionnement du modem CPL, il est possible de faire des tests de performance et des ping pour voir l'accès à Internet (15.6Mbit/s sur 1 heure) visibles sur la figure 39.



Figure 39 : Test de performance « iperf » depuis la console ; Speedtest ; Tests de ping

3.2. U2000 : logiciel de gestion/supervision FTTH

Le GPON étant pour l'instant déployé uniquement dans Canitrot et ses alentours, l'OLT est donc situé à la centrale de la SERC (à quelques kilomètres). Les bureaux de la SERC possèdent 2 modems GPON qui servent de test. Ils sont directement reliés à un port de l'ONT via un coupleur 1 vers 8. J'ai donc pu tester et comparer les deux technologies : de plus, via le logiciel U2000 (figure 40), on peut paramétrer les débits sur 5Mbits/s ou 20Mbits/s (deux offres proposées à la SERC).

OLT GARRIC10.26.1.2 - 192.168.0.249 - Manager L2020.05.026 Network Management System

File Edit View Fault Performance Configuration Inventory Administration Window Help

Worbench Main Topology X OLT GARRIC10.26.1.2 X

GPON ONU ONU Details

Status	Name	Alias	Min. Distance (km)	Max. Distance (km)	Downstream FEC	ONU Auto Discovery
	Frame0Slot0Port0		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port1		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port2		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port3		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port4		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port5		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port6		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot0Port7		0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot1Port0	BUREAU	0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot1Port1	CANTROT P1	0	0	20/Disable	Enable
	Frame0Slot1Port2	AL CHUSSE	0	0	20/Disable	Enable

No 10, Total 24

Details

Running Info

ONU Info

Unregistered ONU

Service Port Info

Queue

Status	ONU ID	Name	Alias	Vendor ID	Terminal Type	Software Version	Isolation Status
	0CANTROT_P1CASTILLE-PUEL	CASTILLE-PUEL Eric	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	1CANTROT_P1MUNOZ	MUNOZ Claude	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	2CANTROT_P1REVAULLE	REVAULLE Sébastien	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	3CANTROT_P1RAYSSAC	RAYSSAC Benoit	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	4CANTROT_P1POULE	ELEC	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	5CANTROT_P1SOULIER	SOULIER Pascal	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	6CANTROT_P1RUZ	RUZ Christian	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	7CANTROT_P1GARRIC	GARRIC Henry	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	8CANTROT_P1GRIMALUX	GRIMALUX François	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	
	9CANTROT_P1Boni	BONI Manuel	HWTC	HG8249H	V3R013C00S105	Normal	

No 0, Total 10

Auto Discover ONUs

ONU Details

6/25/2015 09:42:56 - Getting user loaded templates succeeded, the number of user loaded templates is 0

L2020.05.026 3.0.0.0

File Admin

9854501016.10.21.00

File Backup mode: 100

Figure 40 : Visualisation des différents ports depuis l'OLT et des modems GPON connectés au port sélectionné en-dessous

En se branchant par un câble Ethernet à chacun des modems, nous obtenons les résultats suivants.

Avec le premier modem paramétré à 5Mbit/s :

- IP publique : 77.91.241.97 ; Latence : 23 ms ; Débit descendant : 4.98Mbit/s ; Débit ascendant : 4.63Mbit/s

Avec le second modem paramétré à 20Mbit/s :

- IP publique : 77.91.241.177 ; Latence : 23 ms ; Débit descendant : 22.31Mbit/s ; Débit ascendant : 19.8Mbit/s

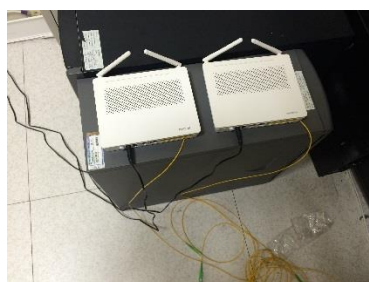


Figure 41 : Modems GPON test utilisés à la SERC

On constate qu'avec la deuxième technologie, on a un débit symétrique (autant de débit descendant qu'ascendant) contrairement au CPL. De plus, le débit mesuré est proche du débit paramétré en amont contrairement au CPL : le débit de la SERC n'est pas paramétré de façon limitée (pour autant, il est limité à 15,6Mbit/s car il est partagé avec les autres clients l'utilisant).

3.3. Etude et réalisation de carnets de câble

J'ai réalisé et mis à jour quelques carnets de câbles représentant les liens entre les différentes baies informatiques et les postes de transformation. Par exemple, la liaison entre les tiroirs Les Teulières et Gasseloup (poche 5) se fait de la manière suivante (figure 42).



Figure 42 : Visualisation du réseau entre les 2 postes par l'accès le plus rapide

Le réseau télécom (CPL aérien) est quasiment le même que le réseau électrique puisque la fibre optique est déployée le long des lignes HTA donc nous pouvons nous appuyer sur la carte de la figure 42. Le carnet de câble ci-dessous sert pour répertorier les numéros de fibre selon les postes qu'elles alimentent. Entre les baies Gasseloup et Les Teulières, nous avons donc un câble 24FO (donc les 12 fibres du câble rouge et du câble bleu). Dans chacune de ces baies se trouvent des tiroirs optiques : nous avons ici la liaison entre ces deux baies grâce à un tiroir de départ dans chacune d'elle.

Les fibres 1 et 2 sont toujours dédiées au Backbone, elles sont donc directes d'une baie à l'autre. Comme vu précédemment, ce sont elles qui font la liaison dans tout le réseau jusqu'à la baie de comptage. De ce fait, les fibres de 3 à 24 de chaque tiroir (au total 44) sont disponibles pour alimenter les postes du réseau.

En partant de la baie Les Teulières (située à gauche sur la figure 43) : par exemple, une boîte de soudure a été réalisée pour le piquage de la fibre 3 sur le poste Louberc. La fibre 3 du tiroir des Teulières n'est donc plus utilisable. S'il y a plusieurs injecteurs, il faut faire une nouvelle boîte de dérivation.



J'ai travaillé notamment, en plus de la visualisation sur le terrain et des soudures, sur le bouclage entre deux antennes finales (entre la baie Puy de Bar par la dérivation Montauriol et la baie Les Pradels par le tiroir Tréban). Ce travail fait en amont nécessite une réflexion pour prévoir et répartir de la meilleure manière possible les fibres de chaque poste.

Chapitre 4 Création d'un nouveau site web multiplateforme

4.1. Réalisation de l'arborescence

En parallèle de la supervision CPL et FTTH avec contact clientèle, il m'a été demandé de participer au projet de mise à jour du site web de l'entreprise. En effet, les sites actuels sont obsolètes et la partie internet/gaz, correspondant à la SERV26, n'était pas intégrée sur le même site que celui de la SERC qui comporte toute la partie électricité.

Le nouveau site sera réalisé par une entreprise spécialisée dans le développement web. Nous avons travaillé sur l'arborescence du site, le maquettage et le contenu qui sera à remplir de manière à avoir un site correspondant aux attentes et intégrant au mieux les différents services proposés par la SERC, notamment la partie internet où j'ai effectué mon stage.

Dans un premier temps, il m'a été demandé de faire une étude des sites des ELD (Entreprises Locales de Distribution) françaises de manière à voir comment ils étaient structurés.

J'ai pu ensuite lister le contenu qui devra apparaître sur le futur site web de la SERC. A l'aide du logiciel Freemind, j'ai hiérarchisé ce contenu pour regrouper au maximum les pages entre elles. Sur l'accueil figure les entrées institutionnelles et métiers d'un côté et les entrées besoins selon le type de client de l'autre.

La SERC étant un fournisseur d'électricité, de gaz et internet : ces entrées sont donc nécessaires puisque n'importe quel client peut à présent, depuis l'ouverture de marché, être fourni par la SERC même s'il n'est pas raccordé au réseau public d'électricité de la SERC.

Après avoir scénarisé différents cas afin de voir si aucune chose n'était oubliée, nous avons abouti à l'arborescence suivante de la figure 44 (certaines parties sont non visibles pour plus de lisibilité et moins de redondance).

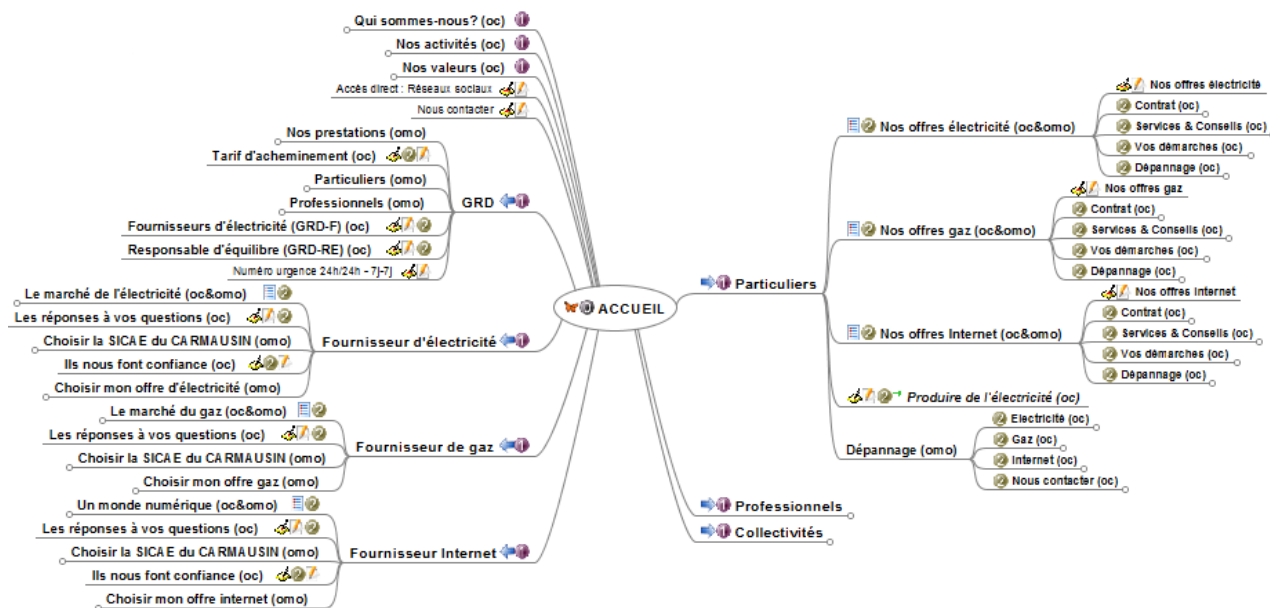
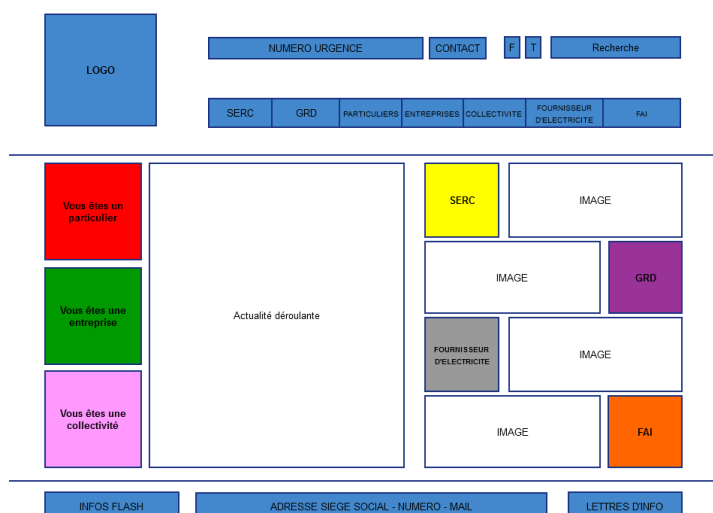


Figure 44 : Arborescence finale simplifiée

Les numéros correspondent aux nombres de clics finaux : nous avons essayé de rester en dessous de 3 clics maximum pour chaque page finale. Le référencement naturel des pages a été travaillé : la même page peut être accessible de différentes façons donc elle sera mieux référencée.

4.2. Etablissement de la maquette

En plus, nous avons fourni au développeur web deux maquettes simplifiées (figure 45) faites avec le logiciel Pencil afin de clarifier une idée de la disposition graphique sur le site.



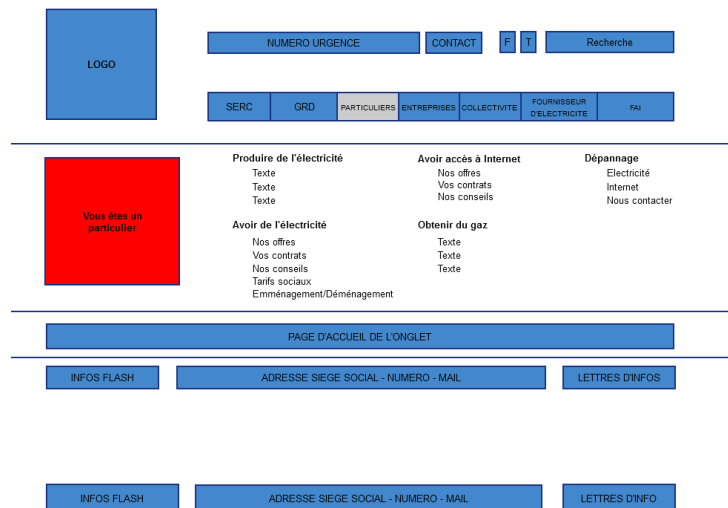


Figure 45 : Maquettes de la page d'accueil et du sous-site Particuliers (exemple)

En attente du résultat, j'ai pu commencer la rédaction des différentes pages finales qui figureront sur le nouveau site. J'ai réalisé ce travail en même temps que la programmation, supervision et les dépannages nécessaires pour le service Internet.

Chapitre 5 Conclusion et Perspectives

5.1. Conclusion

Après plusieurs réunions auxquelles j'ai participé ainsi que plusieurs bilans, nous étions toujours en attente à la fin de mon stage des propositions faites par le développeur web (prévues pour mi-septembre dans le cahier des charges). En plus du projet de renouvellement du site web de la SERC, ce stage m'a permis de voir dans sa globalité le fonctionnement d'un réseau télécom et la gestion d'un service d'un fournisseur d'accès à Internet.

J'ai ainsi pu voir sur le terrain les appareils installés, le déploiement de la fibre aérien, la mise en place de coffrets et soudures que ce soit pour du FTTH ou du CPL. De plus, depuis les ordinateurs de supervision, j'ai pu paramétrer les appareils ainsi que les surveiller afin de vérifier leur bon fonctionnement.

Après avoir acquis une certaine autonomie, j'ai pu m'occuper du dépannage et du service clientèle en m'adaptant au problème de chacun. Le fait d'avoir passé deux semaines sans mon responsable de stage m'a beaucoup apporté, surtout au niveau de l'organisation des tâches à faire en fonction de leur importance sans être débordé.

5.2. Perspectives

La technologie majoritairement déployée sur le réseau de la SERC pour le service Internet est le CPL (Courant Porteur en Ligne). Cette technologie est amenée à disparaître au profit du FTTH pour les raisons que nous avons pu voir précédemment.

Seulement déployée sur Canitrot et ses alentours actuellement, les prochaines étapes consistent à raccorder directement (FTTH) les derniers clients présents dans cette commune et qui sont encore fournis via le CPL. De plus, le prochain objectif est de supprimer le CPL présent sur un autre secteur (Lédas et Penthiès) afin de basculer les clients ayant Internet fourni par la SERC sur du raccordement direct beaucoup plus performant et nécessitant un entretien de moindre coût (pas d'appareils actifs sur les liaisons fournisseur-client donc pas de pannes possibles sauf cas exceptionnel).

Concernant le nouveau site web, j'ai rédigé la majorité des pages finales en avance. Le site web sera fourni par le développeur vers la mi-septembre et pourra donc être mis en ligne afin d'avoir un site récent regroupant tous les services proposées par la SERC.

Bibliographie

- [1] <https://www.imsnetworks.com/fr/references-clients/etude-d-ingenierie-pour-la-mise-en-place-d-un-reseau-ftth-gpon-serv26-6/>
- [2] <http://www.accton.com/Newspage.asp?sno=80/>
- [3] <https://lafibre.info/gpon/comprendre-les-differences-entre-la-fibre-gpon-p2p-active-ethernet-fttla/>
- [4] <http://fr.slideshare.net/BenjaminTournaire/prsentation-de-la-technologie-cpl/>
- [5] <http://selectra.info/fournisseurs/eld/>
- [6] <http://www.serc-81.com/>
- [7] Nouvelles technologies réseaux : Les courants porteurs en ligne
<http://igm.univ-mlv.fr/~duris/NTREZO/20042005/Heuze-Woollams-Zidouri-CPL.pdf>
- [8] <http://www.ariase.com/fr/guides/fibre-optique.html/>
- [9] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Réseau_FTTH/](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_FTTH/)
- [10] <https://serv26.com/>

Table des illustrations

FIGURE 1 : VUE INTERIEURE D'UN CABLE CONTENANT DE LA FIBRE OPTIQUE.	3
FIGURE 2 : ANCIENNE CENTRALE DE PRODUCTION D'ENERGIE HYDRAULIQUE. ...	4
FIGURE 3 : LOCAUX DE LA SERC.	5
FIGURE 4 : LOCALISATION DES BUREAUX	5
FIGURE 5: PHOTOS DE LA FACADE DES BUREAUX	5
FIGURE 6 : PHOTOS DE L'ACCUEIL DES BUREAUX.....	5
FIGURE 7 : COMMUNES DESSERVIES PAR LA SERC.	6
FIGURE 8 : RESEAU DE LA SERC.	7
FIGURE 9 : RESEAU DE LA SERC AVEC POCHES ET BAIES INFORMATIQUES DETAILLEES.	7
FIGURE 10 : LOGO D'IMS NETWORKS	8
FIGURE 11 : EOLIENNE APPARTENANT A LA SERC, SITUEE A MONTAURIOL.	9
FIGURE 12 : SCHEMA EXPLICATIF GLOBAL DE LA TECHNOLOGIE CPL.	10
FIGURE 13 : BAIE INFORMATIQUE DE LAGRAVE.....	10
FIGURE 14 : BAIE INFORMATIQUE DES FARGUETTES.....	11
FIGURE 15 : SIGNAL TELECOM HF AJOUTE AU SIGNAL ELECTRIQUE.	11
FIGURE 16 : SCHEMA RECAPITULATIF.....	12
FIGURE 17 : COUPLAGE INDUCTIF.....	12
FIGURE 18 : EXEMPLE D'UN BOITIER CPL SUR LE RESEAU DE LA SERC.....	12
FIGURE 19 : SCHEMA SIMPLIFIE DE LA TECHNOLOGIE FTTH GPON.	14
FIGURE 20 : FONCTIONNEMENT FTTH GPON.....	14
FIGURE 21 : FIBRE OPTIQUE MULTIMODE.	15
FIGURE 22 : FIBRE OPTIQUE MONOMODE.....	15
FIGURE 23 : SCHEMA DE PRINCIPE DU MULTIPLEXAGE TEMPOREL.....	15

FIGURE 24 : CARNET DE CÂBLE SIMPLIFIE DE NOTRE SITUATION.....	16
FIGURE 25 : CODE COULEUR UTILISEE.....	16
FIGURE 26 : CLIVEUSE UTILISEE SUR LE TERRAIN.....	17
FIGURE 27 : SOUDEUSE AVEC ARCS ELECTRIQUES.....	17
FIGURE 28 : SOUDURE TERMINEE AVEC PERTES.....	17
FIGURE 29 : VUE DE L'INTERIEUR DU BOITIER D'EPISSURE APRES LES SOUDURES.	17
FIGURE 30 : BOITIER AVEC LES 2 FIBRES QUI VONT ETRE SOUDEES.....	18
FIGURE 31 : BOITIER AVEC SOUDURES RANGEES – REFLECTOMETRE POUR VERIFIER LA SOUDURE – AMORCE DE 1 KM DE FIBRE OPTIQUE.....	18
FIGURE 32 : RESULTATS OBTENUS AU REFLECTOMETRE.....	19
FIGURE 33 : FIBRE AERIENNE DEPLOYEE JUSQU'AU POTEAU LE PLUS PROCHE ; PASSAGE PAR SOUS-TERRAIN JUSQU'AU SALON DE L'ABONNE.....	19
FIGURE 34 : PHOTOS DE LA PRISE OPTIQUE AVEC FIBRE ROUGE ET TRANSPARENTE ISOLEES.....	20
FIGURE 35 : CLIVEUSE ; MACHINE UTILISEE POUR RELIURE ; STYLO LASER ; VISUALISATION DE LA LUMIERE PASSANTE APRES LA SOUDURE.....	20
FIGURE 36 : BOITIER D'EPISSURE AVEC SOUDURE ENTRE ABONNE ET RESEAU PRINCIPAL.....	21
FIGURE 37 : LOGICIEL SUPERVISION CPL.....	22
FIGURE 38 : EXPLOITATION RESEAU CPL DU MODEM TEST DES LOCAUX DE LA SERC.....	23
FIGURE 39 : TEST DE PERFORMANCE « IPERF » DEPUIS LA CONSOLE ; SPEEDTEST ; TESTS DE PING.....	23
FIGURE 40 : VISUALISATION DES DIFFERENTS PORTS DEPUIS L'OLT ET DES MODEMS GPON CONNECTES AU PORT SELECTIONNE EN-DESSOUS.....	24
FIGURE 41 : MODEMS GPON TEST UTILISES A LA SERC.....	24
FIGURE 42 : VISUALISATION DU RESEAU ENTRE LES 2 POSTES PAR L'ACCES LE PLUS RAPIDE.....	25

<i>FIGURE 43 : TABLEAU COMPLET A JOUR DE LA LIAISON GASSELOUP-LES TEULIERES PAR 4 ROUTES.</i>	<i>26</i>
<i>FIGURE 44 : ARBORESCENCE FINALE SIMPLIFIEE.</i>	<i>28</i>
<i>FIGURE 45 : MAQUETTES DE LA PAGE D'ACCUEIL ET DU SOUS-SITE PARTICULIERS (EXEMPLE).....</i>	<i>28-29</i>

Planning

	17- ma i	23- ma i	30- ma i	06- ju n	13- ju n	20- ju n	27- ju n	04- - juil	11- - juil	18- - juil	25- - juil	01- aoû t	08- aoû t	15- aoû t	22- aoû t
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Visualisation des installations sur le terrain															
Recherches théoriques et étude bibliographique															
Suivi de soudures et installations faites sur le terrain															
Programmation des appareils sur le réseau															
Suivi des appareils par logiciels															
Dépannage appareils et SAV clients															
Projet de renouvellement du site web															

Résumé :

De nos jours, face à des demandes de débit Internet de plus en plus importantes, les fournisseurs d'accès à Internet comme la SERC, ont choisi, en vue de l'objectif national de très haut débit pour tous d'ici 2022, de se tourner vers la transmission de données par le biais de la fibre optique. Dans le cas de mon stage, la SERC a mis en place, depuis 2008, un accès à Internet par le CPL (Courant Porteur en ligne) mais à cause des différents problèmes, du fait de sa dépendance aux aléas du support électrique, elle s'est tournée vers une technologie plus performante : le FTTH, c'est-à-dire la fibre jusqu'à chez l'abonné. Ainsi, aucun appareil actif ne vient perturber la transmission de données et, par conséquent, les résultats sont plus performants et fiables. Mon stage s'est déroulé dans ce cadre-là : j'ai vu le fonctionnement d'un réseau concret depuis les installations visibles sur le terrain jusqu'à la gestion et supervision des appareils depuis les ordinateurs présents dans les locaux de la SERC. En parallèle, j'ai participé à la création du nouveau site web de manière à intégrer la partie Internet sur le même site.

Mots clés : [Courant Porteur en ligne (CPL) / FTTH GPON]

Abstract :

Nowadays, to respond to the demands of Internet flow more and more important, Internet service providers as the SERC chose, with the aim of the national objective of high-speed broadband for all before 2022, to turn to the data transmission through the optical fiber. For my internship, the SERC has implemented since 2008 Internet access by BPL (broadband over power line) but because of various problems, due to its dependence on the vagaries of the electrical support, it turned to a more successful technology: the FTTH (Fiber to the home). Thus, no active device disturbs data transmission and so the results are more efficient and reliable. My internship took place in that context: so I saw a concrete network from the visible field installations to the management and supervision of devices from computers of the SERC. At the same time, I participated in the creation of the new website to incorporate the Internet part in the same site.

Keywords : [Broadband over Power Line (BPL) / FTTH GPON]