

Modélisation d'un système d'information géographique pour une gestion performante d'un réseau moyenne tension par la technique du neutre effectivement mis à la terre

[Modeling a geographical information system for effective management of a medium voltage network using the technique of effectively earthed neutral]

Monkila Nkiwa Barthelemy¹, Muaka Ndombe Makula Justir², Jérôme Mwenze Ndala³, and Teddy Lwamba Muba⁴

¹Chef de Travaux, Département d'Informatique, Institut Supérieur Pédagogique et Technique de Kinshasa (ISPT-KIN), RD Congo

²Professeur Associé, Département d'Informatique, Institut Supérieur Pédagogique et Technique de Kinshasa (ISPT-KIN), RD Congo

³Assistant, Département d'Electronique, Institut Supérieur Pédagogique et Technique de Kinshasa (ISPT-KIN), RD Congo

⁴Professeur Associé, Département d'Electricité, Institut Supérieur Pédagogique et Technique de Kinshasa (ISPT-KIN), RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The Geographic Information System today plays a fundamental role in the life of organizations given its direct impact on its strategic and operational areas is built thanks to the contribution of materials provided by three main parameters: digital, electricity and geography, prototype tested at the National Electricity Company of the Democratic Republic of Congo. The advantage of this model is that the data is stored in the server so that the users - customers of the electricity network have access to it with a positive impact not only on the technical and commercial management of sales centers but also on the control system of senior management in real time. The data thus collected in the field made it possible to constitute a database for the operators of the electricity network. The aggregation of the above-mentioned elements has made it possible to develop an effective and efficient geographic information system, therefore efficient, and this by hybridization between database management software, vector drawing and image processing, for decision-making at the level of the company's organizational management system.

KEYWORDS: Remote sensing, topography, database, cartographie, digital, Ease.

RESUME: Le système d'Information Géographique joue aujourd'hui un rôle fondamental dans la vie des organisations vu ses impacts directs sur ses domaines stratégique et opérationnel est construit grâce à l'apport de matériaux fournis par trois principaux paramètres: le numérique, l'électricité et la géographie, prototype expérimenté à la Société Nationale d'Electricité de la République Démocratique du Congo. L'avantage de ce modèle est que les données sont logées dans le serveur pour que les utilisateurs – clients du réseau électrique y aient accès avec incidence positive non seulement sur la gestion technique et commerciale de centres de ventes mais aussi sur le système de pilotage de la haute direction en temps réel. Les données ainsi récoltées sur terrain ont permis de constituer une base des données pour les exploitants du réseau électrique. L'agrégation des éléments ci-haut cités a permis de développer un système d'information géographique efficace et efficient, donc performant et cela par hybridation entre les logiciels de gestion de base des données, le dessin vectoriel et le traitement de l'image, pour une prise de décision au niveau du système de management organisationnel de l'entreprise.

MOTS-CLEFS: Télédétection, topographie, base de données, cartographie, numérique, Ease.

1 INTRODUCTION

Le monde économique contemporain vit l'ère des réformes en cascade. Tous les secteurs sont concernés et celui d'électricité n'est pas épargné. Dans notre étude, il s'agit de doter la Société Nationale d'Electricité, notre champ expérimental, d'un système de gestion de base des données géographique pour raison d'efficacité et d'efficience de son système de pilotage.

La construction de ce modèle a tourné autour de trois composantes, à savoir: le **numérique**, la **géographie** et l'**électricité**. Trois paramètres du numérique qui est la quatrième révolution industrielle ont été associés dont l'informatique, le digital et l'automatisation. Le deuxième aspect qui

est la géographie fonction avec la topographie, la cartographie, la télédétection [1] et le GPS¹. Le troisième aspect l'électricité, elle, engrange la production susceptible d'être utilisée par les consommateurs éparpillés sur un espace géographique précis.

Notre question principale dans cette étude est la suivante: **Comment construire un prototype efficace et efficient de gestion de base des données géographiques susceptible de hisser la SNEL SA vers la performance ?** Et comme question subsidiaire, quelle est son incidence sur la structure organico-fonctionnelle de cette entreprise ?

Pour répondre à ces deux préoccupations sus évoquées, la première partie de ce travail sera dédiée aux matériaux de construction du modèle du prototype. Quant à la deuxième partie, elle sera consacrée à la présentation de la nouvelle structure adaptée à la nouvelle donne.

2 CONTEXTE

La mise en œuvre de notre modèle a des incidences réelles non seulement dans l'exploitation du potentiel énergétique très riche de la RDC qui a souscrit aux projets financés par les bailleurs de fonds internationaux tels que la banque mondiale (IDA), union européenne (UE) et banque africaine de développement (BAD) mais aussi au niveau de l'Unité de Coordination et de Management des Projets du Ministère des ressources hydrauliques et de l'électricité (UCM) où a été extrait le projet EASE² 2 lot MALT³. Ainsi la performance de notre modèle est que qu'il intègre une nouvelle dimension celle d'un système d'information, facteur essentiel dans la gestion moderne de réseau électrique.

La SNEL⁴ SA, en tant que société anonyme, est une société des capitaux dont les investisseurs au capital sont des actionnaires. Une société anonyme (SA) est en principe cotée en bourse. Pour cela elle doit avoir au minimum deux actionnaires et au maximum sept: ce qui n'est pas le cas aujourd'hui. Toutefois, elle est dirigée par plusieurs organes dont un conseil d'administration, un comité de gestion, une direction générale et dispose des sièges d'exploitation éparpillés sur l'ensemble du territoire national.

La SNEL SA a gardé son cordon ombilical avec le gouvernement à travers la tutelle technique exercée par le Ministère de l'énergie.

La SNEL SA, dans la Ville-Province de Kinshasa, fonctionne sous forme d'une direction départementale de distribution, en sigle DDK. Celle-ci est déconcentrée sur cinq directions régionales dont DKC⁵, DKN⁶, DKE⁷, DKS⁸ et DKO⁹. Elle gère un réseau électrique de 1080 MW

La partie du réseau électrique qui a fait l'objet note étude est celle de la DKO où est expérimentée l'implantation d'un réseau moyenne tension par la technique du neutre effectivement mis à la terre dans le cadre du projet EASE de la banque mondiale avec une incidence positive non seulement sur les consommateurs (fiabilité, régularité et présence constante de l'électricité) mais aussi sur la SNEL SA en termes de recouvrement et de chiffre d'affaires.

La construction du nouveau système d'information part de l'analyse de l'existant de la DKO pour aboutir à la création d'une base de données propre susceptible d'être dispatchée aux différents organes de gestion. Toutefois, pour raison de sécurité un système de redondance a été prévu dont l'emplacement est réservé aux autorités de la SNEL SA.

Pour raison d'efficacité, il a été prévu que le modèle soit adaptable aux **Administrateurs de la base des données**, d'une part et aux **Utilisateurs** d'autre part.

Cette base de données, pour plus de fiabilité et de sécurité a deux sources d'alimentation en énergie électrique, celle propre à la **SNEL SA** et une autre de secours composé d'un **groupe électrogène** (fig 5) et des **panneaux solaires** (fig 6).

3 MODELISATION DU PROTOTYPE DU SIG

Le prototype du modèle de gestion du système d'information géographique proposé comprend quatre dimensions à savoir (fig 1): la dimension topographique [2], le dimension base de données, la dimension cartographique [3] et la dimension langage de programmation avec python [4].

¹ Global Positioning System

² Electricity Access Services Expansion ou en français Projet d'Accès et d'Amélioration des Services Electriques

³ Mise à la terre

⁴ Société National d'Electricité Société Anonyme

⁵ Direction de Kinshasa Centre

⁶ Direction de Kinshasa Nord

⁷ Direction de Kinshasa Est

⁸ Direction de Kinshasa Sud

⁹ Direction de Kinshasa Ouest

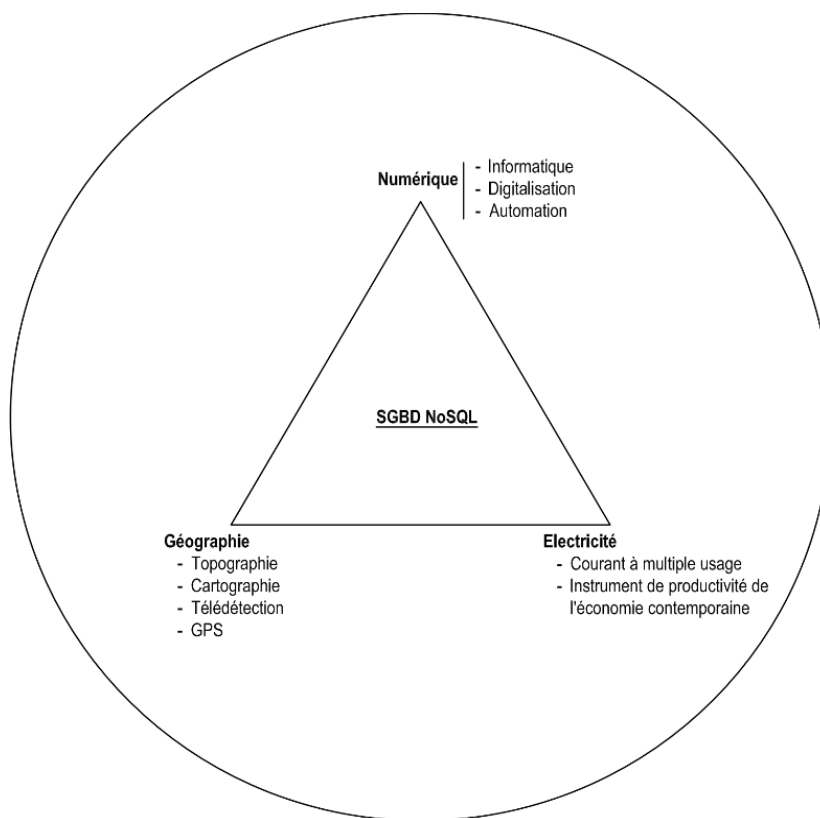


Fig. 1. Modèle du Système d'Information Géographique de la SNEL SA

3.1 DIMENSION TOPOGRAPHIQUE DU PROTOTYPE

3.1.1 PRINCIPE

La topographie est l'ensemble des travaux effectués pour procéder aux relevés métriques nécessaires à l'établissement de cartes et de plans de terrain. D'où la nécessité d'un levé topographique. Celui-ci consiste à collecter des données sur le terrain afin d'en proposer une restitution à l'échelle souhaitée sous forme d'un plan appelé **plan topographique**. Pour ce faire, il est nécessaire d'établir un système de coordonnées tridimensionnel dans lequel seront représentés l'objet ou le terrain relevé. En topographie terrestre, le tachéomètre, le capteur GNSS¹⁰, le lidar statique ou mobile, l'appareil photographique ou l'échosondeur peuvent constituer autant de moyens d'acquisition de données différentes et complémentaires. Dans cette procédure, l'apport du GPS est déterminant dans la mesure où il sert à lever les coordonnées d'un quelconque point sur la terre [5].

Durant cette étape la mesure de la distance entre deux points n'est pas nécessaire à l'exception des coordonnées (x, y, z) d'un point quelconque. Selon le principe du GPS [6], on utilise deux méthodes dont l'une est différentielle et l'autre pseudo différentielle [7].

3.1.1.1 MÉTHODE DIFFÉRENTIELLE

Le système GPS d'origine américaine [8] (USA) est commercialisé avec un dérèglement pour erroné les mesures pour il faut quelques mesures de précaution avant l'utilisation. On a donc imaginé la procédure suivante pour pallier ce mauvais calibrage:

Etape 1: On place un récepteur à un point connu avec grande précision (par des moyens géodésiques conventionnels, ou en mesurant les coordonnées de ce point pendant un laps de temps assez long et en traitant ces données après à l'aide d'un ordinateur);

Etape 2: On raccorde à ce récepteur un émetteur radio qui envoie la position mesurée;

Etape 3: Le mobile à situer possède lui aussi un récepteur GPS, mais dispose en plus d'un récepteur radio et d'un calculateur;

¹⁰ Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites

Etape 4: Le calculateur récupère les données fournies par les deux GPS, et, connaissant la position réelle du GPS de référence, il en déduit une erreur;

Etape 5: Cette erreur sert ensuite à corriger la position du mobile donnée par le GPS.

3.1.1.2 LE MODE PSEUDO DIFFÉRENTIEL

Le système différentiel a l'inconvénient de demander une position de référence précise et bien définie ce qui implique que tout déplacement de la référence doit faire l'objet d'un nouveau levé géodésique.

Pour les projets où la position géodésique exacte n'a pas d'importance, on peut procéder de la façon suivante:

Etape 1: On place le GPS de référence à un point que l'on définit comme référence mais dont on ne connaît pas la position exacte;

Etape 2: Le second GPS est équipé du calculateur et du récepteur radio;

Etape 3: Le calculateur n'effectue plus une correction d'après une valeur absolue mais mesure simplement le déplacement d'un GPS par rapport à l'autre (soustraction de position).

On a donc en sortie du calculateur une position donnée, liée aux repères géodésiques locaux. L'erreur est aussi compensée puisque les 2 positions sont entachées de la même erreur, offset éliminé lors de la soustraction.

Ce système est ainsi souple puisqu'il ne nécessite pas de position formelle.

Le topographe est un spécialiste des mesures de terrain. Sa présence est indispensable sur les chantiers de grandes envergures. Faire recours à un topographe sur un chantier c'est consulter un spécialiste du domaine. Il intervient avant, au cours et à la fin du chantier (fig 4).

3.1.2 RÉSULTAT

L'application du principe décrit ci-dessus a permis d'obtenir le résultat présenté dans le tableau ci-dessous:

Tableau 1. Coordonnées cartésiennes de quelques cabines du projet EASE Lot 2 MALT

N°	Poche Noire 7			
	Poteau -Identification	Nom du poteau	Coordonnée en X (en mètre)	Coordonnée en Y (en mètre)
1	PRO0141	PPRO 7-6	524176.5323	9501732.3854
2	PPRO0319	PPRO 7-2	524679.8683	9501367.3751
3	PRO0524	PPRO 7-7	524311.0747	9501452.9300
4	PRO0443	PPRO 7-3	525060.8705	9501131.5640
5	PRO0477	PPRO 7-4	524935.7804	9500934.0073
	Poche Noire 8			
6	PRO0072	PPRO 8-1	523099.6031	9501275.5913
7	PRO0001	PPRO 8-5	523072.2887	9501715.2299
8	PRO0855	PPRO 8-4	523081.4880	9501785.2878
9	PRO0767	PPRO 8-2	523223.4690	9501765.1198
10	PRO0804	PPRO 8-3	523389.2881	9501866.9839
	Poche Noire 9			
11	PRO0779	PPRO 9-1'	521566.0147	9504353.2203
12	PRO0820	PPRO 9-2'	521333.2276	9504428.3804
13	PRO0840	PPRO 9-3'	521231.4666	9504399.4341
14	PRO0020	PPRO 9-13/3	521784.1536	9504402.2938
15	PRO0754	PPRO 9-9'	521462.1820	9504272.7484
16	PRO0020	PPRO 9-13/2	521801.4990	9504297.2885
17	PRO0738	PPRO 9-4'	521600.0245	9504202.9713
18	PRO0337	PPRO 9-8'	521557.1179	9504134.2403
19	PRO0350	PPRO 9-13/4	521784.0038	9504183.3216
20	PRO0572	PPRO 9-6'	521761.3000	9503646.7000
21	PRO0331	PPRO 9-13/1	521804.3629	9503822.1706
22	PRO0524	PPRO 9-5'	522114.5268	9503622.7383
23	PRO0929	PPRO 9-7'	522061.6318	9503788.3537

Poche Noire 11				
24	PRO0513	PPRO 11-3	526730.5347	9505095.3936
25	PRO0522	PPRO 11-2	526895.5072	9505019.6193
26	PRO0563	PPRO 11-4	527070.2661	9505172.2340
27	PRO0597	PPRO 11-5	527128.9979	9504880.5447
28	PRO0546	PPRO 11-1	527049.2157	9504936.9867

Commentaire:

L'usage de GPS a permis au topographe de déterminer avec précision les 28 lieux de pose de cabines électriques de poches noires 7 (5 points), 8 (5 points), 9 (13 points) et 11 (5 points) en indiquant les coordonnées (x, y) en mètre.

3.1.3 IMPORTANCE DES COORDONNÉES RELEVÉES POUR LE TOPOGRAPHE

Avant le début du chantier, le topographe a pour rôle de prendre des relevés métriques afin de connaître les limites du terrain à exploiter. Il permet de définir le bornage (piquetage) et les limites juridiques du terrain sur lequel doit se réaliser la construction de la ligne électrique. Cette étape du travail peut se faire au bureau dans un premier temps puis sur le terrain.

Au bureau, le topographe peut se servir des cartes détaillées, d'un dossier de demande d'appel d'offre et de tout autre type de plans existants pour identifier le terrain sur lequel la construction doit s'établir. Après avoir fait ce travail, il peut se rendre sur le terrain pour faire la reconnaissance réelle des mesures des cartes.

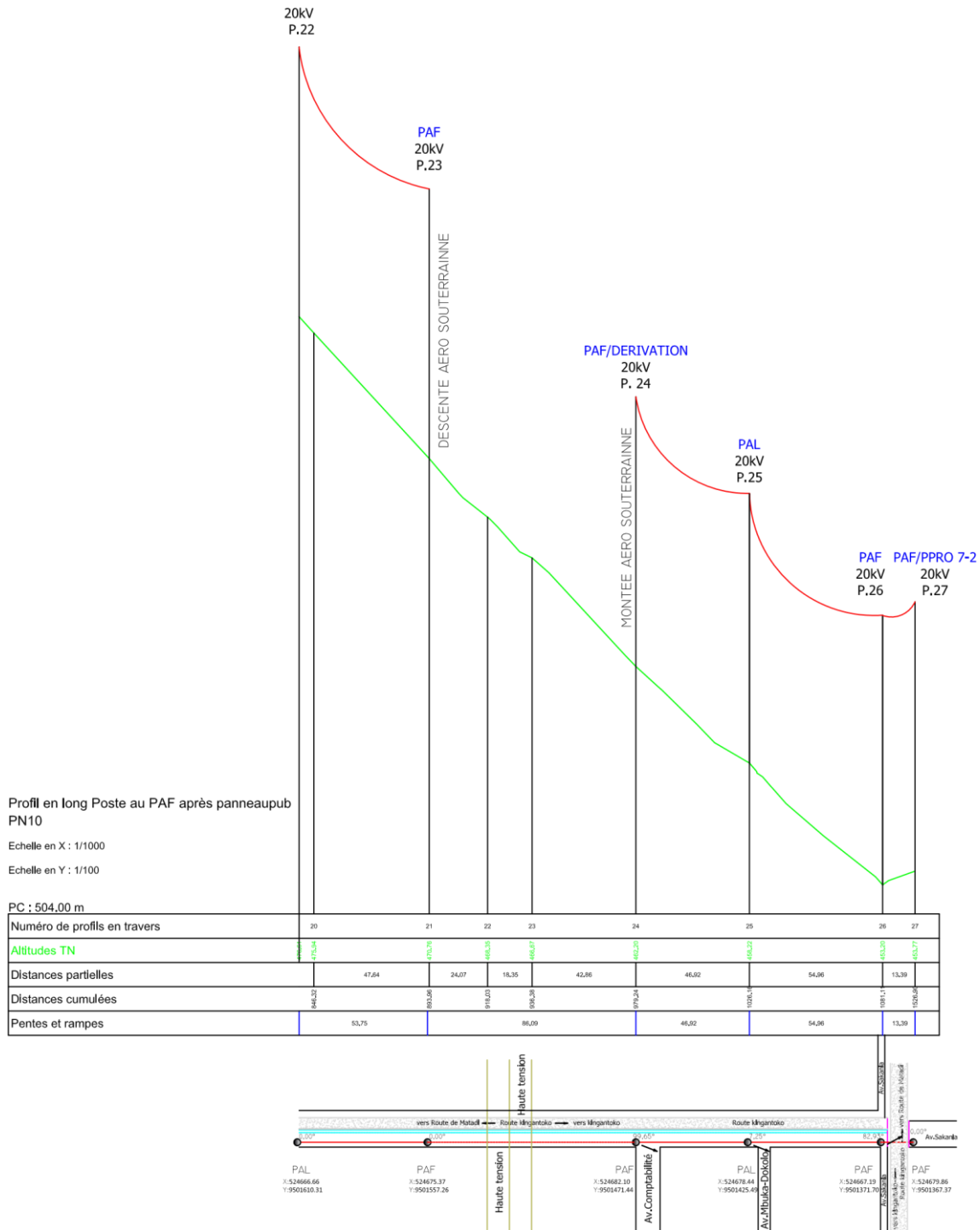


Fig. 2. Une partie du profil en long

Au cours du chantier, le topographe réalise la phase d'implantation. Elle consiste à reporter de manière physique sur le terrain toutes les mesures prises au préalable sur les cartes. Le topographe dans ce cas suit le chantier et s'assure que les mesures sont respectées. Il permet aussi à l'équipe de constructeurs de ne pas dépasser les limites du terrain et de ne pas entrer sur les propriétés d'autrui (tableau 1).

A la livraison du chantier, le topographe réalise la phase du recollement (les plans asbuilt). Elle consiste à s'assurer que la construction réalisée ou le chantier livré est une copie conforme du projet de départ. Il s'agit ici en de comparer ce qui est fait de ce qui a été prévu. Le topographe intervient aussi sur le long terme pour ce qu'on appelle de l'auscultation. Cela consiste à observer les constructions dans leur évolution, dans leur mouvement et de noter les possibles déformations qu'elles peuvent subir.

Pour réaliser les relevés métriques, le topographe se sert de différents appareils et outils de plus en plus modernes de nos jours. Pour prendre les mesures sur le terrain, le topographe se sert d'une station totale qui facilite le travail. Elle prend les mesures en incluant les angles et les distances d'un point à un autre sur le terrain. Il faut préciser que de nos jours les outils du topographe sont de plus en plus robotisés. Ils représentent 80 % du chantier.

3.2 DIMENSION BASE DES DONNÉES DU PROTOTYPE [9], [2]

Les objectifs poursuivis à travers l'élaboration de la base de données géospatiales sont de (fig 4):

- Disposer d'une cartographie dynamique et de statistiques officielles, fiables, uniformisées et à jour du réseau électrique de villes desservie par la SNEL SA [10] sur l'ensemble du territoire national congolais;
- Conception d'une base de données MongoDB [11] orientée documents couplant les données géométriques des différentes infrastructures du réseau électrique sur un noyau relié à un Système d'Information Géographique.

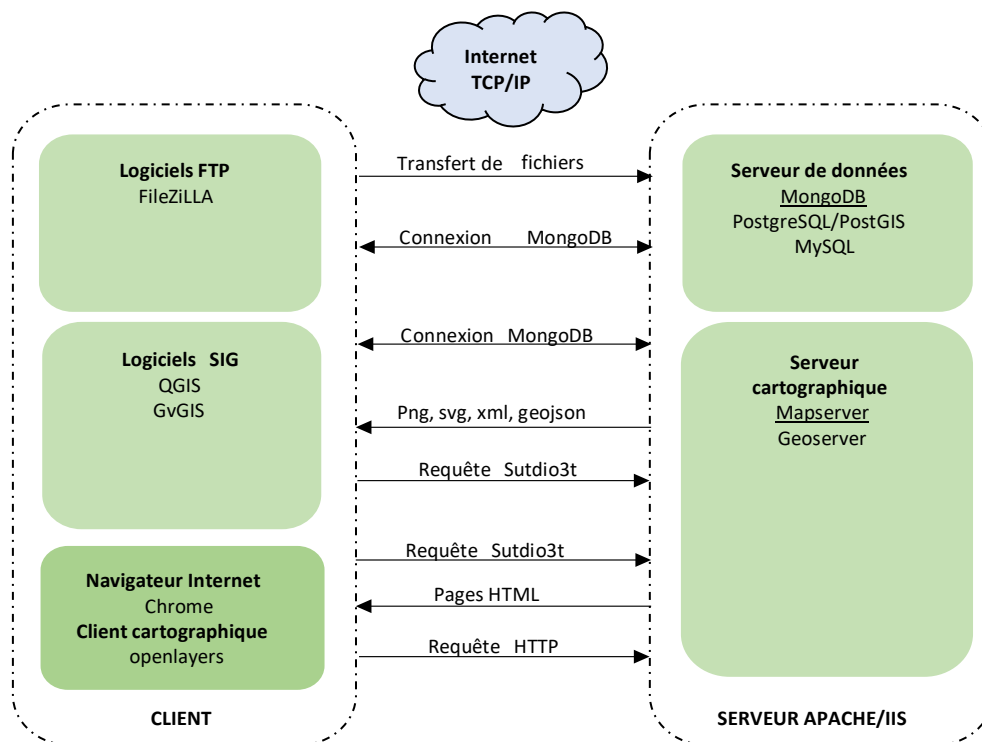


Fig. 3. Modèle de déploiement et de fonctionnement des serveurs

Commentaire:

La base de données fonctionne selon le mode client-serveur [12]. En effet la base de données à plusieurs utilisateurs et chacun peut se connecter à la base de données de n'importe quel endroit où il se trouve sur la surface de la terre.

3.3 DIMENSION CARTOGRAPHIQUE DU PROTOTYPE

DÉPLOIEMENT DE LA BASE DE DONNÉES DANS LES SERVEURS [13]

La base de données est déployée dans les serveurs appropriés dont un serveur de données, un serveur cartographique et un serveur web. Des solutions techniques reposant sur des logiciels à code ouvert et sous licence libre sont utilisables (figs 3 et 4).

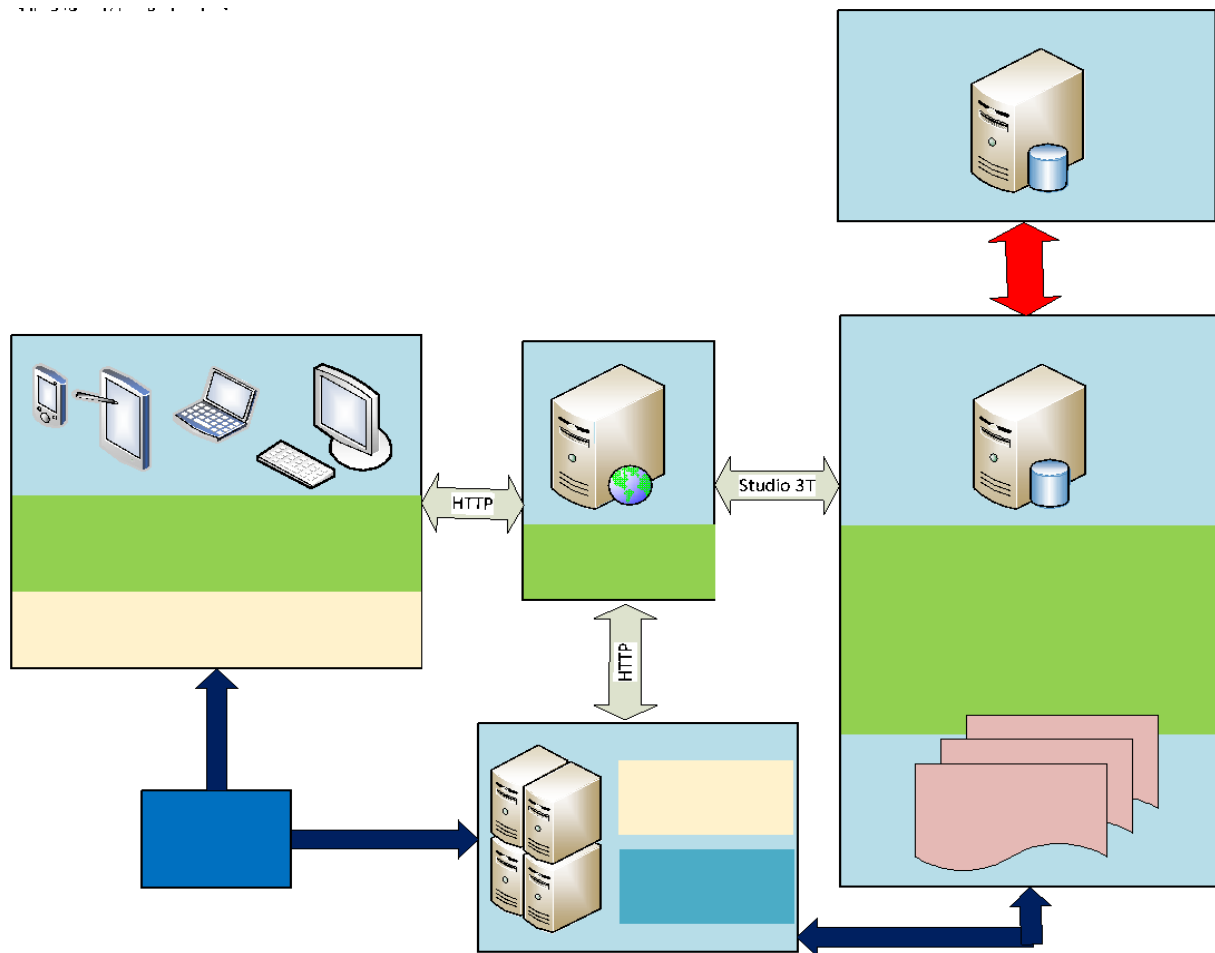


Fig. 4. Schéma de déploiement de la base de données de la DKO de la SNELSA

Commentaire:

Dans notre modèle, nous avons opté pour les solutions informatiques suivantes avec objectif précis:

- PostgreSQL/PostGIS, MongoDB pour la gestion des données;
- MapServer, Autodesk MapGuide ou encore Geoserver pour la gestion des cartes;
- Apache ou IIS pour le web.

DÉFINITION ET IDENTIFICATION DES ACTEURS

Les serveurs de base de données (fig 3) sont utilisés pour stocker, récupérer et gérer des données dans des bases de données. Il est également utilisé pour gérer les mises à jour des données. Cela permet à plusieurs serveurs Web et utilisateurs d'accéder simultanément à cette base de données. En contrepartie, la sécurité et l'intégrité des données – présentées en millions d'éléments auxquels des milliers d'utilisateurs peuvent accéder simultanément - sont garanties [14].

En plus de ces fonctions de base, le logiciel de serveur de base de données fournit des outils qui rendent l'administration de la base de données simple et rapide, tels que l'exportation de données, la configuration de l'accès des utilisateurs et la sécurisation des bases de données.

Selon le contexte, le terme **serveur de base de données** (fig 3) peut faire référence au matériel et aux logiciels utilisés pour exécuter les bases de données. En tant que logiciel, le serveur de base de données est la partie principale de l'application de base de données et suit le modèle client-serveur traditionnel. Dans notre modèle, les serveurs de base de données sont des ordinateurs dédiés haut de gamme et performant qui hébergent des bases de données.

Une base **de données** (appelée BDD pour plus de simplicité) est une collection d'informations organisées de manière à faciliter la recherche, la gestion et la mise à jour. Dans cette base de données, les données sont organisées en lignes, colonnes et tables.

Il est indexé afin que les logiciels informatiques puissent facilement trouver l'information qu'ils recherchent. Les données sont mises à jour et parfois supprimées au fur et à mesure que de nouvelles informations sont ajoutées (fig 3).

Dans notre modèle, les bases de données NoSQL [15] sont choisies pour les grandes quantités d'informations qu'elles peuvent contenir comme celles que regorgent le réseau électrique de la SNEL SA. En effet, les bases de données relationnelles n'ont pas été conçues pour le Big Data et des problèmes de performances peuvent survenir si l'ensemble de données est trop volumineux. Les bases de données NoSQL sont idéales lorsque les entreprises doivent analyser de grandes quantités de données non structurées ou de données stockées sur plusieurs serveurs cloud virtuels. Avec l'avènement du big data, les bases de données NoSQL sont de plus en plus utilisées.

La **redondance** est une duplication d'un élément nécessaire au fonctionnement normal d'un système informatique pour compenser la défaillance éventuelle de cet élément, assurant ainsi la continuité des fonctions informatiques essentielles, illustré par la fig 3 ci-haut présenté.

Un **administrateur de base de données** est le responsable de la maintenance d'un tel environnement. Conception du système, mise en œuvre, maintenance, création de règles. Une formation par compétence des employés à la gestion et à l'utilisation de la base de données s'avère nécessaire. Le prototype est présenté à la fig 3 ci-dessus.

Les DBA ont généralement une formation en informatique et une expérience pratique avec une ou plusieurs bases de données. Ils doivent également avoir de l'expérience avec les principaux produits informatiques de gestion de bases de données tels que SQL, SAP et Oracle.

Le modèle permet aux utilisateurs d'accéder facilement et en sécurité à la base de données sur Internet. Les bases de données sont utilisées par une grande variété d'industries (finance, assurance, gouvernement, médias, écoles, électrique) à des fins diverses (gestion des stocks, gestion des ressources humaines, contrôle de la production [16], comptabilité, facturation).

Bref, la base de données d'aujourd'hui apparaît comme un outil indispensable non seulement pour la généralisation de l'information, mais aussi pour sa simplicité d'utilisation et sa simultanéité. Ces types de conteneurs de données sont une source inépuisable d'informations grâce aux outils informatiques qui les mettent à la disposition des utilisateurs pour la prise de décisions.

FUNCTIONNEMENT

La base de données doit être disponible à tout moment et pour éviter l'interruption de service en cas de coupure de la source principale (SNEL SA), certaines alimentations sont connectées à un système de secours pour assurer la continuité de service.

Cette alimentation de secours est composée de:

- **Groupe électrogène [17]**

Un groupe électrogène est un système autonome capable de produire de l'électricité. La plupart des groupes électrogènes sont constitués d'un moteur thermique qui entraîne un alternateur (figs 4 et 5). Leur taille et leur poids varient de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. La puissance du générateur est exprimée en VA, kVA (kilovolt ampères) ou MVA (mégavolt ampères), selon la puissance. Les agrégats les plus puissants sont entraînés par des turbines à gaz ou de gros moteurs diesel [18].



Fig. 5. En cas de coupure du réseau électrique (SNEL): Le groupe électrogène est démarré à la main



Fig. 6. En cas de coupure du réseau électrique (SNEL): Le groupe électrogène démarre automatiquement

• Kits solaires

Autonomes permettent l'alimentation et la production d'électricité dans des lieux isolés non connectés au réseau électrique public. Bien entendu, un kit solaire signifie que la source d'énergie provient de l'énergie solaire, dite énergie renouvelable. Il s'agit en fait de panneaux solaires photovoltaïques. C'est un kit solaire "autonome" car il fonctionne de manière totalement autonome sans avoir à dépendre du réseau électrique public (fig 6).

Ces systèmes photovoltaïques ont des performances différentes telles que [19]:

- ✓ Un panneau solaire de 230V pour générer plus d'énergie;
- ✓ Un kit solaire de 400V pour alimenter une structure plus imposante.

Produire de l'énergie électrique à l'aide d'un système solaire est une solution durable et respectueuse de l'environnement qui peut réduire votre facture d'électricité.



Fig. 7. Tour global d'une installation solaire autonome avec un régulateur MPPT

Légende:

1. Panneau solaire; 2. Batterie; 3. Régulateur MPPT; 4. Onduleur.

Un régulateur MPPT ou Maximum Power Point Tracking (traduction française = "recherche du point de puissance maximum") est un convertisseur électronique DC/AC (courant continu vers courant alternatif) qui optimise en permanence les paramètres électriques de fonctionnement entre les trois systèmes suivants:

- Le système photovoltaïque (constitué d'un ou plusieurs panneaux solaires);
- Le dispositif batterie (composé d'une ou plusieurs batteries);
- Les applications utilisant l'énergie (moteur, pompe, ordinateur, éclairage et réfrigérateur).

Ces régulateurs peuvent aussi être appelés " Power Trackers", appellation à ne pas confondre avec le terme " Panel Trackers " qui désigne un système mécanique mobile destiné à recevoir des panneaux solaires et capable de suivre la course du soleil (principe du tournesol).

3.4 DIMENSION LANGAGE DE PROGRAMMATION DU PROTOTYPE AVEC PYTHON [20]

3.4.1 ORIGINE DU LANGAGE DE PROGRAMMATION PHYTON

Créé en 1991, le langage de programmation Python apparut à l'époque comme une façon d'automatiser les éléments les plus ennuyeux de l'écriture de scripts ou de réaliser rapidement des prototypes d'applications.

Depuis quelques années, toutefois, ce langage de programmation s'est hissé parmi les plus utilisés dans le domaine du développement de logiciels, de gestion d'infrastructure et d'analyse de données

3.4.2 LANGAGE PYTHON

Python est un langage de programmation open source créé par le **programmeur Guido van Rossum** en 1991. Il tire son nom de l'émission Monty Python's Flying Circus.

Il s'agit d'un langage de programmation interprété, qui ne nécessite donc pas d'être compilé pour fonctionner. Un programme "interpréteur" permet d'exécuter le code Python sur n'importe quel ordinateur. Ceci permet de voir rapidement les résultats d'un changement dans le code. En revanche, ceci rend ce langage plus lent qu'un langage compilé comme le **C**.

En tant que langage de programmation de haut niveau, Python permet aux programmeurs de se focaliser sur ce qu'ils font plutôt que sur la façon dont ils le font. Ainsi, écrire des programmes prend moins de temps que dans un autre langage. Il s'agit d'un langage idéal pour les débutants (fig 4).

3.4.3 AVANTAGES DU LANGAGE PYTHON

Le langage Python doit sa popularité à plusieurs avantages qui profitent aussi bien aux débutants qu'aux experts. Tout d'abord, il est **facile à apprendre et à utiliser**. Ses caractéristiques sont peu nombreuses, ce qui permet de créer des programmes rapidement et avec peu d'efforts. De plus, sa syntaxe est conçue pour être lisible et directe.

Un autre avantage du Python est sa popularité. Ce langage **fonctionne sur tous les principaux systèmes d'exploitation** et plateformes informatiques. De plus, même s'il ne s'agit clairement pas du langage le plus rapide, il compense sa lenteur par sa versatilité.

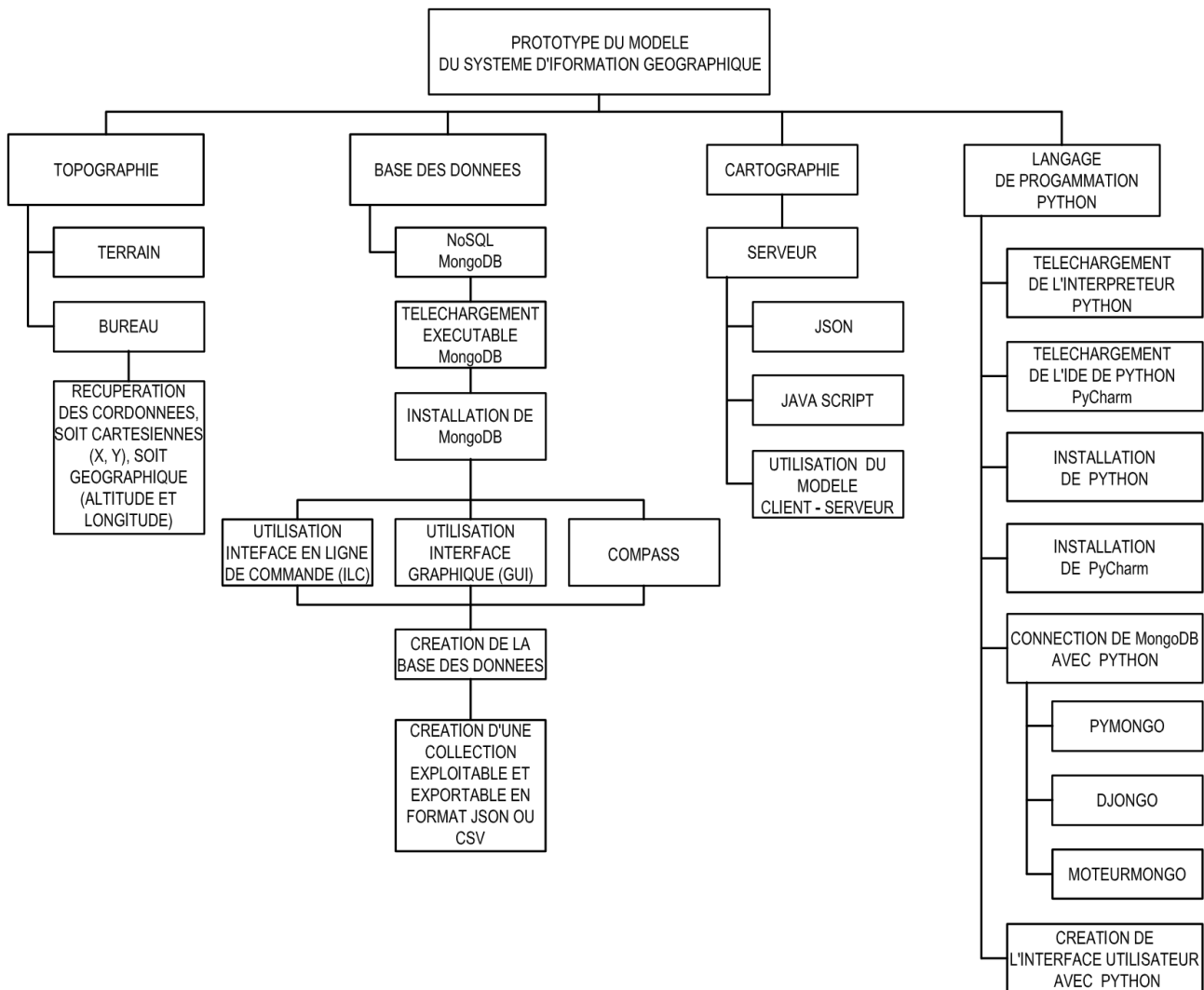


Fig. 8. Procédure de prototypage du Modèle du SIG de SNEL SA

Enfin, même s’il est principalement utilisé pour le Scripting et l’automatisation, ce langage est aussi utilisé pour **créer des logiciels de qualité professionnelle**. Qu’il s’agisse d’applications ou de services Web, le Python est utilisé par un grand nombre de développeurs pour créer des logiciels.

La dimension **topographique**, qui est la première, part des levées topographiques de terrain avec des appareils appropriés notamment une station totale et un GPS différentiel. Ces appareils topographiques, ramenés au bureau, sont connectés à l’ordinateur pour extraire les données. Celles-ci servent à produire les coordonnées cartésiennes (X et Y) (tableau 1) ou géographiques (longitude et latitude) suivant le besoin d’information nécessaire au décideur. La deuxième dimension, celle de **base des données**, se fonde sur le système de gestion de base des données NoSQL avec MongoDB qui peut s’installer soit en utilisant l’interface en ligne (ILC), soit par l’interface graphique (GUI) ou par Compass. Leur combinaison a permis de déboucher à la création d’une collection exploitable en format JSON, lisible sur un serveur cartographique. A la troisième dimension, celle **cartographique**, qui fonctionne en mode client-serveur utilise le langage de programmation Python pour la communication de ces deux acteurs. La quatrième et dernière dimension, celle du **langage de programmation** informatique qui met à la disposition de l’utilisateur un écran de travail appelé interface entre la base des données et le serveur cartographique. Devant la panoplie de langages de programmation informatique, il a été choisi le langage Python souple dans l’élaboration du code (script) et compatible avec java script.

De ce qui précède, notre modèle de prototype a une incidence positive sur la performance de gestion de la SNEL SA. Ce nouveau modèle a permis de restructurer la SNEL SA par l’élévation de l’informatique (fig 5) à une fonction à part entière à la fois centralisée à la Direction Générale et décentralisée dans les autres entités géographiques et fonctionnant comme une Direction Départementale.

Dans le même sens de l’innovation, la Fonction commerciale [21] a été introduite dans la structure organico-fonctionnelle non seulement à la Direction Générale mais aussi à la DDK et DKO (Direction de Kinshasa Ouest) car elle est la plaque tournante du chiffre d’affaires générateur des ventes [22] transformables en recettes/produits, prises en compte par une comptabilité appropriée. C’est à ce prix que la nouvelle Gestion rend la SNEL SA performante.

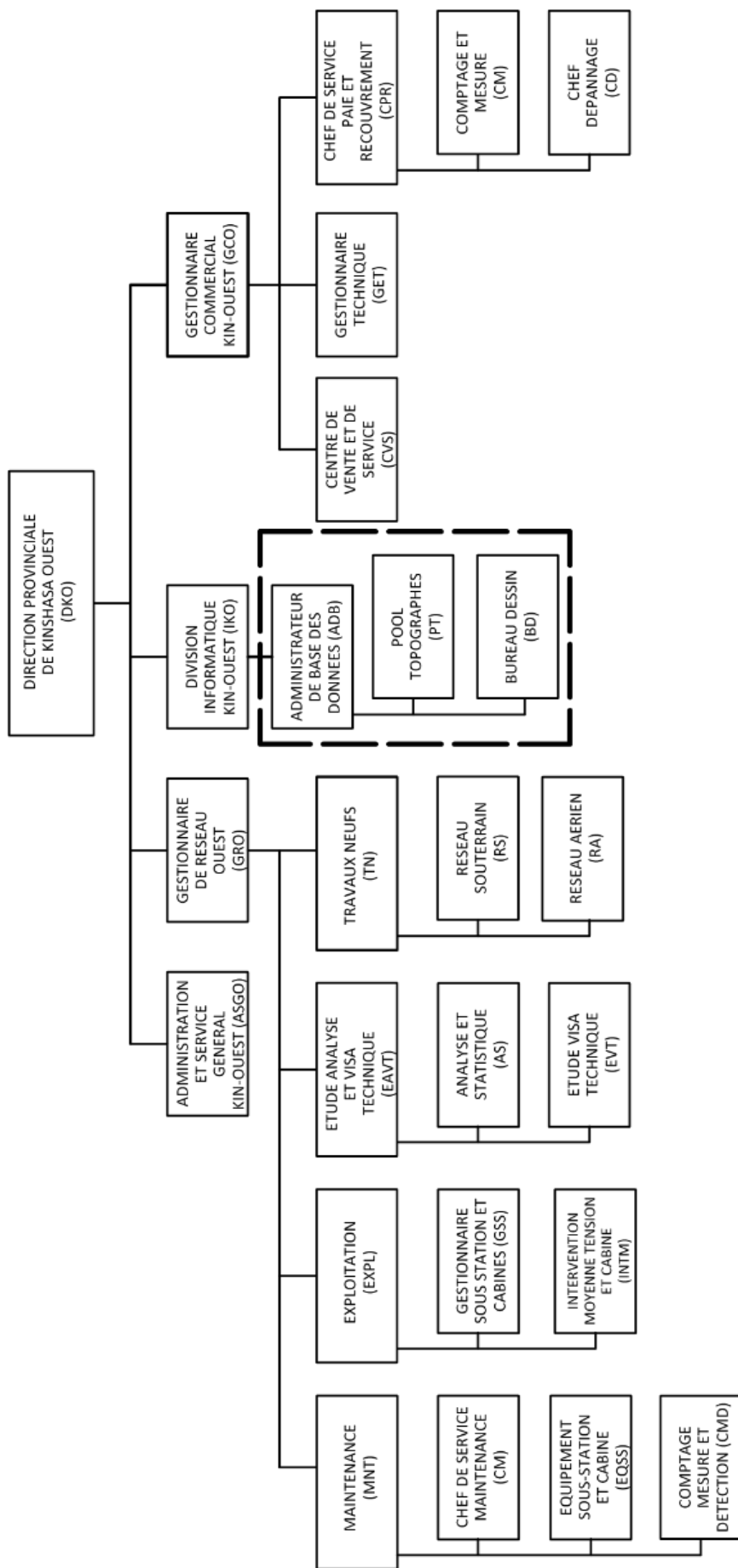


Fig. 9. Nouvelle configuration du service Informatique de la DKO de la SNELSA

4 CONCLUSION

La modélisation de notre système d'information géographique a exploité quatre dimensions: topographique, base des données, cartographique et langage de programmation Python. La première, part des levées topographiques de terrain avec des appareils appropriés notamment une station totale et un GPS différentiel. Ces appareils topographiques, ramenés au bureau, sont connectés à l'ordinateur pour extraire les données. Celles-ci servent à produire les coordonnées cartésiennes (X et Y) ou géographiques (longitude et latitude) suivant les besoins; la deuxième, celle de base des données, se fonde sur le système de gestion de base des données NoSQL avec MongoDB qui peut s'installer soit en utilisant en interface en ligne (ILC), soit par interface graphique (GUI) ou par Compass. Leur combinaison a permis de déboucher à la création d'une collection exploitable en format JSON, lisible sur un serveur cartographique. À la troisième, celle cartographique, fonctionne en mode client-serveur utilise le java script; la quatrième, celle du langage de programmation Python, permet l'interfaçage entre la base des données et le serveur cartographique. Le langage de programmation informatique adoptée pour un bon fonctionnement de notre modèle du système d'information géographique est le langage Python.

REFERENCES

- [1] F. E. González, J. M. Ruiz, et F. M. Acosta, « MANUEL de TÉLÉDÉTECTION SPATIALE ». 21 octobre 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://www.grss-ieee.org/wp-content/uploads/2014/07/FR_TUTORIAL_COMPLETO.pdf
- [2] C. Brezinski, « Géodésie, topographie et cartographie », Bulletin de la Sabix. Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de l'École polytechnique, n° 39, p. 32-66, 2005.
- [3] P. Lagacherie, D. Arrouays, et C. Walter, « Cartographie numérique des sols: principe, mise en œuvre et potentialités », *Etude et Gestion des Sols*, vol. 20, n° 1, p. 83-98, 2013.
- [4] J. M. Zelle, *Python programming: an introduction to computer science*. Franklin, Beedle & Associates, Inc., 2004.
- [5] B. Abderrahman, « COURS DE NOTIONS DE TOPOGRAPHIE ». 2 août 2018. [En ligne]. Disponible sur: <https://fr.scribd.com/document/150911466/cours-topographie-pdf>.
- [6] T. Brassard, G. Desservy, et D. Joly, « Le GPS comme source de données géographiques à grande échelle: Réalisation d'un test au Svalbard », *L'Espace géographique*, p. 23-30, 1998.
- [7] N. Stroobants, *Cours de topographie*, vol. 3. A. Wesmael-Charlier, 1895.
- [8] L. M. Reynolds, « Meet Dr. Gladys West, the hidden fig behind your phone's GPS », *Massive Science*, vol. 25, 2019.
- [9] R. Ramakrishnan, J. Gehrke, et J. Gehrke, *Database management systems*, vol. 3. McGraw-Hill New York, 2003.
- [10] SNEL, « PRESENTATION DE SNEL ». 15 juin 2018. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.snel.cd/about/identite.php/cd001fr.pdf>
- [11] S. Hoberman, *Data Modeling for MongoDB: Building Well-Designed and Supportable MongoDB Databases*. Technics Publications, 2014.
- [12] M.-E. B. Chaumon et C. Bessière, « Du serveur au client ».
- [13] E. Habert, « Qu'est-ce qu'un système d'information géographique », *Laboratoire de cartographie appliquée, IRD*, 2000.
- [14] T. Bernhardsen, *Geographic information systems: an introduction*. John Wiley & Sons, 2002.
- [15] C. Strauch, U.-L. S. Sites, et W. Kriha, « NoSQL databases », *Lecture Notes, Stuttgart Media University*, vol. 20, p. 24, 2011.
- [16] SNEL-SA, « Production ». 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://snel.cd/?page_id=6339#.
- [17] S. M. GBANGOU, L. NASSARA, et M. DOSSOU, « Contribution à la maintenance des groupes électrogènes du système d'alimentation secours de l'usine SODECO Parakou 2 », EPAC/CAP/UAC, 2021.
- [18] ENDRESS, « Informations sur l'alimentation de secours ». 12 décembre 2022. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.endress-generator.com/fr/pour-en-savoir-plus/informations-sur-l'alimentation-de-secours/>.
- [19] S. ATCHOU, T. AHOUBENAGNON, et V. S. HOUNDEAKO, « Étude et dimensionnement de l'installation d'un système solaire photovoltaïque d'alimentation secours pour le siège de l'ABERME », EPAC/CAP/UAC, 2011.
- [20] G. Swinnen, *Apprendre à programmer avec Python*. O'Reilly, 2005.
- [21] SNEL-SA, « Le commercial ». 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://snel.cd/?page_id=6792.
- [22] SNEL, « La tarification SNEL ». 25 novembre 2020. [En ligne]. Disponible sur: <http://snel.cd/clients/conseils/comprendrefact.php>