

Planification du réseau de distribution d'énergie électrique pour la nouvelle ville de Oued Ghir (Ighzer Ouzarif)

Bennour Z., Bouaziz O., Medjoudj R. et Aïssani D.

lamos_bejaia@hotmail.com

Résumé Dans le cadre de l'extension de la ville de Béjaïa au niveau de la nouvelle ville d'Oued Ghir (Ighzer Ouzarif), l'entreprise étatique Sonelgaz a été chargée d'y installer le réseau de distribution d'énergie électrique. Le but de l'article est de proposer aux décideurs de Sonelgaz la mise en place d'un réseau de distribution optimal et à coût minimal, en utilisant la programmation linéaire en nombres entiers pour déterminer le nombre de postes MT/BT qu'il faut pour satisfaire la consommation et l'algorithme de Prim pour déterminer un recouvrement à distance minimum. Ainsi, avec les critères de Sonelgaz pour le choix d'une structure adaptée on obtiendra le réseau de distribution optimal.

Mots clés : Ighzer Ouzarif, Sonelgaz, Réseau de distribution d'énergie électrique, Planification, Réseau de distribution optimal, Programmation linéaire en nombres entiers, Algorithme de Prim.

Introduction

L'énergie électrique est devenue indispensable. C'est un bien de consommation à part entière, non seulement pour la vie quotidienne de chaque individu mais également, pour l'économie du pays.

Ce sont les réseaux d'énergie électrique qui achemine l'électricité depuis les centrales de production jusqu'aux consommateurs, en passant par les différentes parties du réseau, à savoir : production, transport, répartition et distribution, avec des étapes d'élévation et de baisse de tension dans des postes transformateurs.

Arrivée aux lieux de consommation en moyenne tension (MT), l'énergie électrique doit répondre à trois exigences essentielles : stabilité, économie et surtout continuité de service, afin de rendre toujours disponible l'accès à l'électricité chez l'utilisateur.

L'électrification de toutes les régions du pays est une des tâches les plus importantes dont est chargée l'entreprise étatique Sonelgaz. Mais, cela se fait sur la base d'études sur la consommation et sur la manière de pouvoir répondre aux besoins de la clientèle en évitant les différents risques (incidents, chutes de tension, incendies) sur le réseau.

Avec la crise économique qu'a traversé notre pays, l'entreprise Sonelgaz a adapté sa politique de fonctionnement : réparer au lieu de changer et optimiser avant d'installer.

Ce travail concerne la planification et l'optimisation d'un réseau de distribution d'énergie électrique pour la nouvelle ville d'Oued Ghir (Ighzer Ouzarif). Installé sur une superficie de 250 Ha, il se présente comme l'un des plus grands projets d'extension de la ville de Béjaïa.

Ce travail consiste à considérer une nouvelle approche scientifique pour la planification d'un réseau de distribution d'énergie électrique en appliquant les méthodes de la recherche opérationnelle et en respectant les contraintes et les exigences de l'entreprise nationale Sonelgaz.

4.1 Présentation de l'entreprise et généralités sur les réseaux électriques de distribution.

Dans ce paragraphe, nous allons présenter l'entreprise étatique Sonelgaz, précisément la Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Est (S.D.E), qui est responsable de l'installation et de la planification des réseaux électriques et du gaz pour l'est Algérien. Ensuite, nous allons présenter le positionnement du problème.

4.1.1 Présentation de l'entreprise

La société nationale de l'électricité et du gaz (Sonelgaz). est une compagnie publique à caractère industriel et commercial qui exerce pour son compte les activités suivantes :

- Production, Transport et Distribution de l'électricité.
- Transport et Distribution du gaz.

Elle a pour obligations :

- De satisfaire dans des conditions requises de qualité, de continuité de service, toute demande d'alimentation en électricité et en gaz, là où des réseaux existent.

- D'assurer la maîtrise d'œuvre des programmes de développement de l'infrastructure électrique et gazière et en particulier des programmes et une distribution publique de gaz.

- D'appliquer, à condition identique, une stricte égalité de traitement à tous les clients, notamment par :

- Une tarification faisant l'objet d'un décret.
 - Un cahier des clauses générales définissant la condition de raccordement et de fourniture d'énergie.

Elle a été créée en 1969, sous le nom d'Electricité et Gaz d' Algérie (EGA), devenu un établissement public en 1991. Puis elle fut convertit en une société par actions (SPA) en 2002. Depuis 2010, on parle du groupe Sonelgaz.

4.1.2 Présentation de la Société de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Est (SDE)

La société par actions SDE (SPA) a été créée en 2006 avec un capital social de 24 milliards de Dinars, la société de Distribution de l'électricité et du gaz de l'Est, par abréviation " SDE ", filiale du groupe Sonelgaz.

Son siège se situe au 2, rue Raymonde Peschard à Constantine. Elle réunit 16 wilayas de l'Est avec ses dix-neuf (19) Directions de Distribution. Elle compte 95 agences commerciales, 60 districts électricité et 30 districts gaz.

La SDE a, entre autres, pour mission :

- L'exploitation, l'entretien et le développement des réseaux de distribution de l'électricité et gaz situés dans la zone de desserte.
- Le développement du réseau de façon à permettre le raccordement des clients et des producteurs qui le demandent.
- La commercialisation de l'électricité et du gaz.
- L'assurance d'une continuité et qualité de service au moindre coût, etc.

4.1.3 Position du problème

L'augmentation croissante de la population d'un pays ou d'une ville et son besoin continue d'être logé, poussent les responsables à penser à des promotions immobilières ou carrément à des extensions de ville pour satisfaire cette demande et quand on parle de logements, de quartiers ou de villes, on parle aussi de réseau d'électricité, de gaz et d'eau.

Dans le cadre du nouveau projet d'extension de la ville de Béjaia au niveau de la commune d'Oued Ghir, l'entreprise Sonelgaz est chargée de l'installation du réseau de distribution d'énergie électrique pour ce site. Pour cela, elle doit se référer aux conditions suivantes :

- Amener l'électricité en moyenne tension (MT) le plus près des consommateurs.
- Déterminer le nombre de postes qui satisfera la charge totale de la zone à desservir.
- Installer le réseau de distribution d'énergie électrique suivant une structure choisie.

4.2 Présentation de la ville Ighzer Ouzarif

4.2.1 Position géographique

La nouvelle ville d'Oued Ghir intitulé Ighzer Ouzarif est située au Nord de la commune d'Oued Ghir au Sud Ouest du chef lieu de la wilaya de Béjaia. Elle est délimitée en rouge dans la Figure 4.1.

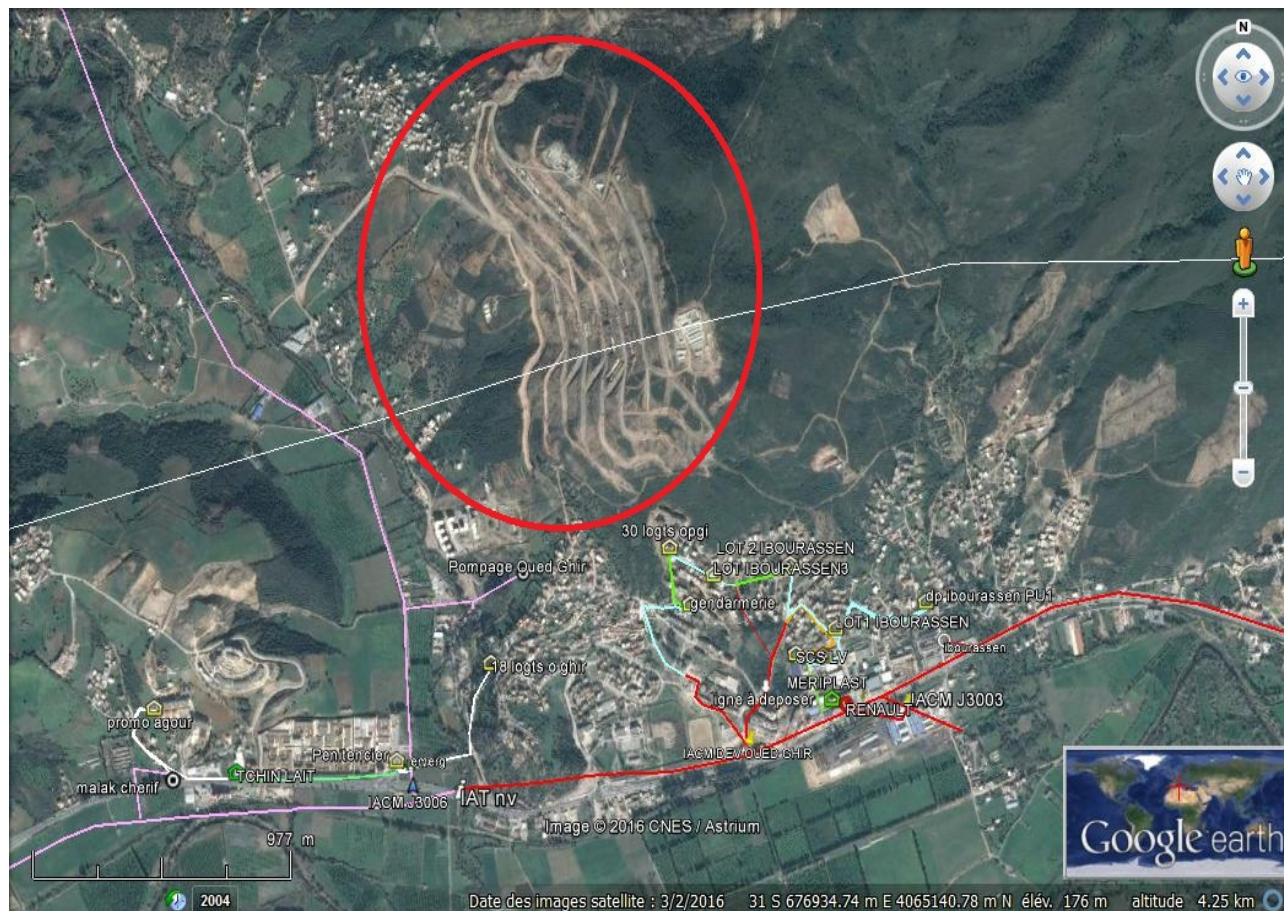


FIGURE 4.1: Vue aérienne de la ville de Oued Ghir et de la ville Ighzer Ouzarif.

4.2.2 Plan d'aménagement

Le plan de la ville d'Ighzer Ouzarif est illustré dans la figure 4.2.

Le site est d'une superficie totale de 250 Ha prévu pour 12000 logements, 59 équipements publics et 13 réserves foncières répartis comme suit :

Première tranche : d'une superficie de 38 Ha

- Nombre de logements implantés : 3480 logts LPL
- Nombre d'équipements publics prévus : 15

Soit : 05 Ecoles primaires, 02 CEM, 01 Lycée, 01 Bibliothèque, 01 Sureté urbaine, 01 Mosquée, 01 Salle polyvalente, 01 Crèche, 01 Salle de soins et 01 Centre commercial.

Deuxième tranche : d'une superficie de 14 Ha : (POS OG20)

- Nombre de logements implantés : 1000 logts LPA.

- Nombre d'équipements publics prévus : 04.

Soit : 02 Ecoles primaires, 01 CEM, 01 Bloc administratif

Troisième tranche : d'une superficie de 198 Ha :

- Nombre de logements prévisionnels : 7520 logts (LPP, LV, LPL)
- Nombre d'équipements publics prévisionnels : 40

Soit : 02 Grands équipements, 18 Equipements d'accompagnements et 20 Equipements de proximité et de quartiers.

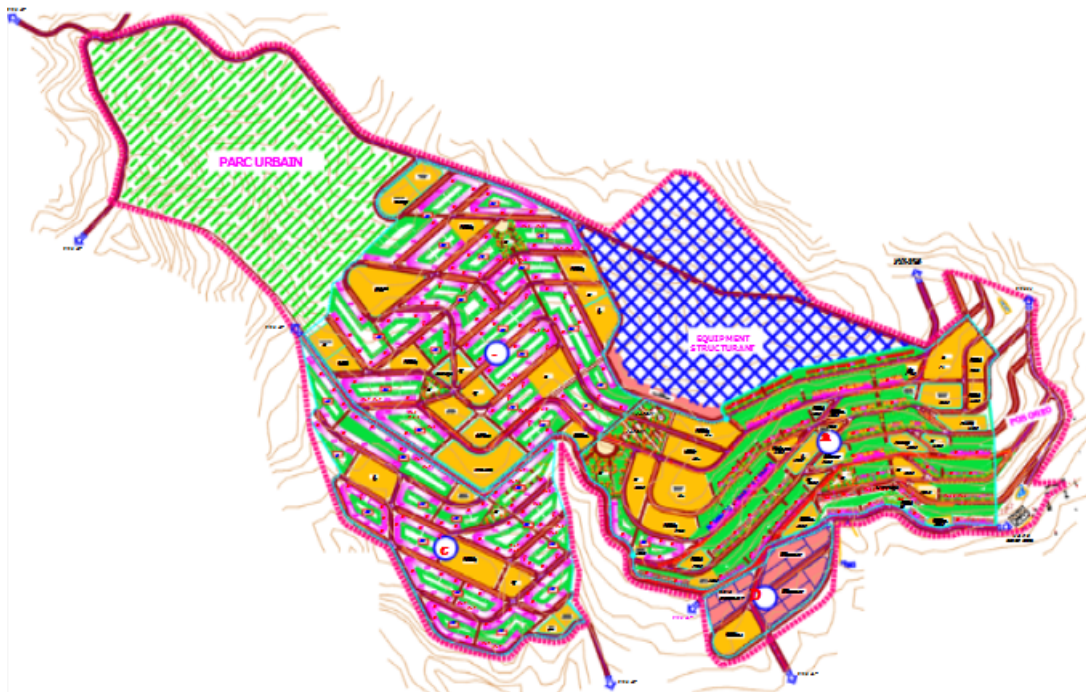


FIGURE 4.2: Schéma du plan d'aménagement de la ville Ighzer Ouzarif.

4.2.3 Calcul des charges

Les tableaux ci-dessous présentent les charges estimées pour chaque quartier et équipement public prévus pour les trois régions vérifiant les conditions suivantes :

- La charge estimée pour chaque logement est de 4 KVA.
- Les rez-de-chaussée sont considérés comme étant des locaux commerciaux.
- La charge estimée pour chaque local est de 6 KVA .
- Un poste MT/BT, pour des conditions de sécurité doit travailler entre 50 % et 80 % de sa puissance.
- Pour un bon fonctionnement du poste sur une période de 5 ans, Sonelgaz estime une hausse de 0.03 de la charge totale à consommer chaque année.

- Pour chaque équipement public prévu, on estime des postes MT/BT de 250 KVA.

Nous présentons en Annexe : la consommation des logements [Tableau 4.1 pour la région A, Tableau 4.3 pour la région B et Tableau 4.5 pour la région C] et la consommation des différentes structures [respectivement Tableau 4.2, 4.4 et 4.6].

Nous avons les chiffres suivantes :

Région A : Consommation totale = 16503.4 KVA

Région B : Consommation totale = 16017.65 KVA

Région C : Consommation totale = 7958.5 KVA

Telle que :

- La consommation totale des logements = nombre de logement * 4 * 0.4
Où 4 : représente la charge estimée pour un logement.
0.4 : représente un coefficient de simultanéité pour les logements.
- La consommation des rez-de-chaussée = nombre de rez-de-chaussée * 8 * 6 * 0.4
Où 8 : représente nombre de locaux par rez-de-chaussée.
6 : représente la charge estimée pour un local.
0.4 : représente un coefficient de simultanéité pour les locaux.
- La consommation totale = la consommation total des logements + la consommation des rez-de-chaussée.

- Charge final = $(\text{la consommation totale} + \text{l'inflation}) / 0.80$.

Où

L'inflation : représente le taux de croissance de la consommation sur 5 ans, tel que :

L'inflation = la consommation totale * 0.03 * 5.

Où

0.03 : représente le paramètre de croissance de la consommation.

0.80 : coefficient qui pousse les postes à travailler à 80% de leur puissance.

Dans notre travail, on ne va s'intéresser qu'aux régions B et C.

4.3 Modélisation du problème des postes

4.3.1 Généralités et définition

La modélisation d'un problème donné est une étape qui consiste à extraire une image aussi fidèle que possible du système. Cette image peut prendre plusieurs formes ; algébrique comme en programmation linéaire ; statistique comme dans un modèle statistique et sous forme d'un graphe comme en théorie de graphes ou alors sous forme virtuelle comme en simulation.

4.3.2 Construction du modèle

Le but est d'aider les responsables de la direction de distribution de Béjaia à déterminer scientifiquement un réseau électrique optimal à un coût minimal pour la ville d'Ighzer Ouzarif.

Dans cette partie, nous proposons deux approches de modélisation du problème de planification du réseau :

- Approche graphes.
- Approche programmation linéaire en nombres entiers.

4.3.3 Détermination des postes MT/BT à travers l'application d'un PL.

Pour la construction de notre réseau de distribution, il faut déterminer les sommets qui représentent les postes qu'il faut pour alimenter chaque quartier.

On note que Sonelgaz préfère dans son installation de réseau urbain des postes de 400 kVA et 250 kVA pour les quartiers.

Pour résoudre ce problème, on le modélise sous forme d'un programme linéaire en nombres entiers.

Définitions des variables :

On définit les variables entières suivantes p_1 et p_2

p_1 :représente le nombre de postes 400 kVA.

p_2 : représente le nombre de postes 250 kVA.

Fonction objectif :

On souhaite minimiser le coût total (achat et installation) des postes prévus pour chaque quartier, sachant que :

C_1 :représente le coût d'un poste p_1 qui est de 3094 KDA.

C_2 :représente le coût d'un poste p_2 qui est de 2746 KDA.

Notre fonction objectif sera donc : $Z = C_1p_1 + C_2p_2$

Avec Z à minimiser.

Contraintes :

- Contraintes sur les charges :

La charge installée doit être supérieure ou égale à la charge demandée.

$$\Rightarrow 400p_1 + 250p_2 \geq L.$$

L : représente la charge demandée par quartier.

- Contraintes sur le nombre de postes.

p_1 et p_2 ne doivent pas dépasser respectivement n_1 et n_2 , tel que :

$$n_1 = \lceil L \div 400 \rceil.$$

$$n_2 = \lceil L \div 250 \rceil.$$

- Le nombre de poste est positif ou nul

$$p_1, p_2 \geq 0.$$

Modèle :

Le modèle de la programmation linéaire en nombres entiers, se présente sous la forme suivante :

$$P = \begin{cases} \text{Min}(Z) = 3094 \ p_1 + 2746 \ p_2 \\ \text{soumis} \\ 400 \ p_1 + 250 \ p_2 \geq L \\ p_1 \leq n_1 \\ p_2 \leq n_2 \\ p(1), p(2) \text{ entiers} \end{cases} \quad (4.1)$$

4.3.4 Représentation du réseau électrique sous forme d'un graphe

Le réseau électrique peut être modélisé comme un graphe planaire où l'ensemble des nœuds représentent les postes MT/BT et les arcs des lignes électriques, dans notre cas les lignes qui relient les postes entre eux.

Soit deux approches basiques pour la conception du réseau en fonction du cahier des charges (programme technique)[7].

- Dans la première approche, les données initiales sont l'ensemble des points représentant les postes MT/BT avec les coordonnées géographiques qu'il faut relier de manière efficace par des arêtes en respectant l'ensemble des contraintes. Pour ce cas, il n'y a pas de prescriptions sur le placement des lignes et on est libre dans le choix de la structure élémentaire du réseau. Dans ce cas, le réseau initial contenant toutes les lignes potentielles sera représenté sous forme d'un graphe planaire maximal. Pour définir ce graphe, on relie (sur le plan) les sommets du graphe que l'on construit de telle façon que deux conditions soient systématiquement vérifiées :

- Chaque triplet de sommets forme un triangle contenu dans le cercle circonscrit et aucun autre sommet n'est dans l'intérieur de ce cercle.

- L'intersection de deux triangles est soit l'ensemble vide, soit un sommet, soit une arête.

- La deuxième approche implique l'existence d'un plan topologique (fond de carte) d'une zone urbaine ou rurale liée au réseau électrique. Ce plan peut contenir un marquage des rues de la ville ou des routes à travers lesquelles les futures lignes électriques passeront,

ainsi que les coordonnées géographiques des postes MT/BT. La façon de raccorder les charges à des lignes peut être donnée dans les prescriptions du réseau. A partir de ce plan géographique, nous construisons le graphe initial de façon suivante :

- Nous raccordons chaque nœud de charge ou poste MT/BT par une projection orthogonale à une rue la plus proche sur le plan ;
- Les points représentant des postes et des intersections de rues et des raccordements de postes forment l'ensemble de sommets du graphe ;
- L'ensemble des arêtes contient toutes les rues et les raccordements de sommets des postes.

Dans ces deux approches, nous modélisons le réseau électrique sous forme d'un graphe planaire non orienté pondéré. Le poids sur les arêtes est des distances euclidiennes entre les extrémités des arêtes. Le graphe contient des cycles mais la distribution doit être dans une arborescence ayant un (des) poste(s) MT/BT comme racine(s).

Donc, on modélise le problème par un réseau planaire $R=(V,U,C)$.
 V et U sont des ensembles finis.

Où :

- V : ensemble des sommets j , représente les postes MT/BT qui alimentent les quartiers et les équipements publics de la ville avec $j=1,2,..., N$.
- U : ensemble des arêtes, correspond aux lignes électriques possibles entre les postes.

Une arête relie deux sommets i, j si et seulement si :

- i et j sont adjacents.
- la propriété de graphe planaire est vérifiée.
- $C : U \rightarrow R$ associe à chaque arête (i, j) . R : ensemble des réels. Le poids de l'arête est égal à la distance entre deux postes.

4.3.5 Conclusion

Dans ce paragraphe, nous avons construit un programme linéaire en nombres entiers pour déterminer les postes MT/BT, qui seront ensuite les sommets de notre graphe planaire, avec lequel on a modélisé notre problème.

4.4 Application et interprétation des résultats

Ce paragraphe illustre l'application des algorithmes et méthodes, relatives à la planification d'un réseau de distribution d'énergie électrique, proposé dans les paragraphes précédents et une interprétation des résultats déduits.

4.4.1 Calcul du nombre de postes MT/BT

Pour déterminer le nombre de postes MT/BT qu'il faut, afin d'alimenter les quartiers de la ville d'Ighzer Ouzarif, on résout le PLNE ci-dessous avec la méthode graphique, tout en faisant varier l'inconnue L qui représente la charge finale pour chaque quartier.

$$(P) = \begin{cases} \text{Min}(Z) = 3094p_1 + 2746p_2 \\ \text{soumis} \\ 400 p_1 + 250 p_2 \geq L \\ p_1 \leq n_1 \\ p_2 \leq n_1 \\ p_1, p_2 \text{ entiers} \end{cases} \quad (4.2)$$

Résultats

Après la résolution du PLNE pour tous les quartiers comme l'exemple illustratif précédent, en faisant varier le paramètre L correspondant à chaque quartier, on aura les résultats représentés dans les tableaux 4.7 et 4.8 pour les régions B et C :

Région B :

Nombre de logements	Nombre de postes associés	
300	$p_1 = 2$	$p_2 = 1$
200	$p_1 = 2$	$p_2 = 0$
250	$p_1 = 1$	$p_2 = 2$
190	$p_1 = 1$	$p_2 = 1$
190	$p_1 = 1$	$p_2 = 1$
280	$p_1 = 2$	$p_2 = 1$
380	$p_1 = 2$	$p_2 = 2$
100	$p_1 = 1$	$p_2 = 0$
250	$p_1 = 2$	$p_2 = 0$
250	$p_1 = 1$	$p_2 = 2$
250	$p_1 = 1$	$p_2 = 2$
300	$p_1 = 1$	$p_2 = 2$
270	$p_1 = 1$	$p_2 = 2$
190	$p_1 = 1$	$p_2 = 1$
160	$p_1 = 1$	$p_2 = 1$
90	$p_1 = 1$	$p_2 = 0$
120	$p_1 = 0$	$p_2 = 2$
220	$p_1 = 2$	$p_2 = 0$

TABLE 4.1: Nombre de postes associés aux quartiers de la région B.

Région C :

Nombre de logements	Nombre de postes associés
140	$p_1 = 0$ $p_2 = 2$
280	$p_1 = 2$ $p_2 = 1$
80	$p_1 = 1$ $p_2 = 0$
220	$p_1 = 2$ $p_2 = 0$
160	$p_1 = 0$ $p_2 = 2$
120	$p_1 = 0$ $p_2 = 2$
200	$p_1 = 2$ $p_2 = 0$
220	$p_1 = 2$ $p_2 = 0$
280	$p_1 = 2$ $p_2 = 1$
160	$p_1 = 1$ $p_2 = 1$
340	$p_1 = 3$ $p_2 = 0$
180	$p_1 = 1$ $p_2 = 1$
160	$p_1 = 1$ $p_2 = 1$
180	$p_1 = 1$ $p_2 = 1$

TABLE 4.2: Nombre de postes associés aux quartiers de la région C.

4.4.2 Positionnement des postes MT/BT et graphe initial

Positionnement

Dans le cadre d'une alimentation adéquate des quartiers en énergie électrique, le positionnement des postes MT/BT doit vérifier les conditions suivantes :

- Un accès facile et permanent (de préférence en bordure de la voie publique)
- La manutention aisée de tous les éléments et en particulier le transformateur.
- la mise en place du transformateur à l'abri des inondations (+0.20 m au dessous des plus hautes eaux).
- l'emplacement est aussi choisi en tenant compte des nécessités d'exploitation, des possibilités d'évolution des puissance demandée et du cadre d'environnement.
- l'emplacement soit dans un bâtiment, soit sur un support.

L'implémentation des postes MT/BT sur la carte en respectant les conditions ci-dessus est présenté dans l'annexe II [1]

4.4.3 Détermination d'une structure optimale

Pour déterminer une structure optimale du réseau de distribution d'énergie électrique on procède comme suit :

- On applique l'algorithme de Prim qui détermine un arbre couvrant à poids minimum pour faire un recouvrement global des sommets.
- On boucle notre arbre, en créant des cycles au niveau des sommets pondérés afin d'avoir une structure bouclée qui est la plus utilisée par Sonelgaz.

- On suppose des départ HT/MT de 10MVA qui seront utilisés à 50% de leur puissance pour déterminer l'emplacement des ouvertures pour une structure bouclée à coupure d'artères.

4.4.4 Structure optimale

On implémente l'algorithme de Prim dans le logiciel Java présenté dans l'Annexe III [2], en introduisant notre graphe de la manière présentée en Annexe IV dans un document texte et on aura l'arbre couvrant à poids minimum présenté dans Annexe V.

En présentant les résultats de l'Annexe V, on aura la représentation graphique sous forme d'un arbre présenté dans la Figure 4.3.

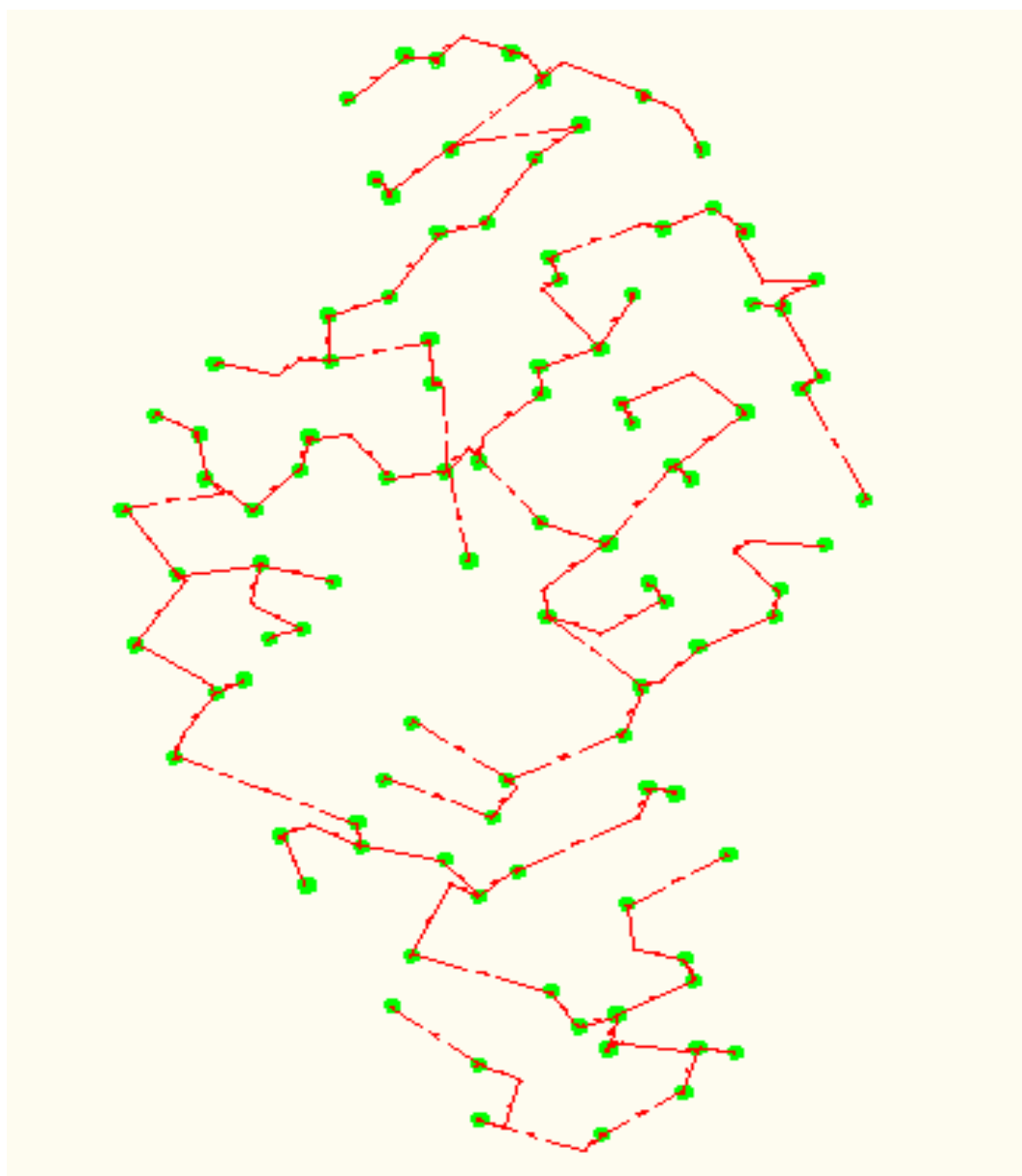


FIGURE 4.3: Représentation de l'arbre couvrant à poids minimum.

Pour déterminer la structure optimale bouclée à coupure d'artères à partir du graphe précédent, on suit les étapes ci-dessous :

- On forme des cycles avec les sommets pondérés pour avoir un graphe bouclé.
- On vérifie que chaque sommet de graphe bouclé a deux arêtes.
- On suppose que nos postes MT/BT travaillent au pire des cas à 80% de leurs puissances.
- On choisit un départ HT/MT de 10MVA, travailler à 50% de sa puissance.
- On choisit un sommet racine qui sera le premier point alimenté par notre départ HT/MT.
- On somme au fur et à mesure les sommets jusqu'à atteindre les 5MVA.
- On implante des cellules ouvertes dans le premier et dernier poste MT/BT du départ choisit.
- On répète le procédé jusqu'à ce que tous les postes MT/BT soient alimentés.

Le résultat de ce processus est présenté sous forme d'un graphe dans la Figure 4.4.

4.5 Simulation du montant du projet

Soient les tableaux 4.9 et 4.10 représentant respectivement le coût unitaire de fournitures et pose et le coût total des différents postes et câbles souterrains estimés pour alimenter les régions B et C du projet.

Avec :

Le coût du câble de 120mm^2 en aluminium est de $3299 \text{ KDA/Km} = 3.299 \text{ KDA/m}$.

Postes	Nombre de postes	Coût d'un poste (KDA)	Coût total (KDA)
250	58	2746	159268
400	42	3094	129948

TABLE 4.3: Coût unitaire et total des postes prévus pour les régions B et C.

Coût Total = 289216 KDA

Départ	Longueur des câbles (m)	Coût total (KDA)
Départ 1(rouge)	1924.86	6350.11
Départ 2(bleu)	1948.2	6427.11
Départ 3(noir)	1838.57	6065.44
Départ 4(rose)	2032.03	6703.67
Départ 5(vert)	2032.03	6703.67
Lignes connectant les différents départs	394.17	1300.37

TABLE 4.4: Coût unitaire et total des longueurs des câbles prévus pour les régions B et C.

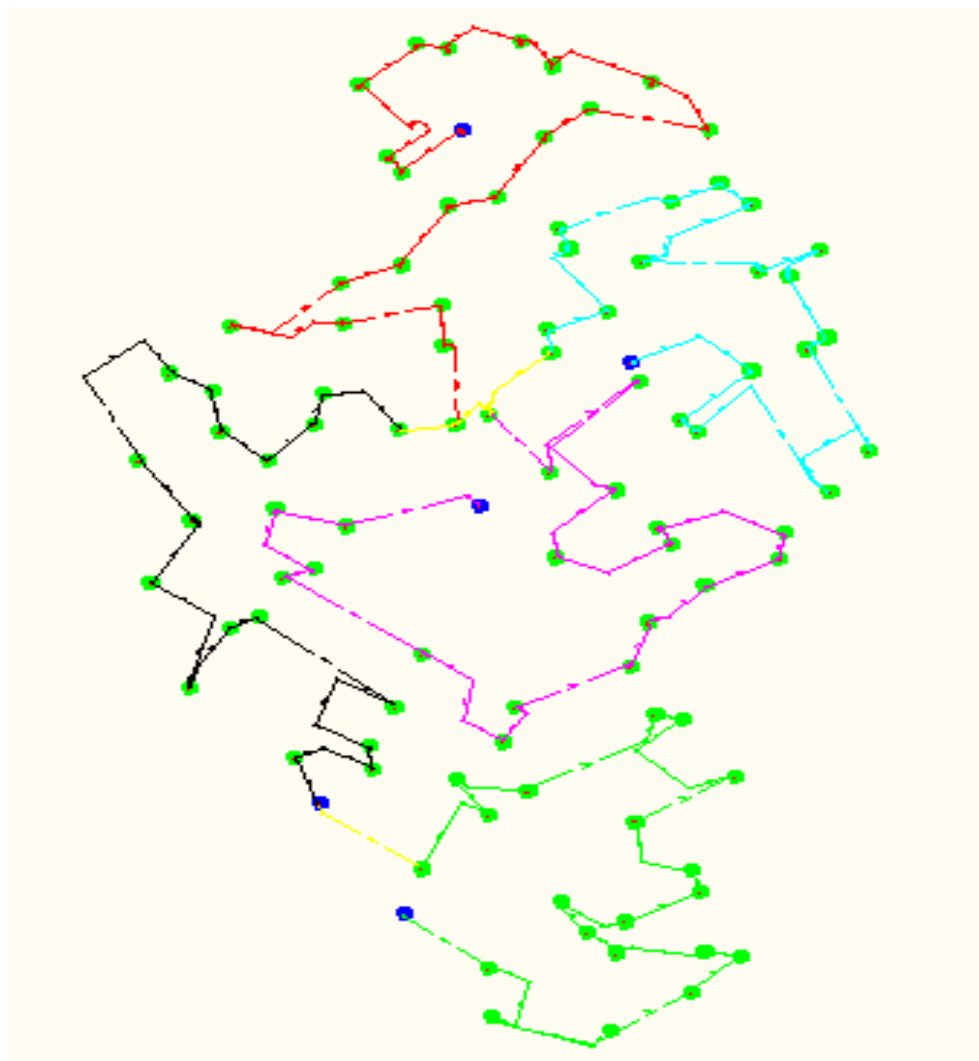


FIGURE 4.4: Représentation de la structure optimale de notre réseau.

Coût Total = 33550.37 KDA

Et on aura le montant total estimé à 356248.74 KDA.

4.6 Interprétation des résultats

Partant de la Figure 4.3, qui représente le couvremnt total des sommets de notre graphe et suivant la politique de Sonelgaz qui stipule que le réseau de distribution d'énergie électrique doit vérifier que :

- La topologie utilisée est une structure en boucle à coupure d'artère.
- Les postes MT/BT doivent avoir une seule arrivée et un seul départ.
- Les départs HT/ MT doivent être bouclés entre eux pour des mesures de sécurité.

D'où le résultat de la Figure 4.4 qui représente le réseau de distribution d'énergie électrique en moyenne tension pour les régions B et C, modélisé sous forme d'un graphe, les sommets représenter les postes MT/BT de 400KVA ou 250KVA, déterminés par un programme linéaire qui a pour objectif de minimiser le coût total du poste (fournitures et pose) et les arêtes

représentent les câbles souterrains reliant les différents postes MT/BT d'une façon à satisfaire la structure topologique de distribution désirée.

On remarque dans ce graphe (Figure 4.4) que chaque départ HT/MT est représenté par une couleur alimentant un nombre fini de postes MT/BT de telle sorte que la somme du fonctionnement de ces postes à 80% de leurs puissances soit inférieur ou égal à 5MVA, les sommets coloriés en bleu représente les premiers postes MT/BT des différents départs HT/ MT et les arêtes en jaune représente les artères connectées aux cellules ouvertes entre les départs HT/MT fermés en cas de pannes ou de surcharges pour se secourir mutuellement .

Les Tableaux 4.9 et 4.10 représentent respectivement le coût des fournitures et poses des postes MT/BT et des câbles souterrain des différents départs HT/MT en plus des câbles qui les relient, avec un coût total de 356248.74 KDA qui représente le montant estimé pour l'installation du réseau de distribution d'énergie électrique présenté dans la Figure 4.4 pour les régions B et C de notre site.

4.7 Conclusion

Nous avons donc déterminé le nombre de postes MT/BT qu'il faut pour l'alimentation des régions B et C de notre projet, puis on a procédé à leurs implémentation selon certains critères de Sonelgaz pour obtenir une structure de réseau de distribution optimale.

Références

1. D. Aïssani. *Les Mathématiques Industrielles dans la Wilaya de Béjaïa*. LaMOS Editions, avril 2023.
2. Z. Bennour et O. Bouaziz. *Planification du réseau de distribution d'énergie électrique pour la nouvelle ville de Oued Ghir 6(Ighzer Ouzarif)*. Mémoire de Fin de Cycle, Master 2 en Recherche Opérationnelle, Université de Béjaïa, 2016.
3. C. Prins, Ph.Lacomme et M.Servaux. *Algorithme des graphes*. Eyrolles Edition, 2003.
4. E. Gladkikh. *Optimisation de l'architecture des réseaux de distribution de l'énergie électrique*. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble, 2015.
5. Groupe Sonelgaz. XD, *Guide technique de distribution*. Document technique de Groupe Sonelgaz, 1984.
6. Ph. Carrive. *Réseaux de distribution- structure et planification*. Techniques de l'Ingénieur, Traité Génie Electrique D 4210, 2006
7. Technique de l'ingénieur.1990.

Annexe : Les consommations par région (A, B, C)**Région A :**

Nombre de logements	Consommation totale des logements (KVA)	Nombre de rez-de-chaussée	Consommation des rez-de-chaussée (KVA)	Consommation totale (rez-de-chaussée +logements)(KVA)	Charge finale(KVA)
220	352	9	172.8	524.8	754.4
80	128	2	38.4	166.4	239.4
200	320	5	96	416	895
200	320	5	96	416	895
168	268.8	6	151.2	384	552
84	134.4	3	57.6	192	276
84	134.4	3	57.6	192	276
84	134.4	3	57.6	192	276
84	134.4	3	57.6	192	276
80	128	2	38.4	166.4	239.2
160	256	4	76.8	332.8	478.4
80	128	2	38.4	166.4	239.2
56	89.9	2	38.4	128	184
56	89.9	2	38.4	128	184
56	89.9	2	38.4	128	184
112	179.2	4	76.8	256	368
56	89.9	2	38.4	128	184
120	192	3	57.6	249.6	358.8
80	128	2	38.4	166.4	239.2
80	128	2	38.4	166.4	239.2
120	92	3	57.6	249.6	358.8
80	128	2	38.4	166.4	239.2
56	89.9	2	38.4	128	184
56	89.9	2	38.4	128	184

TABLE 4.5: Consommation des logements de la région A

Consommation totale = 8203.84 KVA

Autres structures	Consommation (KVA)
Deux écoles primaires	500
marcher couvert	250
complexe sportif	400
Deux écoles primaires	500
hotel	250
réserve foncière	250
réserve foncière	250
sureté urbaine	250
centre commerciale	250
mosquée	250
CEM	250
Salle polyvalente	250
Bloc administratif	250
Centre commerciale	250
réserve foncière	250
réserve foncière	250
Centre commerciale	250
réserve foncière	250
Bibliothèque	250
Maternité	250
Polyclinique	250
Crèche	250
Deux écoles	500
Reserve foncière	250
Complexe sportif	400
Reserve foncière	250
Maison de jeune	250
Lycée	250
Reserve foncière	250

TABLE 4.6: Consommation des différentes structures pour la région A

Consommation totale = 8300 KVA

La consommation totale estimée pour la région A est de : **8300+8203.84=16503.4 KVA**

Région B :

Nombre de logements	Consommation totale des logements (KVA)	Nombre de rez-de-chaussée	Consommation des rez-de-chaussée (KVA)	Consommation totale (rez-de-chaussée +logements)(KVA)	Charge finale(KVA)
300	480	9	172.8	652.8	938.4
200	320	7	134.4	454.4	653.2
250	400	9	172.8	572.8	823.4
190	304	6	115.2	419.2	602.6
190	304	6	115.2	419.2	602.6
280	448	12	230.4	678.4	975.2
380	608	14	268.8	876.8	1260.4
100	160	4	76.8	236.8	340.4
250	400	7	134.4	534.4	768.2
250	400	10	192.2	592.2	851.28
250	400	10	192.2	592.2	851.28
300	480	9	172.8	602.8	866.52
270	432	8	153.6	585.6	841.8
190	304	6	115.2	419.2	602.6
160	256	6	115.2	371.2	533.6
90	144	3	57.6	201.6	289.8
120	192	5	96	288	414
220	352	7	134.4	486.6	699.48

TABLE 4.7: Consommation des logements de la région B

Consommation totale =10617.65 KVA

Autres structures	Consommation (KVA)
Parking a étage	250
Complexe touristique	250
complexe sportif	400
Deux écoles primaires	500
Sureté urbaine	250
Protection civile	250
Bibliothèque	250
Médiathèque	250
Mosquée	250
Deux écoles primaires	500
Lycée	250
Deux écoles primaires	500
Crèche	250
CEM	250
Centre commerciale	250
Hyper marcher	250
Algérie des postes	250
Centre culturelle	250

TABLE 4.8: Consommation des différentes structures pour la région B

Consommation totale =5400 KVA

La consommation totale estimée pour la région B est de :**5400+10617.65=16017.65KVA**

Région C :

Nombre de logements	Consommation totale des logements (KVA)	Nombre de rez-de-chaussée	Consommation des rez-de-chaussée (KVA)	Consommation totale (rez-de-chaussée +logements)(KVA)	Charge finale(KVA)
140	224	5	96	320	460
280	448	10	192	640	920
80	128	3	57.6	185.6	266.8
220	352	8	153.6	505.6	726.8
160	256	4	76.8	332.8	478.4
120	192	5	96	288	414
200	320	7	134.4	454.4	653.2
220	352	7	134.8	486.4	699.2
280	448	13	249.6	697.6	1002.8
160	256	7	134.4	390.4	561.2
340	544	14	268.8	812.8	1181.33
180	288	7	134.4	422.4	607.2
160	256	7	134.4	390.4	561.2
180	288	6	115.2	403.2	579.6

TABLE 4.9: Consommation des logements de la région C

Consommation totale =6208.5 KVA

Autres structures	Consommation (KVA)
CEM	250
Reserve de foncier	250
Deux écoles primaires	500
Mosquée	250
Reserve foncier	250
Maison de jeune	250

TABLE 4.10: Consommation des différentes structures pour la région C

Consommation totale =1750 KVA

La consommation totale estimée pour la région C est de :**1750+6208.5=7958.5 KVA.**