Le système d'information géographique, un outil d'avenir de gestion des infrastructures

Stéphane Dannhoff
Université de Strasbourg
Direction du Numérique
14 rue Descartes
67084 Strasbourg

Jean-Sébastien Tarot
Université de Strasbourg
Direction du Numérique
14 rue Descartes
67084 Strasbourg

Résumé

Le réseau métropolitain de l'Université de Strasbourg est très étendu.

Il comprend 140 bâtiments, compte 80 kilomètres de fibre optique et se déploie sur une superficie de 100 km². Il a même une vocation européenne : il est interconnecté au réseau allemand BelWü (Baden Würtenberg) grâce à un partenariat avec ARTE.

Compte tenu de cette taille et de cette complexité, il est devenu difficile d'envisager la gestion des réseaux d'infrastructures sans outil adapté. Un système d'information géographique (SIG) spécialisé est aujourd'hui indispensable pour planifier les déploiements, réaliser l'exploitation et la maintenance de ces réseaux de télécommunication.

Si les SIG ne sont pas nouveaux, leur utilisation dans le domaine des télécommunications doit beaucoup au contexte national, dont l'avènement des offres de type FTTH déployées par de nombreux opérateurs, comme Orange et Free Telecom. De ce fait, des outils dédiés au réseau fibre optique sont apparus.

Nous présentons le projet et la mise en place du SIG à l'Université de Strasbourg. Ce projet a permis d'atteindre deux objectifs importants : le passage au tout numérique et la reprise des nombreuses données des réseaux existants.

Un grand bénéfice de cet outil est de pouvoir planifier les évolutions majeures du réseau. En particulier, dans le cadre de la mise à jour du cœur de réseau métropolitain, nous avons pu fiabiliser les routes optiques et développer une démarche projet pour l'adduction de nouveaux bâtiments.

Mots-clefs

Réseau, Infrastructure, Fibre optique, Exploitation, Cartographie, Base de données

1 Introduction

Le besoin d'un exploitant est de disposer d'une cartographie à jour de l'ensemble du réseau de génie civil : rues traversées, positions des chambres de tirage.

Les chambres de tirage sont des carrefours de fibres optiques, où sont reliés différents câbles optiques et il convient de connaître leurs positions topographiques précises.

Dès fiabilisation de ces données d'infrastructures, nous pouvons y greffer la couche télécom, réseau composé de câbles à fibre optique. Nous définissons une couche comme un ensemble de données cohérentes qui se superpose à un plan. Nous pouvons comparer une couche à un calque.

Cela représente beaucoup de données, en raison de l'étendue du réseau Osiris et des nombreux câbles fibre optique qui composent ce réseau. Les câbles optiques sont tirés dans des fourreaux reliés par des chambres de tirages. Notre besoin est de conserver une trace de ces fourreaux, des chambres et des câbles. Dans la suite, nous appellerons « génie civil » l'ensemble fourreaux + chambres. Intégrer l'ensemble de ces données dans un SIG, a constitué un défi important. Depuis les choix de conception jusqu'à l'intégration des données, le projet a pris 4 années.

Nous avons pu abandonner le travail sur papier et progresser en efficacité. Nous décrirons les étapes et les applications nouvelles de ces outils dans la suite de cet article.

Le projet s'est décomposé en plusieurs grandes étapes :

- couche infrastructure :
  - choix du SIG ;
  - archéologie documentaire ;
  - intégration des données de génie-civil.
- couche réseau télécom :
  - définition des besoins ;
  - choix d'une solution logicielle ;
  - collecte et modalisation des données réseau.

2 Historique

2.1 La genèse

La première liaison en fibre optique sur Osiris, le réseau métropolitain de l'Université de Strasbourg a été mise en service en 1994.

Au fil des années de déploiement et d'extension, l'exploitation et la mémoire des infrastructures reposaient essentiellement sur des plans papiers générés par les entreprises missionnées lors de travaux. Les plans de génie-civil étaient au format A0 avec plusieurs folios. À cela s'ajoutaient des plans du réseau fibre optique composés d'un synoptique général de distribution des câbles optiques intégrant des données très précises comme les boîtes de jonction et les soudures de brin à brin. Une liaison d'un point A à un point B est assortie d'un identifiant numérique unique : le numéro de lien. À l'époque, ces numéros de liens étaient stockés dans un tableur.

Cette façon de travailler était suffisante au début et convenait aux besoins. Mais, au fur et à mesure que le réseau s'est étendu et s'est complexifié (notamment par la mise en place systématique de la double adduction optique pour chaque bâtiment). Nous avons commencé à perdre en efficacité dans l'exploitation ou les projets d'évolution du réseau : trop de documents de sources distinctes, trop de risques d'erreurs…

2.2 Contexte réglementaire

Les réseaux empruntant l'espace public doivent s'inscrire dans le respect de la législation. Elle veille à assurer une bonne cohabitation des différents réseaux présents en voirie. C'est l'objet des Déclarations de Travaux (DT) et Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (DICT). Ces déclarations permettent à une entreprise ou à un opérateur de connaître les réseaux qui traversent une zone de travaux prédéfinie. L'Université possédant des réseaux, elle se doit de répondre à ces requêtes (qui arrivent plusieurs fois par jour).

La réponse porte sur la localisation précise de nos réseaux pour permettre une exécution des travaux d'un tiers dans les meilleures conditions de sécurité.

Le traitement d'une demande consiste à l'analyser et à répondre avec un formulaire Cerfa annexé à un plan génie-civil de notre réseau (format PDF ou DXF), en cas d'impact des travaux sur nos réseaux.

En 2010, nous avons par exemple généré plus de 5000 réponses, en mode semi-automatique grâce à une application maison. Si le formulaire était bien rempli, nous fournissions des plans de localisation de nos réseaux sous forme d'un assemblage de plans papiers numérisés.

Au vu des contraintes réglementaires (réforme anti-endommagement de 2012, imposant l'usage de plans géo-référencés), la précision de nos réponses était hors-clous. Cette réforme impose l'usage de plans géo-référencés. Il fallait donc réagir !

C'est ainsi, sous la double contrainte de l'accroissement du réseau et de la réglementation, que nous nous sommes équipés d'un véritable système d'information géographique (SIG) adapté à nos besoins.

Un SIG s'appuie sur une source cartographique, enrichie de données métiers.

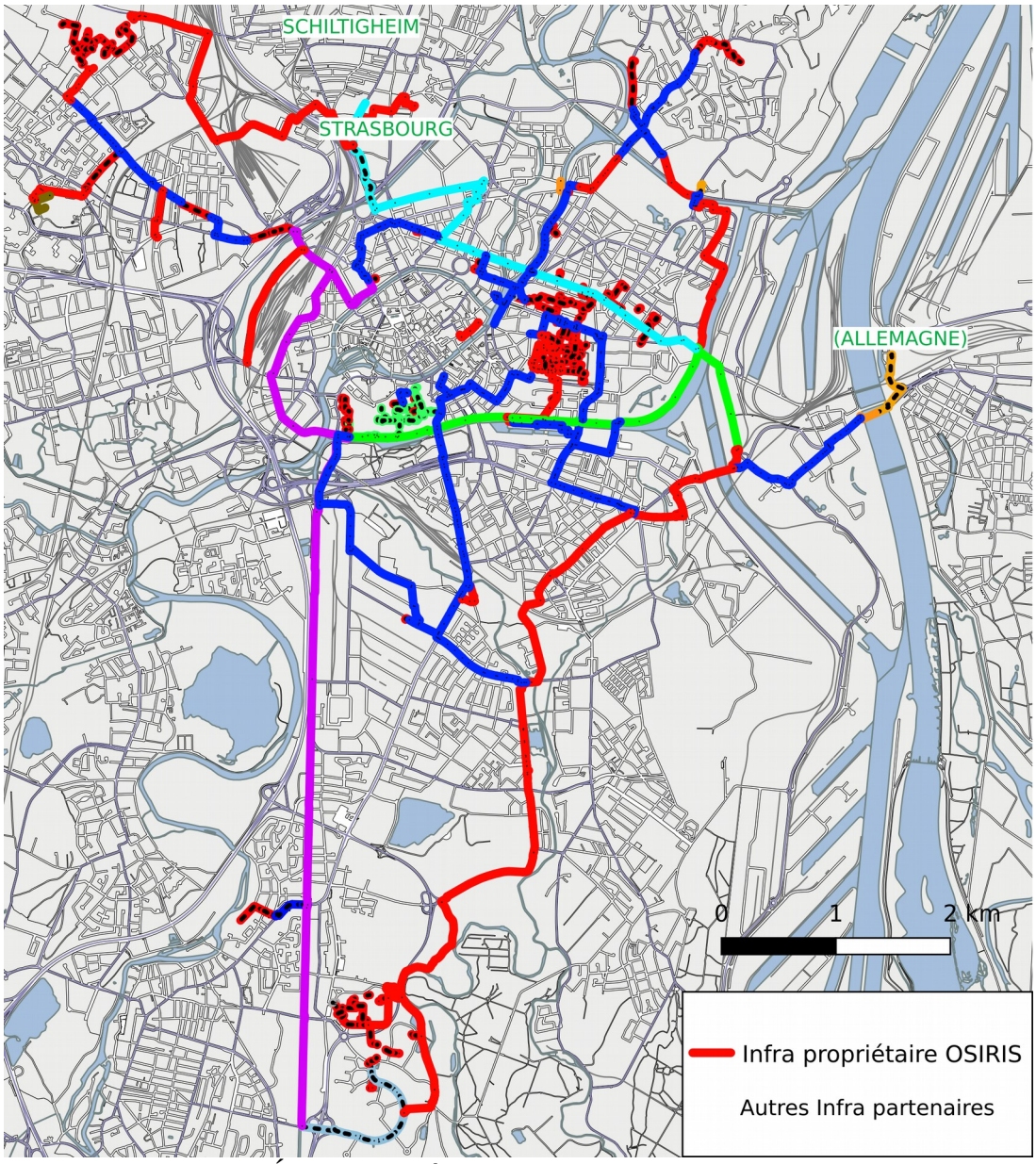


Figure 1 - Étendue du réseau Osiris sur le territoire de Strasbourg

3 Les solutions cartographiques

3.1 Opportunités

La métropole de Strasbourg s'est largement inscrite dans la directive européenne *Open Data*, en mettant à disposition des jeux de données cartographiques très fournis. Nous avions ainsi à notre portée des données gratuites qui allaient constituer le socle de notre SIG : le fond de plan cartographique. Il s'agit de données géo-référencées, comprenant la voirie, le bâti et les détails associés.

Pour l'exploitation de ces données, nous nous sommes orientés vers des outils libres tels que QGIS [2], le logiciel SIG et PostGIS [3], un système de gestion de base de données spatiales. Pour maîtriser ces nouveaux outils, nous nous sommes auto-formés à leur usage (tutoriels en ligne).

3.2 L'adoption d'un SIG

Suite aux opportunités décrites précédemment, nous avons mis en place *GéOsiris*, nom du SIG de notre infrastructure réseau. Au début, celui-ci était vierge de toutes données de génie-civil.

Pour l'alimenter en données génie-civil, il a fallu préalablement définir des couches métiers :

- les segments de fourreaux sont représentés par des traits avec leurs attributs,
- les chambres de tirage sont représentées par des polygones surfaciques.

L'ensemble des éléments précités et le fond de plan sont stockés dans une base de données spatiales PostGIS, hébergée sur un serveur virtualisé.

Quant à QGIS [2], client lourd, il est l'outil principal de visualisation et permet l'intégration des données.

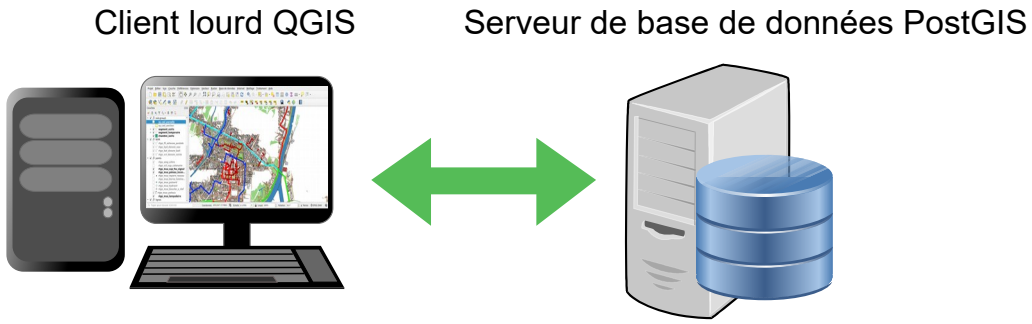


Figure 2 - Flux du SIG

Le système de coordonnées spatiales que nous utilisons est le Lambert 93 dans sa projection CC48 (EPSG : 3948).

3.3 Collecte de données métiers

Une fois les outils mis en place, il a fallu les alimenter en données. L'enjeu était d'injecter un historique de 15 années de documents papiers. Nous devions éviter de numériser de nombreux documents au format A0. Pour éviter cela autant que possible, nous avons demandé des plans numériques aux bureaux d'études.

Lorsqu'il n'existait pas de plan numérique, il nous a fallu soit numériser puis vectoriser les plans papiers, soit re-créer les réseaux segment par segment.

Nous avons réussi à obtenir deux tiers de nos plans au format numérique.

Dans tous les cas, il a fallu ré-aligner ces plans avec les points topographiques de références, ce qui représente un travail considérable, nécessitant parfois l'aide d'un géomètre.

3.4 Intégration des données

La collecte des données métiers a permis de disposer des cheminements exacts de nos fourreaux, sous différents formats. Les SIG peuvent ingérer ces données dans quelques formats compatibles. Nous avons privilégié une conversion dans le format « shapefile » ou « dxf » pour faciliter l'intégration. Un shapefile est un fichier de forme permettant de stocker les informations relatives à l'emplacement géométrique et aux attributs des entités géographiques.

Il a fallu ensuite saisir les couches métiers et renseigner toutes les données d'attributs pour chaque géométrie.

Ce travail d'intégration représente plus de 35 km linéaires de génie civil et plus de 350 chambres de tirage (représentées géométriquement sous forme de polygones).

Une fois les données intégrées, il a fallu en rendre la visualisation agréable. Cela signifie en particulier qu'il a fallu définir des légendes. Nous avons défini l'ensemble de la légende sous QGIS [2]. Par exemple, nous avons associé un symbole lisible à chaque élément constitutif du réseau. Pour alléger la lecture des informations, nous avons défini des échelles de visualisation, avec apparition d'étiquette du nom de l'objet à partir d'un certain niveau de zoom. Ces paramétrages ont été pensés pour assurer la lisibilité d'un plan s'il est imprimé en noir et blanc. En effet, dans certains cas, les plans imprimés servent de support de travail, en interne à l'équipe, ou à nos interlocuteurs.

3.5 Utilisation quotidienne

À ce stade, nous disposions de la cartographie complète de notre réseau de génie-civil et nous pouvions effectuer plusieurs tâches, comme :

- visualiser, éditer un plan ;
- faire des requêtes, quantifier des données, calculer des linéaires, exporter ;
- réaliser des géo-traitements (opérations entre géométrie).

Un des premiers usages de notre SIG était de faire évoluer notre application DT/DICT. Nous avons pu générer les plans automatiquement par une requête dans le SIG en fonction de la zone d'emprise nécessaire. Celle-ci effectue des requêtes sur la base PostGIS pour exporter un plan selon la zone d'emprise de la demande. Grâce à cela, nous avons pu automatiser entièrement l'édition du plan annexé. Comme les zones d'emprise sont également plus précises, nous avons pu limiter le nombre de réponses positives à une DICT ; nous sommes passés d'un volume de 5000 réponses (en 2010) à 2100 réponses en 2018.

3.6 Les évolutions

Nous nous sommes posés la question de l'accès à des sources d'informations cartographiques fiables. Pour cela, en janvier 2019, nous avons adhéré à la CIGAS (Commission de l'Information Géographique de l'Agglomération de Strasbourg). Ce partenariat nous permet d'accéder à de nouvelles données cartographiques encore plus précises. Cette adhésion nous a permis :

- de disposer de données plus précises ;
- d'accéder à des cercles d'échanges techniques, comparables à des réseaux métiers ;
- De faire face, avec d'autres institutions, aux aspects réglementaires qui sont assez contraignants.

La future évolution législative de 2026, imposera des relevés topographiques de très haute précision (classification en classe A : localisation de tous les réseaux avec une précision de 40 centimètres, en X, Y et Z pour la profondeur). La profondeur est une nouveauté, et représente pour nous une nouvelle donnée à traiter, ce qui implique des relevés par un géomètre assermenté. Nous allons mutualiser les coûts de ces prestations avec nos partenaires.

3.7 Les bénéfices

L'usage au quotidien de notre SIG permet de disposer d'une cartographie à jour de nos réseaux d'infrastructure. Il alimente également notre application de DT/DICT et génère automatiquement les plans au format souhaité. Il permet d'inventorier le patrimoine de manière exhaustive, ce qui induit un nombre très important d'objets et d'informations en base de données. Les requêtes sur cette base de données nous apportent des informations très riches.

4 Le SIG télécom

Après avoir décrit la solution cartographique qui est un socle solide, nous avons intégré l'ensemble des câbles de fibres optiques dans un outil informatisé. Il a fallu pour cela préciser les besoins et étudier le couplage avec l'outil déjà utilisé pour représenter les fourreaux.

4.1 L'expression de besoin

Nous souhaitions représenter très précisément nos liaisons optiques. Par exemple, lorsqu'un cheminement entre un point A et un point B emprunte une succession de tronçons de génie civil reliés par des chambres de tirage, nous avons besoin de stocker :

- pour chaque câble traversé, sa capacité et les numéros des brins utilisés ;
- l'emplacement de chaque jonction dans les chambres de tirage ;
- la description des soudures.

Nous avions également besoin de représenter les extrémités des liaisons :

- l'emplacement des tiroirs dans les armoires ;
- la position de la connexion optique ;
- le brassage passif intermédiaire réalisé par des jarretières.

Nous avons confronté nos besoins aux solutions déployées par nos partenaires habituels (ceux que nous côtoyons dans le cadre du génie civil). Nous avons également sondé les

opérateurs de télécom, à ce moment en plein boom du développement de la technologie *Fiber To The Home (FTTH)*.

Ceci nous a permis d'établir une *short-list* de solutions logicielles (des éditeurs Geomap-Imagis, Newis, 1Spatial, Ersi, Gismartware et Lugosys). Nous les avons étudiées en détail grâce à des formations dispensées par les éditeurs.

Ces ateliers se sont déroulés dans nos locaux de Strasbourg pendant un trimestre. Nous avons mis chaque solution à l'épreuve, pour les mêmes cas d'usage, sur une zone du réseau où nous avions une très bonne connaissance de l'architecture. Nous avons testé les logiciels en schématisant une tête avec de la fibre optique monomode et multimode dans un même tiroir. Il s'agit d'un usage peu courant et non standard.

À l'issue des ateliers, nous avons évalué les solutions selon une grille de critères :

- ergonomie de l'interface,
- fonctionnalités attendues,
- facilité d'intégration de données,
- coût d'acquisition.

Au final, nous avons retenu la solution NETGEO2 [4] distribuée par Gismartware. Il s'agissait d'un choix sans danger, car l'opérateur Free utilise NETGEO1 depuis de nombreuses années sur des déploiements en FTTH. Par ailleurs, l'éditeur Gismartware est au catalogue de l'UGAP [5].

4.2 Mise en place de la solution

Il a fallu préalablement déployer l'architecture pour accueillir cette application. NETGEO2 [4] est une application qui fonctionne avec un serveur de base de données SQLserver et un serveur d'application développé avec DotNET. Le moteur d'affichage des données cartographiques est basé sur ArcEngine de ESRI [6].

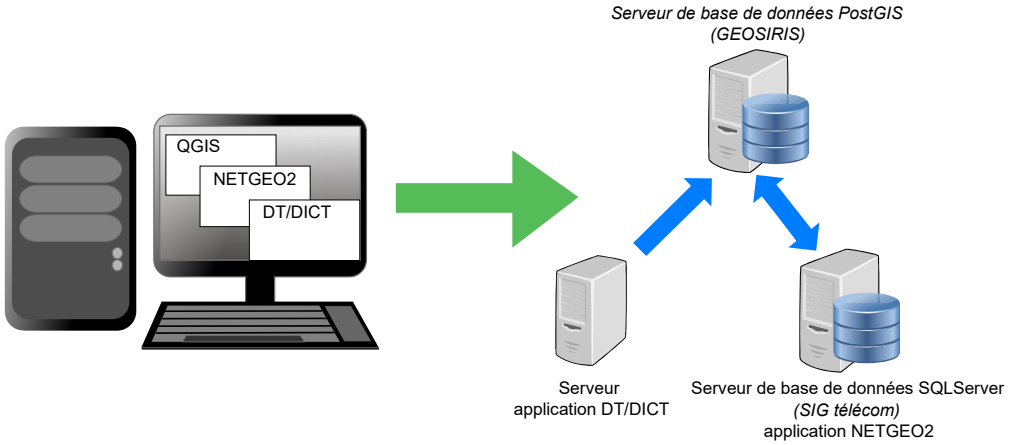


Figure 3 - Diagramme de flux

Une fois l'outil déployé, il a fallu, tout comme pour le SIG de génie civil, intégrer l'ensemble des données de base. Cela s'est passé en 2 temps :

1. La partie cartographie

   Pour cela, nous avons adapté un fond plan simplifié pour ne pas le surcharger en information et pour la rapidité d'affichage. Après le paramétrage, NETGEO2 [4] se connecte sur le serveur de données PostGIS, pour afficher le fond de plan. S'il y a une mise à jour de plan, elle se fait automatiquement.

2. Le génie civil

   Pour cet import, il fallait recréer des couches spécifiques adaptées à l'usage de NETGEO2 [4]. Contrairement au fond de plan, ces données sont intégrées directement dans la base de données de NETGEO2. En cas d'évolution et de mise du jour du réseau, ceci impose la mise à jour des 2 bases.

Ces opérations établies, elles représentaient les supports et points techniques de l'application, socle nécessaire pour représenter un câble à fibre optique d'un bâtiment vers un autre.

4.3 Pré-paramétrage

À ce stade, l'outil était prêt à recevoir ses premières données. Mais il fallait au préalable créer des modèles d'objets. Il faut autant de modèles que l'infrastructure contient d'éléments différents. Ils doivent être définis une seule fois. Puis les règles de nommage de ces objets doivent être paramétrées. Ces étapes sont essentielles pour avoir une nomenclature cohérente.

Pour les câbles optiques, nous avons décidé de traiter tous les types de câbles et capacités que nous possédons :

- type de câbles : monomode, multimode ou mixte,
- capacités : 6, 12, 24 ,72 brins, voire au-delà.

Pour les tiroirs d'extrémité, il a fallu définir :

- le type de connecteur : ST, SC-PC, SC-APC ou LC,
- le type de fibre, en monomode ou multimode,
- le type de raccord (simplex ou duplex).

Nous avons fait le choix d'insérer des objets très détaillés : site, local technique, armoire, boite de protection, jarretière. Grâce à ce niveau de détail élevé, nous pouvons facilement modéliser l'ensemble des éléments que nous rencontrons sur notre réseau.

4.4 La reprise de données

La reprise de données est un projet dans le projet. La difficulté consistait à faire correspondre ce qui avait été déployé depuis de nombreuses années sur le terrain dans nos solutions logicielles et nos conventions d'utilisation. De plus, du fait de l'étendue de notre réseau, nous avions un énorme ensemble de liaisons et de câbles optiques à reprendre. Le volume de données était colossal. C'est pourquoi, nous avons découpé notre réseau en six zones. Pendant toute la période de reprise, il a fallu maintenir la mise à jour des deux systèmes d'information, l'ancien et le SIG, tant que l'ensemble n'avait pas été intégré.

Pour l'une des six zones et à titre d'apprentissage, nous avons intégré nous-mêmes les données. D'une part, car nous disposions d'une bonne connaissance du secteur avec les documents associés et, d'autre part, pour valider nos modèles d'objets. Pour les autres zones, nous avons missionné notre prestataire de travaux et maintenance du réseau optique. En effet, ce prestataire disposait de l'historique des évolutions de notre réseau et nous souhaitions reprendre la maîtrise de nos données. Ce prestataire nous accompagne depuis de nombreuses années dans le déploiement de notre infrastructure et il dispose de ce fait de sources précieuses d'informations, notamment sur les passages de câble. Nous souhaitions fortement l'impliquer au projet, car notre mode de fonctionnement du déploiement et du récolement doit évoluer avec ce SIG.

Ce travail de reprise de données a pris 2 ans. Au-delà des saisies informatiques, il a fallu vérifier sur le terrain des éléments de câblage, comme le plan de soudures dans les boites de jonction. Il a fallu aussi vérifier les cheminements de câble. La qualité des données a donc considérablement augmenté.

Au global, ceci représente l'intégration de nombreux éléments métiers, voici les principaux :

- la création de 136 bâtiments,
- la représentation de 140 locaux techniques, contenant 151 baies réseaux,
- 300 câbles à fibres optiques, distribués sur 336 tiroirs d'extrémités,
- 88 boîtes de jonctions, intégrant 899 cassettes d'épissurages,
- 3 000 ports optiques connectables, 850 jarretières,
- et enfin 422 routes télécoms ont été modélisées.

4.5 Exploitation de NETEGO2

Après l'intégration de l'ensemble des données, nous avons pu abandonner notre ancien système d'information papier et l'archiver. L'objectif du passage au « tout numérique » a été atteint.

NETGEO2 [4] nous apporte des fonctionnalités indispensables pour l'exploitation de notre réseau.

Gérer l'affectation des routes optiques permet d'avoir une vision globale de toutes les routes optiques qui transitent sur le réseau. Il est ainsi possible d'identifier la succession de fibres optiques reliant un point A à un point B et de contrôler leur état (libre, réservée, affectée, hors service) tout en y associant les services déjà connectés ou ceux qui y sont potentiellement connectables. Cette fonctionnalité s'avère très utile pour le raccordement d'un nouveau client. De plus, en cas d'incident sur un objet du réseau (câble ou boîte), elle permet l'identification instantanée des impacts et la mise en place d'un plan de rétablissement.

Schématiser son réseau permet de visualiser les routes optiques, depuis leur nœud d'origine jusqu'à leur nœud d'extrémité, et l'ensemble des objets qu'elles traversent. Au quotidien, cette navigation constitue une aide précieuse pour les interventions sur le terrain. En effet, pouvoir naviguer et consulter dynamiquement les fiches des objets traversés nous aide dans notre travail d'exploitant. Enfin, des plans et schémas peuvent

être directement transmis à notre prestataire en charge des interventions, ce qui augmente leur précision et diminue le risque d'erreur.

Enfin, l'outil nous a amené à gérer différemment nos déploiements et extensions de réseau, par une suite de tâches : étude, modélisation, travaux, réception puis exploitation.

5 Conclusion

Quatre années : c'est le temps qu'il nous a fallu pour arriver à intégrer nos données d'infrastructure dans un SIG. Face aux difficultés, nous aurions pu abandonner le projet, mais nous avons cru au bénéfice qu'un tel outil pouvait apporter en tant que gestionnaire de réseau et de patrimoine.

Le SIG est un outil d'avenir parce que ses apports sont considérables et il est important de capitaliser les données dans une base dédiée.

Bibliographie

[1] ARTE : https://www.arte.tv

[2] QGIS : https://www.qgis.org

[3] PostGIS : http://www.postgis.fr

[4] NETGEO2 : https://www.gismartware.com/netgeo-telecom

[5] UGAP : https://www.ugap.fr

[6] ESRI : https://www.esrifrance.fr