

Accès à la fibre optique par la population de Kinshasa à travers le réseau FttH

KENGUNI DJEN-MI

*(Reçu le 20 février 2019, Validé le 03 août 2019)
(Received February 20th 2019, valid August 03rd, 2019)*

Résumé

La Société Congolaise des Postes et Télécommunications (SCPT) est dotée des équipements adéquats pouvant lui permettre d'organiser un réseau de transport ainsi que d'accès. Dans cet article, nous avons essayé de faire les déploiements des réseaux FttH correspondant à la construction d'une nouvelle boucle locale, reliant un nœud de concentration du réseau SCPT (en l'espèce NRO) à l'ensemble des abonnés. Il existe donc une certaine logique en ce qui concerne les déploiements FttH.

La boucle locale à fibre optique de la SCPT est un réseau constitué de fibre optique déployée entre un Nœud de Raccordement des Abonnés (NRA) et les abonnés. Le sous-répartiteur constitue un point de flexibilité du réseau de boucle locale, situé entre le NRA et les abonnés. Au plus proche des abonnés sont installés des points de concentration, constituant un deuxième point de flexibilité du réseau de boucle locale de la fibre optique.

Nous avons privilégié l'hypothèse d'une modélisation des réseaux FttH fondée intégralement sur la topologie de la boucle locale à fibre optique de la SCPT. Le modèle utilisé est donc les localisations des NRA (Nœud de Raccordement des Abonnés), des sous-répartiteurs, des points de concentration. Ce type d'approche est également appelé « scorched-node ».

Pour arriver à réaliser cette étude nous nous sommes servis de ring métropolitain de la SCPT comme notre point de départ pour raccorder des établissements.

Mots-clés : Fibre optique, Kinshasa, FttH

Abstract

The Congolese Postal and Telecommunications Company (SCPT) is equipped with adequate equipment that can enable it to organize a transport network as well as access. In this article, we tried to deploy FttH networks corresponding to the construction of a new local loop, connecting a node of concentration of the SCPT network (in this case NRO) to all subscribers. So there is some logic in regards to FttH deployments. The SCPT's local fiber-optic loop is a fiber-optic network deployed between a Subscriber Connection Node (NRA) and subscribers. The sub-distributor is a point of flexibility of the local loop network, located between the NRA and the subscribers. Near the subscribers are installed concentration points, constituting a second point of flexibility of the local loop network of the optical fiber.

We favored the hypothesis of FttH network modeling based entirely on the topology of the local optical fiber loop of the SCPT. The model used is therefore the locations of the NRAs (Subscriber Connection Node), sub-distributors, and concentration points. This type of approach is also called "scorched-node".

To achieve this study, we used the CTBS Metropolitan Ring as our starting point for connecting facilities.

Keywords: Optical fiber, Kinshasa, FttH

Introduction

L'évolution rapide des réseaux de télécommunications est généralement guidée par deux facteurs principaux : l'augmentation du trafic Internet et les progrès technologiques dans les systèmes de télécommunications. Au cours de deux dernières décennies, nous avons été témoin d'une croissance phénoménale de la demande Internet due principalement à l'émergence de nouvelles applications Internet temps réel telles que la vidéoconférence, la téléphonie IP, le commerce électronique, la diffusion TV HD, les jeux interactifs, etc. Cette croissance de la demande de la bande passante ne cesse à devenir de plus en plus considérable et impressionnante. Même une évaluation conservatrice de la croissance du trafic Internet prévoit encore une augmentation importante pour les années à venir.

Il est évident que la République démocratique du Congo s'est aussi engagée dans cette voie au regard de nombreux projets TIC conçus dans plusieurs secteurs de l'administration (finance, éducation, santé, système électoral, justice et police, etc.). Qu'il s'agisse du GUCE (Guichet unique de création d'entreprises), de l'informatisation du fichier électoral, tous les projets suscités ont pour ambition de couvrir l'espace national en interconnectant toutes les structures administratives concernées.

Ils s'appuient donc en général sur l'infrastructure téléinformatique, mais de manière singulière aux réseaux étendus encore appelés technologies WAN (Wide Area Network). Dans tous ces projets comme dans celui qui motive notre étude, les décideurs font face à des difficultés dans le processus de prise de décision, sur le choix de la meilleure technologie WAN disponible sur le marché, malgré les différentes contraintes organisationnelles, financières, technologiques et environnementales du pays. Les initiatives en cours de mise en place des plates formes techniques débouchent le plus souvent de véritables gouffres financiers pour des résultats finalement insuffisants et des solutions technologiques inappropriées aux besoins administrations publiques.

Depuis 2013 que la fibre optique a été installée en République démocratique du Congo, particulièrement dans le tronçon Kinshasa/Katanga pour une longueur de 3000 kilomètres avec 35 stations, la SCPT comme opérateur historique doit à tout prix prendre les dispositions conséquentes et nécessaires pour que la population congolaise puisse savourer le fruit du réseau à fibre optique par le truchement de FttH.

I. Réseau d'accès fiber at to home (FttH)

1.1. Description d'un réseau FttH

1.1.1. Grands principes

Un réseau FttH est un réseau permettant de raccorder les logements des abonnés au nœud de raccordement optique (NRO) d'un opérateur grâce à des lignes constituées de fibres optiques. Le NRO est un point de concentration d'un réseau en fibre optique où sont installés les équipements actifs permettant à un opérateur d'acheminer le signal depuis son réseau vers les abonnés. Dans ce NRO, chaque fibre est accessible par un répartiteur optique (Optical Distribution Frame ou ODF).



Figure n°1. Structure d'un réseau fttH

Les câbles en fibre optique déployés le long du réseau sont reliés entre eux par des boîtiers d'épissurage dans lesquels chaque extrémité de fibre optique est soudée. Ces boîtiers peuvent permettre également d'éclater un câble de grande taille en plusieurs autres câbles de plus petites tailles. Lors du choix des tailles de câbles à utiliser, les opérateurs prévoient plus de capacités que nécessaire pour la desserte des logements existants. En effet, dans le cas de nouvelles constructions, l'opérateur pourra ainsi s'appuyer sur des capacités de réserve et éviter la construction coûteuse de nouvelles lignes.

Tout le long de leur parcours, les câbles en fibre optique utilisent des infrastructures de génie civil qui peuvent être soit souterraines, soit aériennes. Les infrastructures souterraines consistent en des fourreaux, placés dans des tranchées, qui sont régulièrement interrompus par des chambres d'accès permettant la pose des câbles et des boîtiers ainsi que la maintenance du réseau.

Les infrastructures aériennes consistent en des séries de poteaux placés à intervalles réguliers et d'autres points d'ancrage sur lesquels sont installés des supports de câbles. La desserte finale des abonnés est différente pour les immeubles collectifs et les habitations individuelles. Pour les immeubles collectifs à partir d'un certain nombre de logements, un lien d'adduction permet de raccorder la base de l'immeuble aux câbles situés sur le domaine public. De la base de l'immeuble, une colonne montante constituée d'un câble en fibres optiques va desservir les étages jusqu'à un point de branchement optique (PBO). Le PBO permet ensuite de raccorder les logements de l'étage. Pour les habitations individuelles et les plus petits immeubles collectifs, seul un lien d'adduction est nécessaire pour se raccorder aux réseaux FttH, le PBO est placé sur le domaine public, par exemple en façade ou sur un poteau.

1.1.2. Technologies utilisées pour le déploiement des réseaux FttH

Deux technologies sont aujourd'hui déployées pour le raccordement en fibres optiques des logements : la technologie point-à-point et la technologie point-à-multipoint (G-PON).

La technologie point-à-point consiste à déployer, du nœud de raccordement optique (NRO) aux logements, au moins une fibre optique par logement. Aussi, à proximité du NRO, la taille et le nombre de câbles déployés sont tels qu'il peut être nécessaire de reconstruire des infrastructures de génie civil, sur un périmètre d'une centaine de mètres environ. Dans cette configuration point-à-point, il y a en principe autant de fibres optiques arrivant à ce niveau de concentration que de logements situés dans la zone d'influence du NRO.

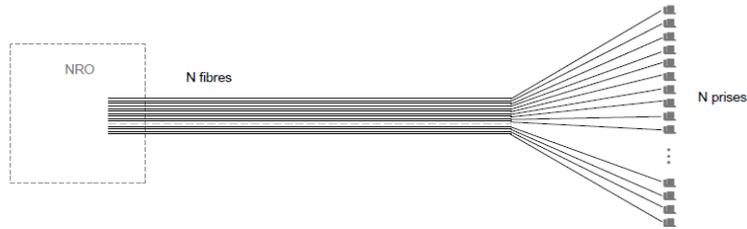


Figure n°2. Réseau point à point

La technologie point-à-multipoint permet quant à elle la mutualisation des signaux optiques de plusieurs abonnés sur une même fibre au NRO. Plusieurs niveaux de coupleurs (généralement un ou deux) sont placés entre le NRO et les abonnés et permettent d'agréger plusieurs fibres en aval pour une fibre en amont. Ces réseaux, également appelé « *Passive Optical Network* » ou PON, ont pour objet d'optimiser le dimensionnement des câbles en fibre optique au fur et à mesure de l'augmentation du taux de pénétration sur une zone arrière de NRO et, ce faisant, ils exigent sur une partie de leur parcours moins de ressources en génie civil.

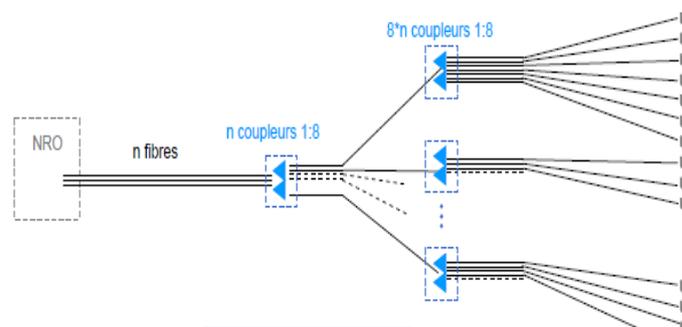


Figure n°3. Réseau PON : exemple avec deux niveaux de coupure

1.1.3. Point de mutualisation

Le point de mutualisation désigne le nœud de réseau en aval duquel le déploiement FttH est mutualisé. Chaque logement est donc raccordé au point de mutualisation de manière technologiquement neutre, c'est-à-dire en point-à-point (au moins une fibre dédiée à chaque logement). Ainsi, le point de mutualisation est le lieu où l'opérateur exploitant une ligne de communications électroniques à très haut débit en fibre optique est en capacité de donner, à d'autres opérateurs, un accès aux lignes installées en aval.

Le point de mutualisation est donc un point qui sépare le réseau de l'opérateur d'immeuble de ceux des opérateurs commerciaux. En pratique, l'accès aux lignes au point de mutualisation peut se faire sous des formes diverses, notamment par accès de l'opérateur tiers à une fibre dédiée ou par utilisation d'une fibre partagée.

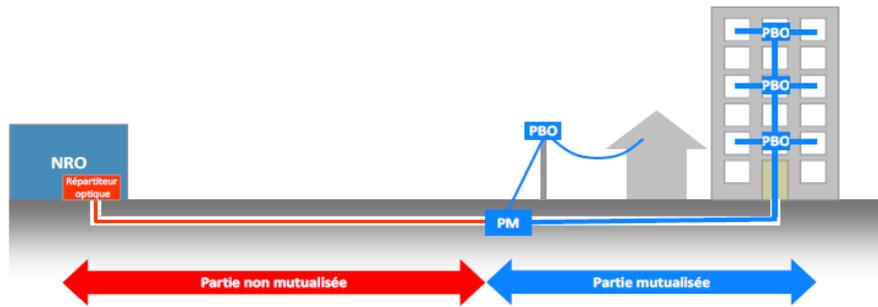


Figure n°4. Mutualisation du réseau

1.1.4. Distinction des zones géographiques

Les modalités de l'accès aux lignes de communications électroniques à très haut débit en fibre optique et les cas dans lesquels le point de mutualisation peut se situer dans les limites de la propriété privée établit une zone très dense. Cette zone très dense regroupe les communes pour lesquelles, sur une partie significative de leur territoire, il est économiquement viable pour plusieurs opérateurs de déployer en parallèle leurs réseaux en fibre optique au plus près des locaux des abonnés.

Ainsi pour les immeubles bâtis de plus de 12 logements, le point de mutualisation peut généralement être situé à l'intérieur des limites de la propriété privée. Dans la partie mutualisée du réseau (en amont du point de mutualisation), chaque opérateur a la possibilité d'avoir une fibre dédiée propre par logement ou de partager une fibre avec d'autres opérateurs.

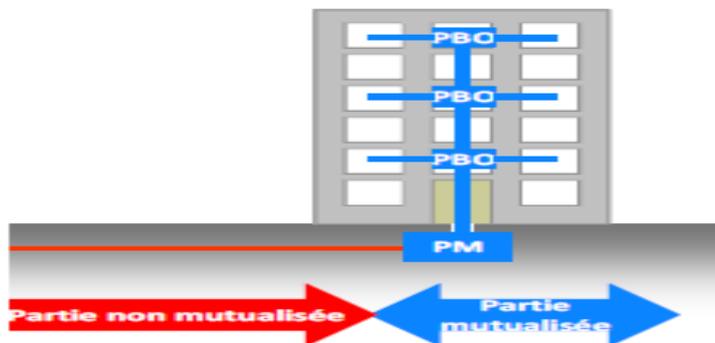


Figure n°5. Mutualisation du réseau dans les immeubles de plus de 12 logements de la zone très dense

1.2. Tracés et dimensionnement des réseaux FttH

Dans cette première étape d'identification des tracés et de dimensionnement, le modèle simule la topologie de déploiement de réseaux FttH et quantifie les unités d'œuvre nécessaires. La simulation est réalisée avec un outil informatique topologique qui trace et dimensionne, pour chaque zone arrière de NRA fournie en entrée du modèle, le réseau FttH permettant d'adresser l'ensemble des logements et sites entreprise, en fonction de différents paramètres, en particulier la taille minimum du point de mutualisation. Les résultats de cette première étape sont rassemblés dans un fichier unique. Pour chaque zone arrière de NRA sont ainsi compilées les données quantitatives du réseau FttH simulé, en particulier les longueurs et types de câbles fibre optique. C'est à partir de ces données que sont ensuite évalués, dans une seconde étape, les coûts de déploiement pour chaque zone arrière de NR de NRA.

L'étape d'identification des tracés et de dimensionnement des réseaux FttH est réalisée en quatre phases, présentées dans le schéma ci-dessous.

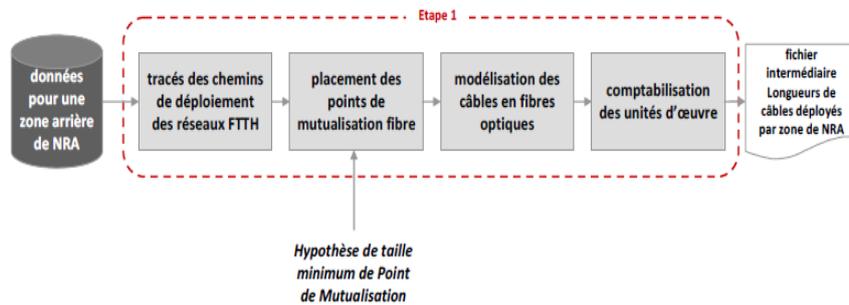


Figure n°6. Tracés et dimensionnement des réseaux FttH

1.2.1. Tracés des chemins de déploiement des réseaux FttH

L'étape 1 du modèle prend en entrée, pour chaque zone arrière de NRA, les données suivantes :

- ✓ les nœuds du réseau de boucle locale cuivre (NRA, SR et PC), avec pour chaque nœud, la localisation géographique et le nombre de lignes cuivre activées ;
- ✓ les tracés de génie civil de France Télécom, avec pour chaque tronçon la longueur et le mode de pose (fourreaux, aérien, enterré etc.) ou, à défaut, les tracés des voiries issus de la base TOPO de l'IGN.

Phase 1 : Chemin de déploiement d'un réseau FttH

Dans une première phase, le modèle vise à tracer, pour chaque zone arrière de NRA, le chemin de déploiement d'un réseau FttH point-à-point permettant de raccorder l'ensemble des logements et sites entreprise. Ce tracé est réalisé en deux temps, correspondant respectivement aux segments de transport (NRA vers SR) et de distribution (SR vers PC), en utilisant un algorithme de plus court chemin :

- ✓ sur le segment de distribution, le modèle identifie le plus court chemin qui relie chaque PC à son SR de rattachement en se fondant sur les tracés de génie civil (ou, à défaut, sur les tracés de voiries IGN), puis identifie, tronçon par tronçon, le nombre de lignes nécessaires ;
- ✓ de la même manière, sur le segment de transport, le modèle identifie le plus court chemin qui relie chaque SR à son NRA de rattachement, puis identifie, tronçon par tronçon, le nombre de lignes nécessaires.

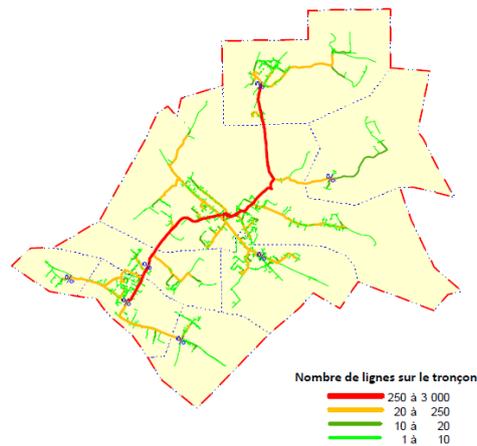


Figure n°7. Exemple de traces des chemins de déploiement des réseaux FttH

À l'issue de cette première phase de modélisation est déterminé, pour chaque tronçon du réseau FttH simulé, le nombre de lignes nécessaires pour desservir en point-à-point l'ensemble des logements et des sites d'entreprise de la zone arrière du NRA considéré. C'est sur la base de ces informations que sont ensuite placés les points de mutualisation.

Phase 2 : Placement des points de mutualisation

Dans la deuxième phase de simulation de déploiement de réseau, le modèle vise à placer, pour chaque zone arrière de NRA, les points de mutualisation, en respectant un critère de taille minimum (en nombre de lignes) par point de mutualisation. L'utilisateur du modèle aura ainsi préalablement renseigné ses choix de paramétrages en termes de taille minimum des points de mutualisation. Au regard du cadre réglementaire mis en place pour la mutualisation de la partie terminale, on distingue *a priori* deux types de zones :

- ✓ les zones très denses,
- ✓ les zones moins denses, correspondant au reste du territoire.

Néanmoins, au sein des zones très denses, l'Autorité recommande d'identifier des poches de basse densité pour lesquelles les conditions de mutualisation devraient être différenciées. Dans cette optique, le modèle permet *in fine* de distinguer trois types de zones de mutualisation, pour lesquelles les algorithmes de placement des points de mutualisation, et les critères en termes de taille minimum, sont différenciés :

- ✓ les zones moins denses ;
- ✓ les poches de basse densité des zones très denses ;
- ✓ les poches de haute densité des zones très denses.

1.3. Caractérisation des zones de mutualisation

La délimitation entre zones très denses et zones moins denses est aujourd'hui établie sur la base des frontières administratives des communes. Concernant les poches de haute densité et de basse densité, l'Autorité envisage dans son projet de recommandation une délimitation établie sur les frontières administratives des IRIS, subdivisions des communes. Le recours aux frontières administratives permet une délimitation simple et sans équivoque. Il convient néanmoins

d'observer que les frontières administratives ne sont pas toujours cohérentes avec la réalité des déploiements de réseaux, en particulier en zones urbaines. Une même zone arrière de NRA pourra ainsi se retrouver à cheval entre zones très denses et zones moins denses. De même, au sein des zones très denses, des zones arrière de NRA pourront être morcelées entre poches de haute densité et poches de basse densité.

À l'issue d'un algorithme déterministe, une zone arrière de SR ainsi qualifiée selon l'un des trois types de zones de mutualisation :

- ✓ zones moins denses ;
- ✓ poches de basse densité des zones très denses ;
- ✓ poches de haute densité des zones très denses.

Cet algorithme consiste à évaluer, pour chaque zone arrière de SR, le total des lignes des PC selon leur appartenance *a priori* à l'une de ces trois zones de mutualisation, et à retenir le type de zone de mutualisation correspondant au plus grand nombre de lignes. Une même zone arrière de NRA pourra ainsi éventuellement être partagée entre deux ou trois zones de mutualisation, regroupant les zones arrière des SR correspondant. Les algorithmes de placement des points de mutualisation sont alors appliqués, pour chaque zone arrière de NRA, indépendamment pour chacune des trois zones de mutualisation.

Ces choix de modélisation ne sauraient, à ce stade, avoir une quelconque portée normative ni même être utilisés pour l'interprétation de quelque décision ou recommandation que ce soit.

1.3.1. Cas des zones moins denses

Le cadre réglementaire en vigueur pour la mutualisation en zones moins denses, prévoit qu'un point de mutualisation peut être mis en place sous réserve de satisfaire les conditions suivantes :

- ✓ être situé sur le segment de transport de la boucle locale de la SCPT (ou équivalent) ;
- ✓ pouvoir être raccordé via des infrastructures de génie civil souterraines ;
- ✓ regrouper un nombre minimum de 1000 lignes (300, par exception).

Ces conditions supposent, compte tenu du choix de modélisation consistant à se fonder sur la topologie de la boucle locale cuivre de France Télécom, que les points de mutualisation en zones moins denses se situeront, sauf exception⁴, le plus souvent, en amont des SR. Dans un souci d'optimisation et de simplicité de la modélisation, il a ainsi été retenu qu'un point de mutualisation en zones moins denses regroupe un nombre entier de zones arrière de SR. Dans le respect de ces conditions, compte tenu du paramétrage en termes de taille minimum de point de mutualisation renseigné en entrée par l'utilisateur, le modèle applique, pour chaque zone arrière de NRA, l'algorithme suivant pour les zones moins denses :

- ✓ un point de mutualisation est placé par défaut au niveau du NRA (sauf si la zone de distribution directe est qualifiée de poche de haute densité) : en effet, dans le périmètre de la modélisation, seul le NRA permet de desservir, par construction, les lignes en distribution directe ;
- ✓ l'algorithme descend ensuite vers les SR de zones moins denses en réalisant un parcours en profondeur de l'arbre constitué par les tronçons entre le NRA et les SR, et ce tant que les nœuds parcourus agrègent un nombre de lignes supérieur au seuil minimum ;

- ✓ l'algorithme place alors, au niveau du dernier nœud remplissant ce critère, un point de mutualisation, sous réserve que le fait de placer ce point de mutualisation n'a pas pour effet de faire passer le nombre de lignes agrégées par un éventuel autre point de mutualisation situé en amont sous le seuil minimum ;
- ✓ l'algorithme continue le parcours en profondeur jusqu'à ce que tous les SR de zones moins denses soient desservis.

À l'issue de cet algorithme, les points de mutualisation sont ainsi placés, pour chaque zone arrière de NRA, pour desservir l'ensemble des SR de zones moins denses conformément au critère de nombre minimum de lignes par point de mutualisation.

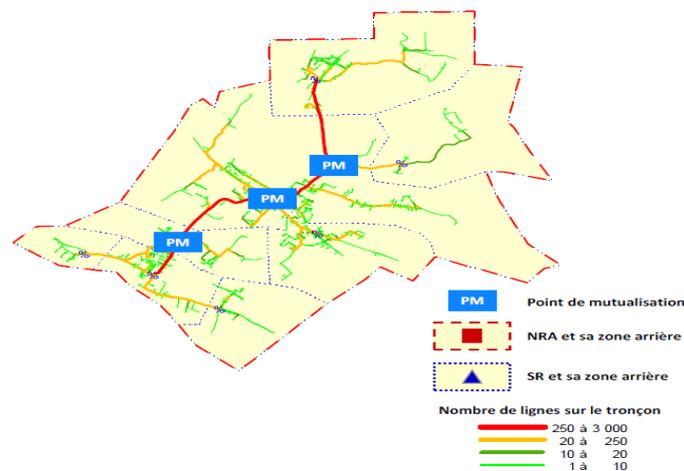


Figure n°8 : Placement des points de mutualisation en zones moins denses, exemple avec un seuil de 300 lignes minimum

1.3.2. Cas des poches de basse densité des zones très denses

Pour les poches de basse densité des zones très denses, l'Autorité propose que le placement des points de mutualisation respecte les mêmes conditions que celles en vigueur pour les zones moins denses, c'est-à-dire :

- ✓ être situé sur le segment de transport de la boucle locale de France Télécom (ou équivalent) ;
- ✓ pouvoir être raccordé via des infrastructures de génie civil souterraines ;
- ✓ regrouper un nombre minimum de lignes (300 lignes).

A ce titre, l'algorithme présenté ci-dessus pour les zones moins denses s'applique également pour le placement des points de mutualisation en poches de basse densité des zones très denses, en prenant en compte le paramétrage *ad hoc* en termes de taille minimum de point de mutualisation renseigné en entrée par l'utilisateur.

A l'issue de cet algorithme, les points de mutualisation sont ainsi placés, pour chaque zone arrière de NRA, pour desservir l'ensemble des SR de poches de basse densité de zones très denses conformément au critère de nombre minimum de lignes par point de mutualisation.

1.3.3. Cas des poches de haute densité des zones très denses

Pour les poches de haute densité des zones très denses, le cadre réglementaire en vigueur prévoit qu'un point de mutualisation peut être placé en pied d'immeuble (à l'intérieur de la propriété privée) notamment pour les immeubles regroupant au moins 12 logements ou pour les immeubles raccordés à un réseau d'assainissement visitable (par exemple à Paris).

En dehors de ces exceptions, les points de mutualisation des zones très denses doivent se situer à l'extérieur des limites de la propriété privée et regrouper un nombre suffisant de lignes pour qu'il ne soit pas dissuasif sur le plan économique de les raccorder.

Ces conditions supposent d'identifier au préalable les immeubles d'habitation susceptibles d'être équipés avec un point de mutualisation. Dans la mesure où il n'existe pas à la connaissance de l'Autorité de base de données fiable localisant les immeubles d'habitation avec, pour chaque immeuble, le nombre de logements, il est ainsi proposé de croiser les informations existantes sur la boucle locale cuivre, c'est-à-dire les PC avec leurs nombres de lignes, avec les informations de cadastre issues de la base TOPO de l'IGN : il est ainsi possible d'obtenir, pour chaque parcelle cadastrale, une approximation du nombre de logements à desservir en sommant les nombres de lignes cuivre de l'ensemble des PC contenus dans la parcelle. Il convient de noter qu'une parcelle cadastrale, correspondant à une adresse, peut regrouper plusieurs immeubles d'habitation ; néanmoins cette approximation reste représentative des déploiements actuellement menés par les opérateurs en zones très denses.

Deux paramètres pourront être renseignés en entrée du modèle par l'utilisateur pour le placement des points de mutualisation en poches de haute densité des zones très denses : la taille minimum d'un immeuble pouvant être équipé avec un point de mutualisation intérieur (12 logements, par défaut) et la taille minimum d'un point de mutualisation pouvant être installé à l'extérieur, sur le domaine public. Compte tenu de ces paramètres, le modèle applique, pour chaque zone arrière de NRA, l'algorithme suivant pour les poches de haute densité des zones très denses :

- ✓ un point de mutualisation est placé au niveau de chaque parcelle cadastrale regroupant un nombre de lignes supérieur ou égal au paramètre renseigné en entrée ;
- ✓ pour les autres parcelles cadastrales ne regroupant pas assez de lignes et les autres PC restants, un nouveau tracé de réseau est réalisé à partir du NRA, comme dans la phase précédente, avec pour chaque tronçon le nombre de lignes nécessaires ;
- ✓ sur la base de l'arbre constitué par les tronçons entre le NRA et ces nœuds, PC et parcelles cadastrales restants, le même algorithme que celui développé pour les zones très denses est alors appliqué, en prenant en compte le critère de taille minimum de point de mutualisation extérieur.

A l'issue de cet algorithme, les points de mutualisation sont ainsi placés, pour chaque zone arrière de NRA, soit en pied d'immeuble, soit sur le domaine public, pour desservir l'ensemble des PC et/ou parcelles cadastrales de poches de haute densité de zones très denses conformément aux critères de nombres minimum de lignes par point de mutualisation.

II. Phase de la modélisation des câbles en fibre optique

Dans la phase de simulation de déploiement de réseau, le modèle vise à évaluer, une fois les points de mutualisation placés, le nombre et le type de câbles en fibre optique déployés sur chaque tronçon, selon le type de génie civil, ainsi que les boîtiers d'épissurage nécessaires.

Le modèle distingue, à cet effet, pour chaque zone arrière de NRA, d'une part, le réseau FttH mutualisé déployé en aval des points de mutualisation, nécessairement en point-à-point, et, d'autre part, les réseaux FttH déployés en amont des points de mutualisation par chaque opérateur, en fonction de leurs choix en termes d'architecture de réseau.

2.1. En aval des points de mutualisation

Le réseau FttH déployé en aval d'un point de mutualisation est nécessairement en technologie point-en-point, afin de pouvoir offrir un accès passif aux lignes et être mutualisé indépendamment des choix technologiques des opérateurs. Pour les zones moins denses et les poches de basse densité des zones très denses, le modèle simule un point de mutualisation en mono-fibre, avec une ligne par logement, ce qui suppose que le point de mutualisation assure également la fonction de point de brassage.

Pour les poches de haute densité des zones très denses, seul est simulé dans cette phase le réseau FttH déployé en aval des points de mutualisation extérieurs situés sur le domaine public. En effet, pour les points de mutualisation en pied d'immeuble, seule la partie verticale correspondant au câblage interne est mutualisée, ce qui est pris en compte à part dans le modèle. Pour les points de mutualisation extérieurs situés sur le domaine public, il est possible de choisir de modéliser un réseau aval soit en mono-fibre, ce qui suppose un point de brassage, soit en quadri-fibre, ce qui permet *a priori* de s'affranchir d'un point de brassage. Pour dimensionner les réseaux FttH en aval, le modèle analyse le nombre de lignes nécessaires sur chaque tronçon, tel qu'identifié lors de la première phase, et détermine le type de câble en fibre optique adapté. Afin d'apporter au réseau la flexibilité nécessaire pour tenir compte de la construction éventuelle de nouveaux logements, le modèle anticipe les besoins futurs en prenant en compte un facteur de surdimensionnement paramétrable par l'utilisateur (par défaut, 50% de capacités en plus par câble). Des boîtiers d'épissurage sont ensuite placés le long des tracés de réseaux selon les deux principes suivants :

- ✓ un boîtier est installé à l'emplacement de chaque PC, modélisant ainsi le PBO (Point de Branchement Optique) ;
- ✓ un boîtier est installé à chaque embranchement du réseau où un câble en fibre optique est éclaté en plusieurs câbles plus petits.

2.2. En amont des points de mutualisation

En amont des points de mutualisation, les opérateurs sont libres de choisir leur technologie de déploiement de réseau FttH. Le nombre et le type de réseaux FttH déployés, pour une zone arrière de NRA donnée, en amont des points de mutualisation dépendront donc des stratégies de chaque opérateur.

A cette étape de la modélisation, il est proposé de simuler plusieurs types de déploiements de réseaux FttH en amont des points de mutualisation, afin de refléter la diversité des stratégies de déploiement des opérateurs. Charge ensuite à l'utilisateur, une fois la simulation des réseaux effectuée, lorsqu'il sera question d'évaluer les coûts de déploiement, de préciser, par zone arrière de NRA, quels types de réseaux il retient finalement en amont des points de mutualisation. Le modèle simule ainsi pour chaque zone arrière de NRA, aussi bien en zones très denses qu'en zones moins denses, quatre types de déploiements de réseaux FttH en amont des points de mutualisation, depuis le NRO :

- ✓ un réseau dimensionné en point-à-point, visant à permettre de raccorder 100 % des lignes de chaque point de mutualisation ;
- ✓ un réseau dimensionné en point-à-point, visant à ne raccorder qu'une portion des lignes de chaque point de mutualisation (optimisation d'un réseau point-à-point) ;
- ✓ un réseau dimensionné pour la technologie PON ;
- ✓ un réseau dimensionné pour raccorder chaque point de mutualisation avec une paire en fibre optique.

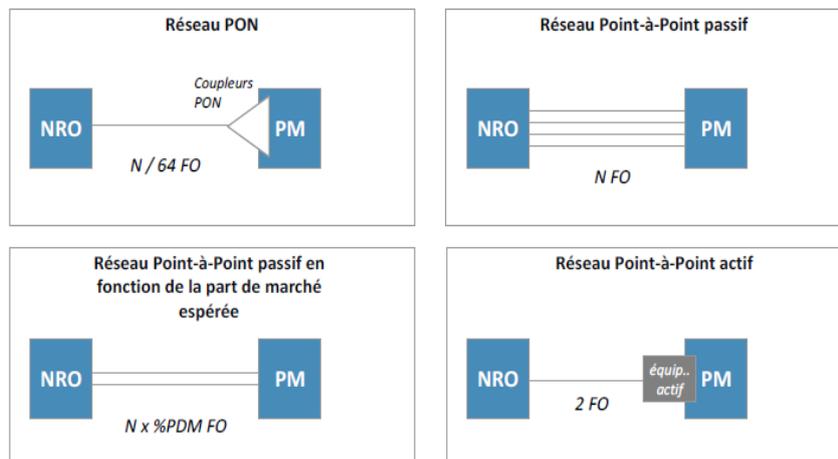


Figure n°9 : Schémas des architectures de déploiements possibles en amont du point de mutualisation

III. Réseau dimensionné en point-à-point à 100%

Le même principe que celui développé pour le réseau aval s'applique dans le cas d'un réseau amont dimensionné en point-à-point desservant 100 % des lignes des points de mutualisation raccordés. Le modèle analyse ainsi le nombre de lignes nécessaires sur chaque tronçon entre le NRO et les points de mutualisation et détermine le type de câble en fibre optique adapté, en tenant compte du facteur de surdimensionnement (paramétrable par l'utilisateur). De la même manière, des boîtiers d'épissurage sont ensuite placés le long des tracés de réseaux, à chaque PC et à chaque embranchement.

3.1. Réseau dimensionné en point-à-point à x%

Dans le cas du raccordement de points de mutualisation mono-fibre, constituant également des points de brassage, un opérateur point-à-point peut choisir de conserver ses équipements actifs au NRO et de déployer un réseau amont en point-à-point, dimensionné en tenant compte de la pénétration qu'il espère obtenir à terme, afin de réduire la taille des câbles en fibre optique et donc les coûts correspondants. Pour simuler ce type de déploiement, ce taux de pénétration est paramétrable en entrée du modèle par l'utilisateur (30 % par défaut).

Une fois réévalué le nombre de lignes nécessaires sur chaque tronçon, le modèle simule les câbles déployés selon le même principe que précédemment, en tenant compte du facteur de surdimensionnement (paramétrable par l'utilisateur).

3.2. Réseau dimensionné pour la technologie PON

Pour simuler le dimensionnement d'un réseau PON en amont des points de mutualisation, le modèle se fonde sur la technologie GPON, qui est la technologie la plus utilisée en France. La technologie GPON permet de desservir jusqu'à 64 clients sur une seule fibre depuis le NRO, via deux niveaux de coupleurs optiques (le modèle retient l'utilisation des coupleurs 1:8, les plus couramment utilisés, permettant de passer d'une fibre à huit fibres) :

- ✓ en zones moins denses et dans les poches de basse densité des zones très denses, les deux niveaux de coupleur 1:8 sont installés au niveau du point de mutualisation, ce qui permet un taux de couplage de 1:64 pour chaque point de mutualisation, justifié par le fait que les points de mutualisation sont d'une taille suffisante ;
- ✓ dans les poches de haute densité des zones très denses, compte tenu du fait que les points de mutualisation sont de plus petite taille, un premier niveau de coupleur 1:8 est installé au niveau de chaque SR et un second niveau de coupleur 1:8 est installé au niveau de chaque point de mutualisation.

Compte tenu du placement des niveaux de coupleurs, le modèle détermine alors le type de câbles en fibre optique déployé sur chaque tronçon, et les boîtiers d'épissurage nécessaires, en tenant compte, comme pour le réseau aval, du facteur de surdimensionnement (paramétrable par l'utilisateur).

3.3. Réseau dimensionné avec une paire en fibre optique par point de mutualisation

Dans le cas du raccordement de points de mutualisation mono-fibre, constituant également des points de brassage, un opérateur peut choisir d'installer ses équipements actifs au niveau de chaque point de mutualisation, et de déployer un réseau de collecte amont depuis le NRO avec juste une paire en fibre optique par point de mutualisation. Une fois réévalué le nombre de lignes nécessaires sur chaque tronçon, le modèle simule les câbles déployés selon le même principe que précédemment.

IV. Présentation des sites d'installation

4.1. Site de Kinshasa

Kinshasa forme une entité administrative à statut particulier et joue le rôle de centre administratif, économique et culturel de la République démocratique du Congo. Elle s'étend sur plus de 30 km de l'Est à l'Ouest et sur plus de 15 km du Nord au Sud. Une partie importante de la superficie de la région de Kinshasa est rurale, couverte d'une savane herbeuse parsemée d'arbustes. La commune rurale de Maluku, la partie orientale de la province, occupe à elle seule 79 % du territoire. De fait, c'est une ville de contrastes importants, avec des secteurs résidentiels et commerciaux chics, des universités, et des taudis informels coexistant côte à côte, et donc aussi de vastes zones « rurales » envahissant parfois la ville au point de retrouver maraîchage et élevage en ville. Le centre-ville, la commune de la Gombe compte plusieurs bâtiments de plus de 50 m dont notamment le Building Gécamines, le Building Sozacom, l'Hôtel Memling, l'Immeuble CICC ou le Building RTNC (situé lui à Kabinda).

4.2. Site de Muanda

Muanda est une localité et une ville de la province du Kongo Central en République démocratique du Congo. C'est la seule agglomération côtière du pays. En bord de mer, l'ancien lotissement européen accueille notamment divers hôtels. Le cœur de la localité, la « cité », est située à l'Est. Le territoire de Moanda inclut aussi un aéroport de Code IATA FZAG (5° 55' 51S 12° 21' 6E), et un port, Banana, à 15 kilomètres au sud, à la jonction du fleuve Congo et de l'océan Atlantique. L'aéroport militaire de Kitona fait également partie du territoire.

4.3. Commentaires sur les sites

Dans la ville de Kinshasa, la station sera installée dans le bâtiment de l'OCPT (Hôtel des postes) étant donné que ce dernier est l'opérateur de référence, dont les coordonnées géographiques sont :

- ✓ S 4°18'16.52''
- ✓ E 15°18'27.17''. Dans la ville de Muanda, nous installerons deux stations, l'une appelée CLS (Câble landing station : station d'atterrissage) pour le raccordement du câble sous-marin et l'autre pour le câble terrestre.

Les coordonnées du CLS sont les suivantes :

- ✓ S 05° 56' 696''
- ✓ E 12° 21' 352''

La distance de CLS par rapport à l'océan ne peut pas excéder 1km et celle entre le CLS et la station terrestre ne peut pas dépasser 5Km. La chambre de raccordement BMH (Beach main hole) située au bord de l'océan correspond aux coordonnées suivantes :

- ✓ S 05° 56' 940''
- ✓ E 12° 21' 139''

Plage (sortie du câble) :

- ✓ S 05° 56' 959''
- ✓ E 12° 21' 132''

V. Réseau d'accès dans les installations administratives de Gombe et Lingwala

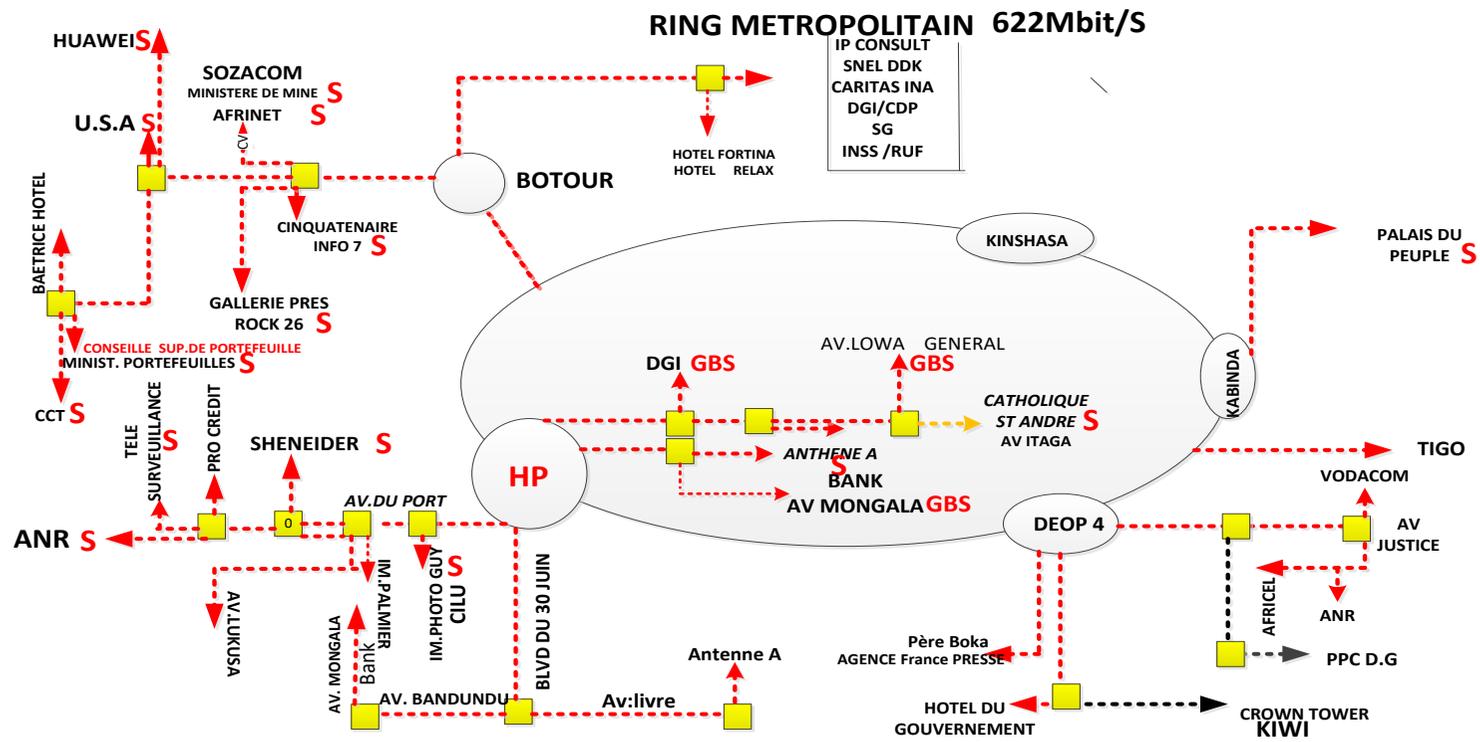
5.1. Sites ciblés

Après une longue étude dans le secteur des télécommunications, nous avons jugé bon de commencer quelque part pour montrer aux autorités du pays et de la SCPT qu'il y a possibilité de déployer un réseau d'accès dans toute la république.

Les différents sites choisis :

- ✓ Point de départ : hôtel des postes de la SCPT sur le boulevard du 30 juin ;
- ✓ Gare centrale voir l'immeuble de Huawei ;
- ✓ Immeuble SOZACOM ;
- ✓ Immeuble galerie présidentielle ;
- ✓ Immeuble BOTOUR ;
- ✓ Ambassade des USA ;
- ✓ Immeuble ANR ;
- ✓ Immeuble Télévision ANTENNE A ;
- ✓ Hôtel du Gouvernement ;
- ✓ Société TIGO (non loin de SOCIMAT) ;
- ✓ Palais du peuple, etc.

Pendant le survey dans les différents sites, nous avons tenu compte aussi de petit détaillant pour leur connexion en cas de besoin. Le schéma ci-dessous montre la manière dont nous avons fait notre design. Tout est parti partir de l'hôtel des postes de Kinshasa.



FTTX INGENIERIE BUSINESS UNIT RETAIL B.U.R					
	RACCORDEMENTS EFFECTUERS HDP/DEOP4/ KABINDA/... DATE :Kin le 23/02/2018				
		Survey fait par TONA & KENGUNI	Dessiné par TONA	APPROUVEE PAR KIZA	DATE :Kin le 23/02/2018

Conclusion

Dans ce travail, nous nous sommes attelé sur le réseau d'accès FttH, tout en montrant la manière dont ce réseau peut être déployé dans une agglomération comme la ville de Kinshasa. Les différentes étapes poursuivies nous ont permis de présenter un design pour montrer les différents points à connecter puis les endroits où peut passer la fibre optique.

La boucle locale à fibre optique de la SCPT est un réseau constitué de fibre optique déployée entre un NRA et les abonnés. Le sous-répartiteur constitue un point de flexibilité du réseau de boucle locale, situé entre le NRA et les abonnés. Au plus proche des abonnés sont installés des points de concentration, constituant un deuxième point de flexibilité du réseau de boucle locale de la fibre optique. Pour arriver à réaliser cette étude nous nous sommes servis de ring métropolitain de la SCPT comme notre point de départ pour raccorder des établissements.

Toutefois, il est possible d'étendre notre étude sur le déploiement de la fibre optique dans toutes les communes de la ville province de Kinshasa de manière à permettre à la population de savourer le haut débit dans leur différent domaine de la vie.

Bibliographie

- [1] http://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/consult-proj-recom-ftth-ztd-070411.pdf consulté le 07 avril 2011.
- [2] Bourguignon, F. (1972). *Contribution à la connaissance préhistorique de la plaine de Kinshasa et de ses environs*. Mémoire de Licence en sciences historiques. Non publié. UNAZA : Campus de Lubumbashi.

KENGUNI DJEN-MI

Assistant à l'Institut Supérieur des Techniques Appliquées de Kasangulu, province du Kongo-Central, République démocratique du Congo.