

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté Du Génie Electrique Et De L'informatique
Département D'Electrotechnique

**Mémoire de Fin d'Etudes
De MASTER ACADEMIQUE**
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Electrotechnique
Spécialité : Réseaux Electriques

Présenté par
TOUZI Dehia
KHOUDIR Loundja

Mémoire dirigé par M^r.OTMANE CHERIF Tahar

Thème

**Restructuration du réseau moyenne
tension 30 kV de la ville TIZI OUZOU**

Mémoire soutenu publiquement le 29/09/2018 devant le jury composé de :

Mr. Koussaila MESBAH
MCB, UMMTO, Président

Mr. Tahar OTMANE CHERIF
Professeur, UMMTO, Encadreur

Mr. Hakim GUERMAH
ingénieur, DDTO, Co-Encadreur

Mr. Adel RAHOUI
MCB, Ecole Supérieur des TP, Examineur

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions DIEU tout puissant de nous avoir offert l'opportunité de franchir ce stade du savoir et de nous avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Nous adressons nos remerciements en particulier à nos familles d'abord, ensuite à notre promoteur M.OTMANE CHERIF Tahar, Professeur à Faculté de Génie Electrique et d'Informatique « Département Electrotechnique » pour ses grandes qualités humaines, pour nous avoir guidés tout au long de l'élaboration de notre travail, pour toute l'aide qu'il nous a apporté et pour sa disponibilité, sa patience et ses précieux conseils, ses orientations et surtout ses encouragements. Qu'il trouve dans ce travail l'expression de notre reconnaissance et nos plus chaleureux remerciements.

Nous tenons à remercier tous les membres de jury qui vont évaluer, mitiger et commenter notre étude afin qu'elle puisse être un produit complet.

Nous remercions également le personnel de la Direction de Distribution de Tizi-Ouzou « SONEGAS », plus particulièrement notre Co-promoteur M.GUERMAH Hakim pour nous avoir guidés et orientés durant notre travail.

Nous remercions également tous ceux qui ont contribués, de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Une fois encore, merci à tous.



Dédicaces :



Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents sans eux rien n'aurait été possible.

Jamais on n'oubliera, leurs amours, leurs dévouements, tous leurs sacrifices. On espère pouvoir un jour les remercier à la hauteur de ce qu'ils nous ont apportés.

Mon frère : Youwa.

Mes chères sœurs : Taous, Massiva et Meriem .

Leurs époux : Hocine et Rachid.

Mes chers neveux et mes chères nièces.

Mes chers(es) cousins et cousines.

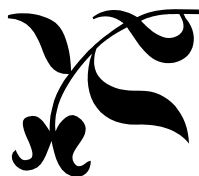
Ma Binôme Dihia

Mes chers amis (es)

Et à tous mes camarades de la promotion.

Loundja.





Dédicaces :



*Je dédie ce modeste travail à :
Mes très chers parents sans eux rien n'aurait été
possible.*

*Jamais on n'oubliera, leurs amours, leurs dévouements,
tous leurs sacrifices. On espère pouvoir un jour les
remercier à la hauteur de ce qu'ils nous ont apportés.*

Mon frère : Mahrez.

Mes chers(es) cousins et cousines.

Et à toute la famille Fouzi

Ma Binôme Loundja

*Mes chers amis (es) : Djouher, Fatima, Warda,
Hassiba, Sabrina, Meriem, Yacine, Karim, Hamza et
Mahdi pour leur bonne humeur, leur aide et leur
optimisme. Ils ont jamais cessé de m'encourager tous au
long de cette période.*

Et à tous mes camarades de la promotion 2018.

Dehia.



Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES RESEAUX ELECTRIQUES

INTRODUCTION.....	1
I.1.PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE :	1
I.1.1.ENERGIE NON RENOUVELABLES :	1
a)-Centrales thermiques :.....	1
b)-Centrales nucléaires :.....	2
I.1.2.ENERGIE RENOUVELABLES :	3
a)-L 'énergie photovoltaïque :.....	3
b)-L 'énergie éolienne :	4
c)- L'énergie hydraulique :.....	4
I.1.3. Production d'électricité décentralisée :	5
I.2.TRANSPORT ET DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE :.....	5
I.2.1. DIFFERENTS TYPES DE RESEAU ELECTRIQUE :.....	6
a)-Le réseau de transport	6
b)-Le réseau de répartition.....	6
c)- Le réseau de distribution :.....	6
I.2.2. POSTES DE TRANSFORMATION.....	7
a)-Poste d'interconnexion :.....	7
b)-Poste de répartition	7
c)-Poste urbains et ruraux :.....	7
I.2.3. DIFERENTS MODES DE DISTRIBUTION :.....	7
a)-Réseau arborescent (radial) :.....	7
b)-Réseaux en boucle :	8
c)-Réseaux en maille :	8

I.2.4.Lignes électriques :	9
1)-Ligne aériennes :	9
a)Pylônes :	9
b)-Conducteurs :	10
c)-Isolateurs :	10
d)-Balises :	11
e)-Câbles de garde :	11
2)-Câbles souterrains :	12
Conclusion :	12

CHAPITRE II: METHODES DE CALCUL DES CHUTES DE TENSION

INTRODUCTION :	13
II-1-METHODE GENERALE (THEORIE DES QUADRIPOLES) :	13
II-1-1-Cas des lignes aériennes :	13
II-1-1-1-Lignes à constantes réparties :	13
II-1-1-2-Aproximation de la ligne par des impédances localisées :	15
II-1-1-2-1-Schéma en π :	15
II-1-1-2-1-1-Diagramme vectoriel d'une ligne courte schématisé en π :	16
II-1-1-2-2-Le schéma en T :	17
II-1-1-2-2-1-Diagramme vectoriel d'une ligne courte en T :	18
II-1-1-3-Cas des lignes de longueurs inférieures à 20 km (très courte) :	19
II-1-1-3-1-Diagramme vectoriel :	19
II-1-1-3-2-Expression de la chute de tension :	19
II-1-1-3-3-Chute de tension en phase et en quadrature :	20
II-1-2-Cas des câbles souterrains :	20
II-2-METHODE DE SEPARATION DES PUISSANCES ACTIVE ET REACTIVE :	23

II-2-1-Méthode de calcul par approximation successive :	23
II-2-2-Formules directes :	25
II-2-3-Méthode simplifiée :	26
II-3-Méthode des moments électriques :	27
II-3-1-Chute de tension absolue :	27
II-3-2 : Chute de tension relative :	27
II-4-Calcul des constantes linéiques :	31
II-4-1-Cas de câbles souterrains :	31
II-4-1-1-Résistance linéique :	31
II-4-1-2-Capacité linéique :	31
II-4-1-3-Réactance linéique :	32
II-4-2-Cas des lignes aériennes :	32
II-4-2-1-Résistance linéique :	32
II-4-2-2-Capacité linéique :	33
II-4-2-3-Réactance linéique :	33
II-5-Calcul des puissances :	33
Conclusion :	34

CHAPITRE III: PRESENTATION DU LOGICIEL DE CALCUL "CARAT"

INTRODUCTION :	35
III-1-CAPACITE DU MODEL CARAT :	35
III-2-METHODE DE CALCUL :	36
III-2-1-Calculs préliminaires :	36
III-2-2-Calcul d'un schéma radial à l'état sain :	36
III -2-3-Recherche d'un schéma de secours :	37
III -2-4-Calcul des transits de tensions :	37
III-3-FORMAT DES DONNEES :	38
III-4-STYLISATION :	39

III-4-1-Définition :	39
III-4-2-Règles de bonne pratique pour la stylisation du réseau :	39
CHAPITRE IV: RESTRUCTURATIO DU RESEAU	
INTRODUCTION :	41
IV-1-PRESENTATION DE LA WILAYA DE TIZI OUZOU :	41
IV-1-1- Situation de la wilaya en matière d'énergie électrique:	41
IV-1-2- Données globales :	42
IV-1-2-1- Présentation du réseau actuel :	42
IV-2-CONSIGNES D'EXPLOITATION :	45
IV-2-1-Poste source : THT/HT/MT OUED AISSI :	45
IV-2-2-Poste source 60/30 KV BOUKHALFA :	48
IV-3-COLLECTE DES DONNEES :	51
IV-3-1-Caractéristiques physiques :	51
IV-3-1-1-Longueur des départs MT :	52
IV-3-1-2-Caractéristiques des conducteurs :	52
IV-3-1-3-Postes par type et par puissance :	52
IV-3-1-4-Nombre de poste MT/BT mis en service :	53
IV-3-2-Données dynamiques du réseau :	53
IV-3-2-1-Données de charge :	53
IV-3-2-2-Répartition de la charge :	56
IV-3-2-3-Evaluation de la charge :	58
IV-4-HYPOTHESES DE CALCUL :	59
IV-5- APPLICATION	60
IV-5-1 : Diagnostique du réseau à l'état actuel :	60
IV-5-2-Solusion proposée :	62
IV.5.2.1.Evolution de charge des départs entre 2017 et 2027 :	65

IV.5.2.2.Evolution de la chute de tension des départs entre 2017 et 2027 :.....65

IV.5.2.3.Evolution de longueur des départs entre 2017 et 2027 :.....66

CONCLUSION GENERALE

Résumé :

Pour des raisons techniques et économiques évidentes, il n'est pas possible de construire un réseau électrique de contraintes d'ordre électriques à courts ou moyens termes. En effet, tout réseau électrique peut être affecté par des perturbations engendrées par des dépassements de capacités électriques qui peuvent mettre en péril le matériel ainsi que la qualité de service. Pour parer à ces conséquences, il est indispensable de bien étudier le réseau et de prévoir son évolution à moyens et long terme, afin de mettre en place dans les temps, toutes les solutions nécessaires pour répondre à ces contraintes.

L'objectif principale de notre étude est d'examiner et de restructurer la situation actuelle du réseau HTA souterrain de la ville de TIZI OUZOU, afin de proposer selon un développement à moyen terme(10 ans) des solutions adéquates qui obéissent aux exigences du guide technique de distribution, en orientant le réseau vers une meilleure structure qui tiendras compte des problèmes d'exploitation, de la qualité et la continuité de service.

Mots clés :

Réseau électrique

Restructuration

Réseau MTS (moyenne tension souterrain)

Poste source

DISTRICT

DDTO (Direction de Distribution de la ville de Tizi-Ouzou)

MTS de la ville de Tizi-Ouzou

Départs

Chute de tension

Glossaire

$\frac{\Delta U}{U}$: Chute de tension relative.
$M_x = \frac{M}{M_1}$: Moment électrique maximum.
PMD	: Puissance mise à disposition.
Pi	: Puissance installée.
Ts	: Télé signalé.
Tm	: Télé manœuvré.
MW	: Mégawatt.
kW	: kilowatt.
kV	: kilovolt.
km	: kilomètre.
Ω/km	: Ohm par kilomètre
A	: Ampère.
KVA	: kilovolt ampère.
MVA	: Méga voltampère
THT	: Très haute tension.
HT (HTB)	: Haute tension.
MT (HTA)	: Moyenne tension.
BT	: Basse tension.
I ap	: Courant appelé.
I lt	: Courant limite thermique.
T.u	: Taux d'utilisation des câbles.
T.ac	: Taux d'accroissement.
PS	: Poste source.
JB	: Jeu de barre.
TR1;TR2	: Transformateur HT/MT 1et2.

Long : Longueur.

INJECT : Injecteur.

O..... : Ouverture.

F..... : Fermeture.

Introduction générale

Introduction générale

L'industrialisation et la croissance de la population sont les premiers facteurs pour lesquels la consommation de l'énergie électrique augmente. Il devient de plus en plus difficile d'obtenir des endroits de passage pour construire des nouvelles lignes de transport ou de distribution. Pour ces raisons, les compagnies d'électricité cherchent à augmenter la puissance que peuvent transporter les lignes existantes, d'où l'importance de la maintenance et de la restructuration. L'objectif de cette étude est de restructurer le réseau moyen tension de la ville de TIZI OUZOU prise en charge par le DISTRICT de cette dernière à savoir : TIZI OUZOU, DRAA EL MIZANE, AZAZGA, LARBAA NATH IRATHEN(LNI) plus AIN EL HAMAM(AEH) et TIGZIRT de manière à soulager les deux postes sources (OUED AISSI et BOUKHALFA) alimentant cette ville.

Durant notre stage pratique effectué au sein de la direction de distribution, nous avons constaté la saturation du réseau MT de distribution électrique alimentant la ville de TIZI OUZOU due à l'augmentation de la charge.

Le but de notre étude est de réduire les chutes de tension et de minimiser les pertes d'énergie dues aux longueurs importantes des départs. A cet effet, la direction de distribution a prévu une restructuration dans cette ville, par création d'un nouveau poste source HT/MT, ce qui permettra de soulager le réseau MT 30kV et de rendre meilleure la qualité de service.

Pour cela, nous avons divisé notre travail en quatre chapitres. Dans le premier chapitre nous avons traité des généralités sur les réseaux électriques. Le deuxième chapitre est consacré aux différentes méthodes théoriques de calcul des chutes de tension. Dans le troisième chapitre nous avons présenté le logiciel utilisé pour le calcul des chutes de tension nommé CARAT (Calcul Automatique des Réseaux Arborescents). Au dernier chapitre, on fait une application concernant la création d'un nouveau poste HTA.

Nous terminons notre travail avec une conclusion générale.

Chapitre I :

Généralités sur les réseaux électriques

INTRODUCTION

Aujourd'hui l'électricité étant une énergie de consommation indispensable non stockable. L'offre doit pouvoir satisfaire la demande à tout moment, on peut dire alors que le réseau électrique est piloté par la consommation due aux activités sociales économiques et industrielles. Une adéquation est nécessaire entre les capacités de production et les réseaux de transport et de distribution disponibles à moyen et à long terme, d'une part, et l'évolution de la demande future d'électricité, d'autre part.

Vu que les moyens de production d'énergie électrique sont concentrés sur un nombre relativement réduit de sites, les utilisateurs, quant à eux extrêmement nombreux sont bien évidemment répartis sur l'ensemble du territoire. Pour pouvoir utiliser cette énergie, on a besoin de la transporter, et ce, en faisant appel à un réseau de transport d'électricité.

La planification des réseaux électriques consiste à prévoir les nouvelles centrales de production, les différentes extensions du réseau ainsi que le dimensionnement des ouvrages tels que les lignes, les transformateurs et les postes. Les centrales de production sont réalisées en considérant les ressources énergétiques qui sont riches et variées vue l'étendue géographique et climatique de notre pays. [1]

I.1.PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE :

La production d'énergie électrique est en fait une transformation de l'énergie primaire, par des procédés de conversion de différents types.

Nous pouvons classer les sources primaires en deux grandes familles ; les énergies fossiles que l'on extrait du sol (le pétrole, le gaz, le charbon et l'uranium) d'une part et d'autre part les énergies renouvelables (solaire, éolien, hydraulique) ou de l'activité du magma terrestre comme la géothermie [2].

I.1.1.ENERGIE NON RENOUVELABLES :

Elles sont soit d'origine fossiles (charbon, pétrole, gaz) ou nucléaire à base d'uranium. Elles sont les plus utilisées et issues d'un long processus de transformation de la matière organique, parce qu'elles sont faciles à exploiter, et rentables.

Dans ce contexte, on distingue plusieurs types de centrales :

a)-Centrales thermiques :

Les centrales thermiques produisent l'électricité à partir de la chaleur qui se dégage de la combustion du charbon, mazout ou du gaz naturel dans une chaudière vaporisant ainsi de

l'eau. Cette vapeur d'eau est alors transportée sous haute température vers une turbine. Sous la pression, les palettes de la turbine se mettent à tourner ; l'énergie thermique est donc transformée en énergie mécanique. Celle-ci sera, par la suite, transformée à son tour en énergie électrique via un alternateur. A la sortie de la turbine, la vapeur est retransformée en eau (condensation) au contact de parois froides pour être renvoyée dans la chaudière où le cycle recommence [3] (figure I-1).

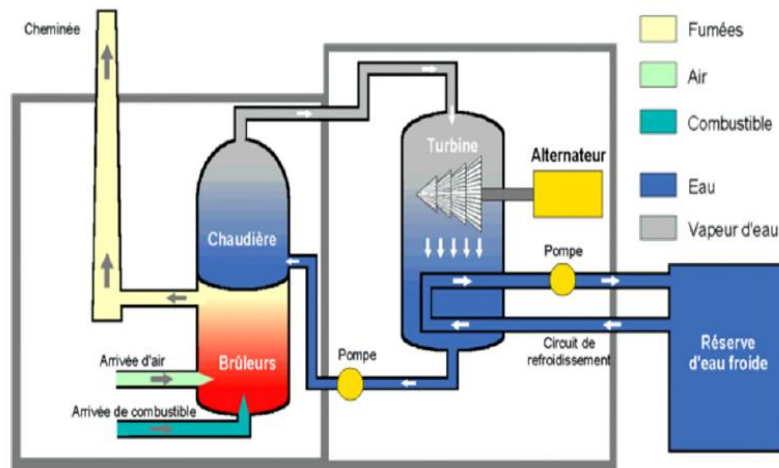


Figure I-1-Centrale thermique

b)-Centrales nucléaires :

Les centrales nucléaires produisent l'électricité à partir de la chaleur libérée par une réaction nucléaire. Donc, une centrale nucléaire est identique à une centrale thermique, sauf que la chaudière brûlant le combustible fossile est remplacée par un réacteur contenant le combustible nucléaire en fission. En fait, la différence est que cette source de chaleur nécessite impérativement une isolation totale du milieu extérieur (confinement) pour éviter un contact entre le circuit primaire et le circuit secondaire, qui contaminerait toute la centrale en éléments radioactifs. Et l'on doit encore prévoir un système de refroidissement, ce qui nécessite un emplacement près d'un cours d'eau ou la construction d'une tour de refroidissement [3] (figure I-2).

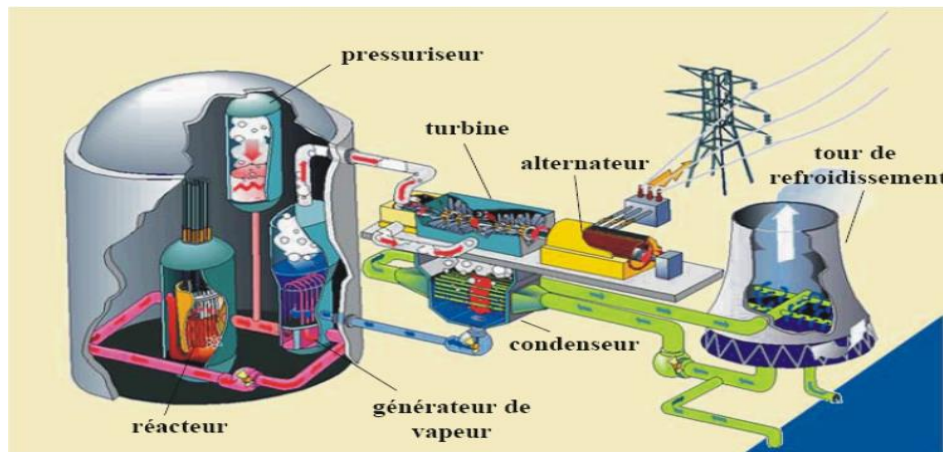


Figure I-2-Centrale nucléaire

I.1.2.ENERGIE RENOUVELABLES :

a)-L 'énergie photovoltaïque :

Le principe des centrales solaires photovoltaïques est extrêmement simple. Elles sont constituées d'un champ de modules solaires photovoltaïques reliés entre eux en série ou en parallèle, et branchés sur un ou plusieurs onduleurs. L'énergie est directement transformée en électricité dans les panneaux, et passe ensuite dans le réseau électrique vers la ville la plus proche. L'exploitation de l'énergie photovoltaïque pour la production de l'électricité représente un intérêt non négligeable, l'Algérie par exemple, à l'instar des pays en voie de développement, est confrontée au problème d'alimentation électrique des zones isolées et montagneuses. L'application des systèmes photovoltaïques apparaît comme une alternative prometteuse, car notre pays bénéficie d'une situation géographique très favorable pour l'utilisation de l'énergie solaire et elle dispose d'une durée d'ensoleillement et d'une quantité d'énergie incidente très importante [4] (figure I-3).



Figure I-3-Centrale solaire

b)-L 'énergie éolienne :

L'énergie éolienne est depuis longtemps exploitée par l'homme (les moulins et voiles des bateaux). Cette énergie peut directement actionner des pompes d'eau ou indirectement en produisant du courant électrique qu'on utilise dans la vie de tous les jours, à l'aide des différents types d'aérogénérateurs. L'aérogénérateur utilise l'énergie cinétique du vent pour entraîner l'arbre de son rotor [4] (figure I-4).



Figure I-4-Centrale éolienne

c)- L'énergie hydraulique :

L'eau accumulée dans les barrages ou dérivées par les prises d'eau, constitue une énergie potentielle disponible pour entraîner en rotation la turbine génératrice. L'énergie hydraulique se transforme alors en énergie mécanique. Cette turbine accouplée mécaniquement à un alternateur l'entraîne en rotation à fin de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique, la puissance disponible résulte de la conjonction de deux facteurs [5] (figure I-5) :

- Hauteur de la chute (H en m)
- Débit de la chute (Q en m^3/s).

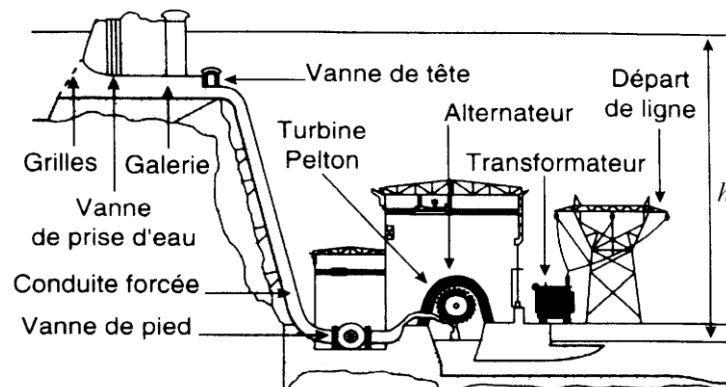


Figure I-5-Centrale hydraulique

I.1.3. Production d'électricité décentralisée :

La production décentralisée ou "dispersée" est la production d'énergie à l'aide des installations de petite puissance raccordées aux réseaux à basse tension (et plus rarement à moyenne tension) contrairement à la production centralisée de grande puissance, raccordées au réseau de transport. La production décentralisée est à base de sources d'énergie renouvelable, mais dans certains cas elle peut être effectuée aussi avec des générateurs conventionnels (groupes diesel et micro-turbines à gaz en cogénération). Actuellement, la puissance cumulative de la production d'électricité décentralisée est en forte augmentation. Cet accroissement est du à différents facteurs, mais principalement c'est la libéralisation progressive des marchés de l'énergie dans une grande majorité des pays [1].

I.2. TRANSPORT ET DISTRIBUTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE :

L'énergie électrique est produite par des centrales de production (nucléaires thermiques, hydrauliques éoliennes), cette énergie est fournie par des alternateurs triphasés dont la tension moyenne est de l'ordre de 8 à 16 kV [6]. Cette tension est trop basse pour la transporter sur de grande distance des puissances importantes. Pour réduire les pertes ohmiques dans les lignes, on a recourt à l'élévation de cette tension, pour cela, on utilise des transformateurs élévateurs à la sortie des alternateurs connectés aux jeux de barres, puis la ligne conduit directement sur un poste d'interconnexion. L'énergie électrique passe à travers le réseau de répartition dont la finalité est d'acheminer l'électricité du réseau de transport vers les grands centres de consommation tels que les industries lourdes, les chemins de fer etc. (figure I-6).

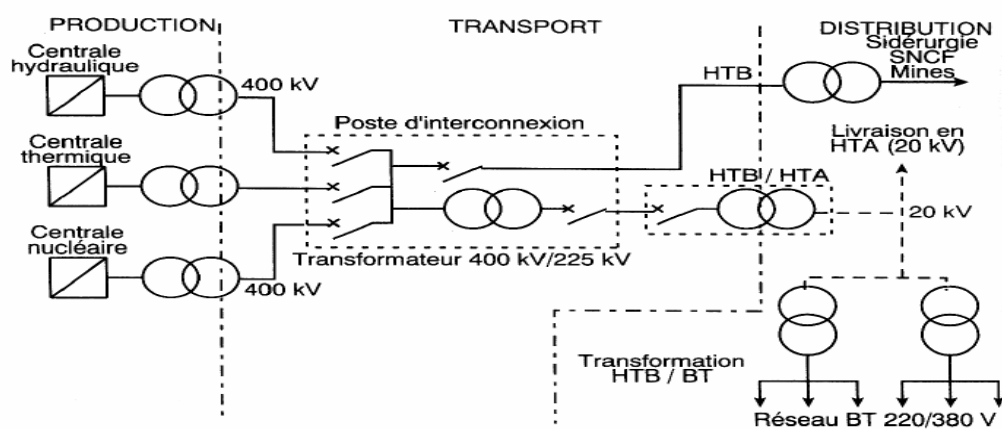


Figure I.6 : Schéma générale de la production, du transport et de la distribution d'énergie électrique

I.2.1. DIFFERENTS TYPES DE RESEAU ELECTRIQUE :**a) Le réseau de transport :**

Il comprend les lignes et les postes de transformation ainsi que les centrales de production. Ce réseau est capable de transporter l'énergie électrique sur de grande distance, il permet l'acheminement de l'électricité des centrales de production aux grandes zones de consommation, aussi l'interconnexion nationale et internationale pour gérer les flux d'énergie entre les pays en fonction de la demande et des pics de consommation. [6]

b) Le réseau de répartition:

Ce réseau comprend les lignes de transport et les postes de transformation intermédiaires entre le réseau de transport et le réseau de distribution. La finalité de celui-là est d'acheminer l'énergie électrique vers les centres de consommation. [6]

c) Le réseau de distribution :

Il comprend les lignes et les postes de transformation servant à alimenter les clients. Ce réseau se compose de deux parties : [6]

- Le réseau de distribution moyenne tension (**2.4kV à 69 kV**),
- Le réseau de distribution basse tension (**120 V à 600 V**).

I.2.2. POSTES DE TRANSFORMATION :

Les postes de transformation d'un réseau électrique, permettant une liaison entre différent réseaux, soit avec une même tension ou à des tensions différentes. Ils permettent de pouvoir manœuvrer, mettre en ou hors service un tel ou tel élément du réseau que l'on désire sans toutefois changer la configuration générale du réseau. On distingue trois types de postes [7] :

a) Poste d'interconnexion :

Ces postes reçoivent par l'intermédiaire des lignes HT, l'énergie produite qu'ils transforment en THT avant de la transférer vers un poste de répartition [7].

b) Poste de répartition :

Les lignes établies entre le poste de distribution et les postes basse tension urbains et ruraux, véhiculent les courants sous des tensions généralement comprises entre 5500 et 15000 V [7].

c) Poste urbains et ruraux :

Ils abaissent cette tension à 220-380 V (tension d'utilisation mise à la disponibilité des usagers) [7].

I.2.3. DIFFERENTS MODES DE DISTRIBUTION :

a) Réseau arborescent (radial) :

Le réseau radial est la forme de réseau la plus simple. C'est une structure unifilaire arborescente. Les lignes partent d'un point central (poste de transformation) pour se séparer en plusieurs ramifications à la manière des branches d'un arbre. Cette structure concerne les réseaux aériens. On distingue deux types d'alimentation : [2] (Figure I-7).

- Alimentation en antenne.
- Alimentation en coupure d'artère.

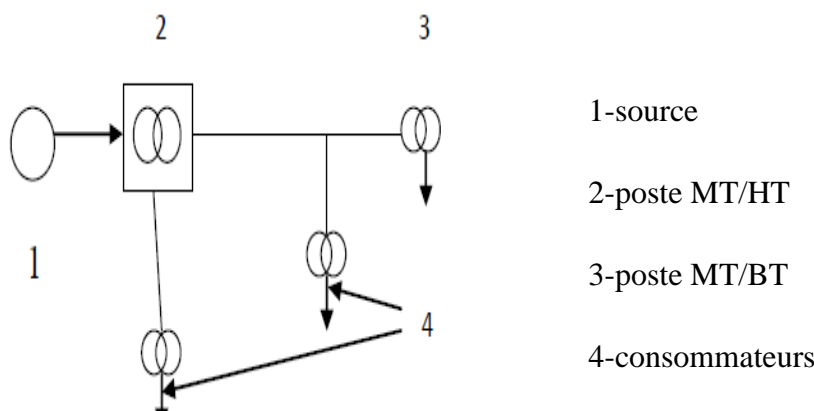


Figure I.7: schéma simplifié d'un réseau radial

b) Réseaux en boucle :

Lorsque la densité de charge augmente, on tend, surtout dans les réseaux à moyenne tension mais aussi dans les réseaux à basse tension, vers un maillage partiel par la formation de boucles. Tous les accès de la boucle sont alors alimentés par deux lignes, ce qui augmente la sécurité de service. Cette structure est utilisée dans les réseaux aériens. [2] (Figure I.8).

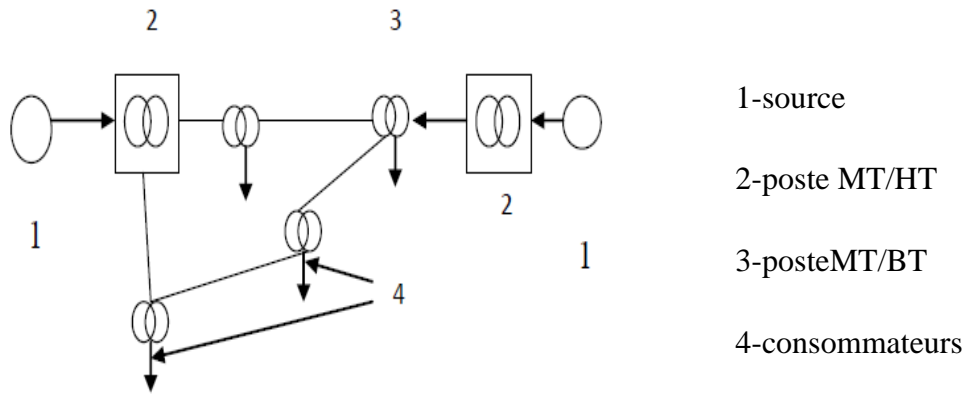


Figure I.8 : schéma simplifié d'un réseau bouclé

c) Réseaux en maille :

Lorsque les lignes sont regroupées pour relier des points très éloignés les uns des autres, les branches des réseaux forment des mailles. Tous les réseaux HT sont exploités de cette façon pour des raisons technico-économique et de sécurité. Cette structure offre une très grande fiabilité d'approvisionnement. [2] (Figure I.9)

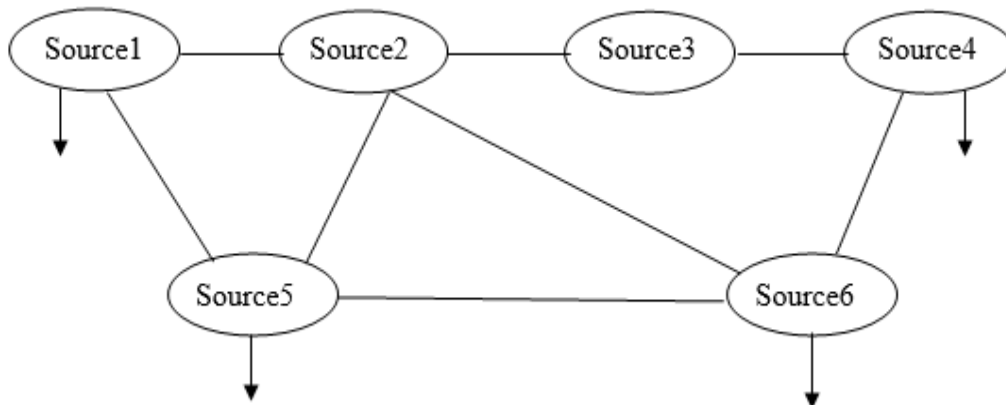


Figure I.9: schéma simplifié d'un réseau maillé

I.2.4.Lignes électriques :

Les lignes à haute tension sont les principales lignes de transport d'électricité. Elles peuvent être aériennes, souterraines et même parfois sous-marines. Elles servent à transporter l'électricité produite sur de longues distances et interconnecter des réseaux électriques. On distingue deux catégories : [8] (Figure I.10).

1. Lignes aériennes :**Figure I.10 : Lignes aériennes****a) Pylônes :**

Les pylônes permettent un transport aérien d'électricité, ils sont composés en général de treillis d'acier. Leur fonction est de maintenir les conducteurs à une distance suffisamment éloignée de tout obstacle et surtout du sol. Ils permettent aussi une sécurité et un isolement par rapport à la terre. En effet, les câbles étant nus pour limiter le coût et le poids des lignes.[9] (Figure I.11).

**FigureI.11 : Pylône****b) Conducteurs :**

Les énergies transportées sont principalement sous forme triphasées, on trouve au moins trois conducteurs par ligne. Les conducteurs en cuivre sont de moins en moins utilisés. En général, les conducteurs sont conçus avec un alliage d'aluminium, il possède certes moins de conductivité, mais il est avantageux pour son poids permettant une réduction de pylônes très coûteux. [9] (Figure I.12).

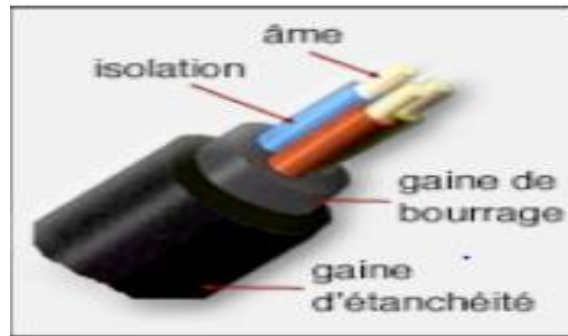


Figure I.12 : Conducteur

c) **Isolateurs :**

L'isolation entre les conducteurs et les pylônes est assurée par des isolateurs, qui sont composés principalement de verre, de céramique ou en matériaux synthétiques. Les isolateurs en verre ou en céramique sont en général sous forme d'assiette, et leur association provoque ainsi une chaîne d'isolateur. [9](Figure I.13).

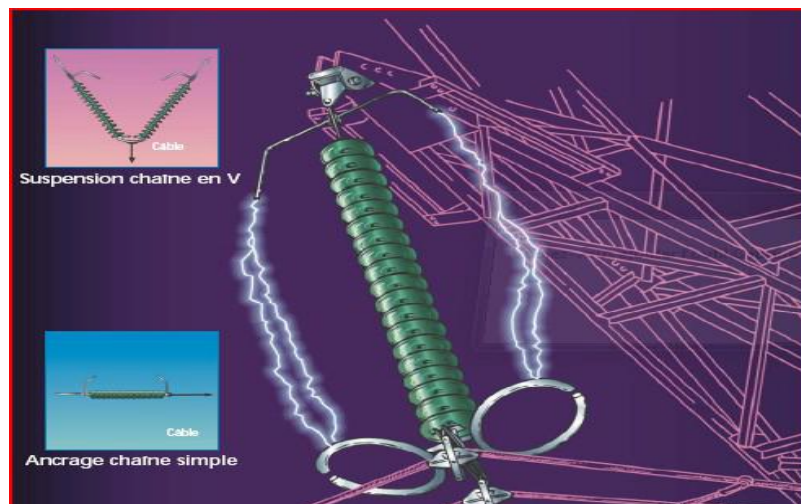


Figure I.13 : Isolateurs

d) **Balises :**

Les balises permettent la localisation des lignes pour la circulation aérienne [9] (Figure I.14).

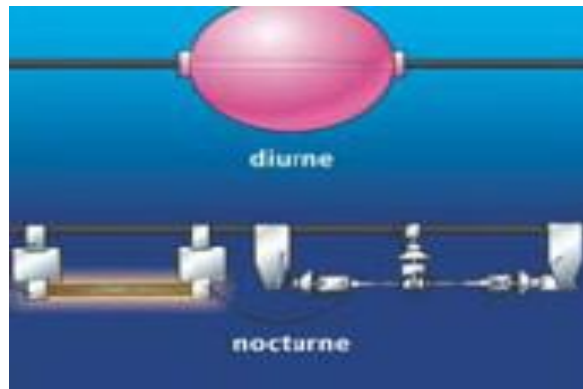


Figure I.14 : Balises

e) Câbles de garde :

Ils ne transportent pas du courant mais ils jouent le rôle de paratonnerre car ils attirent les coups de foudre et évitent le foudroiement des lignes. [9] (Figure I.15).



Figure I.15 : Câble de garde

2. Câbles souterrains :

Les câbles souterrains ne produisent pas de champ électrique. En effet, celui-ci est confiné à l'intérieur de la gaine métallique qui entoure les conducteurs. Les champs magnétiques ne sont pas atténués par l'enfouissement sous terre des conducteurs. Les câbles souterrains génèrent des champs magnétiques qui peuvent même être supérieurs à ceux générés par les lignes aériennes mais ils s'atténuent plus vite avec la distance. [10] (Figure I.16).



FigureI.16 : Câbles souterrains

Conclusion :

Dans ce premier chapitre, on a traité des généralités sur les réseaux électriques. Pour lesquels nous avons fait quelques rappels sur les différentes centrales de production d'énergie électrique, les différents types de réseau et ses éléments constitutifs.

Chapitre II :

Méthodes de calcul des chutes de tension

INTRODUCTION :

Comme l'énergie électrique n'est pas stockable, elle présente l'avantage d'être facile à transporter à de grandes distances par de simples fils conducteurs qui forment un réseau de transport d'énergie.

Le problème qui doit être résolu est celui de trouver un réseau de transport d'énergie qui doit être capable de fournir à chaque instant une énergie égale à celle demandée par les consommateurs. Voir que la charge est en permanente fluctuation (augmentation de la consommation, apparition de nouveaux clients...) cela se répercute de façon négative sur le niveau de tension qui se met à baisser à cause des chutes générées par l'augmentation du transit réactif. Le calcul de ces chutes se fait par les méthodes suivantes :

II-1-METHODE GENERALE (THEORIE DES QUADRIPOLES) :

II-1-1-Cas des lignes aériennes :

II-1-1-1-Lignes à constantes réparties :

Ce modèle est utilisé pour les lignes dont la longueur est sensiblement supérieure à la longueur d'onde qui la parcourt (figure II-1).

Soit V_1, I_1 et V_2, I_2 les tensions et les courants aux extrémités d'une ligne.

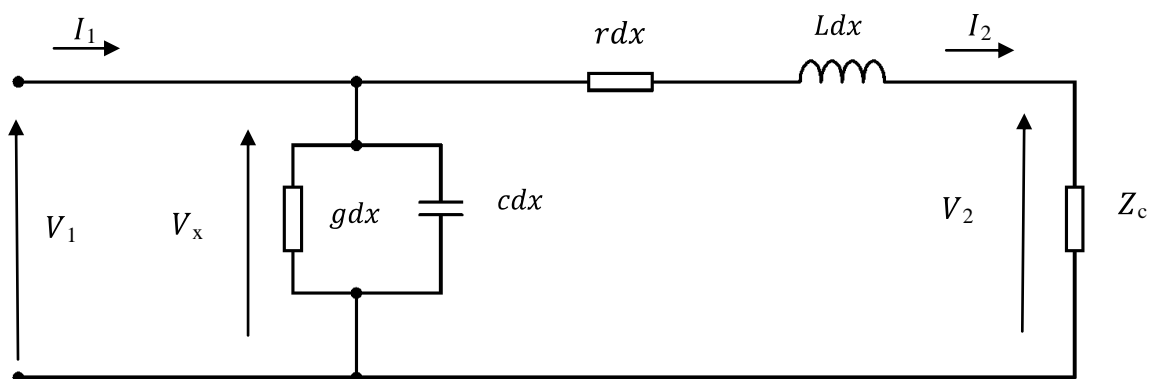


Figure II-1-Schéma équivalent d'un quadripôle [2]

Avec :

r : Résistance linéique [$\Omega \text{ km}$] ;

Chapitre II Méthodes de calcul des chutes de tension

l : Inductance linéique [$H \text{ km}$] ;

c : Capacité linéique [$F \text{ km}$] ;

g : conductance linéique [$1/(\Omega/\text{km})$].

V_1 et I_1 sont liés à V_2 et I_2 par les équations linéaires du quadripôle :

$$I_1 = \frac{V_2}{Z_c} Sh.n.l + I_2 Ch.n.l \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 Ch.n.l + Z_c I_2 Sh.n.l \\ \end{array} \right. \quad (\text{II-1})$$

Inversement, nous avons :

$$I_2 = -\frac{V_1}{Z_c} Sh.n.l + I_1 Ch.n.l \quad \left\{ \begin{array}{l} V_2 = V_1 Ch.n.l - Z_c I_1 Sh.n.l \\ \end{array} \right. \quad (\text{II-2})$$

Avec: Z_c : impédance caractéristique de la ligne.

n : Constante de propagation.

l : Longueur de la ligne.

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_c = \frac{\overline{Z_t}}{Y_t} \\ Z_t = R + jL\omega .l \\ Y_t = G + jC\omega .l \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{Impédance totale.} \\ \text{Admittance totale.} \end{array}$$

$$n.l = \frac{\overline{\quad}}{Z_t . Y_t}$$

En faisant le développement limité des fonctions hyperboliques on aura :

$$Z_c Ch n.l = Z_c \left(1 + \frac{Z_t Y_t}{6} + \frac{(Z_t Y_t)^2}{120} + \dots \right) \quad (\text{II-3})$$

$$\frac{1}{Z_c} Sh n.l = Y_t \left(1 + \frac{Z_t Y_t}{6} + \frac{(Z_t Y_t)^2}{120} + \dots \right)$$

Chapitre II Méthodes de calcul des chutes de tension

Le nombre des termes à prendre pour les développements limités est en fonction de la longueur de la ligne :

- Pour les lignes longues ($l > 600km$) : on prend trois termes du développement limité ;
- Pour les lignes moyennes ($200 < l < 600km$) : on prend deux termes du développement limité ;
- Pour les lignes courtes ($l < 200km$) : on prend un seul terme du développement limité.

II-1-1-2-Aproximation de la ligne par des impédances localisées :

Pour une ligne courte $l < 200km$, on peut la représenter par un schéma monophasé en π ou en T avec $L' = L.l$, $R' = R.l$, $C' = C.l$

L, R et C sont respectivement : inductance, résistance et capacité linéique.

II-1-1-2-1-Schéma en π :

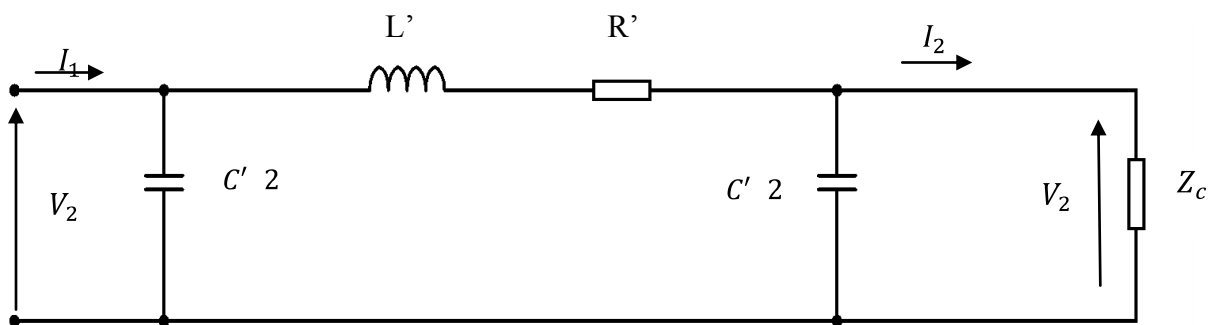


Figure II-2-Schéma en π d'une ligne courte [2]

Si on considère le schéma de la figure II-2, on aura les équations des mailles suivantes

$$0 = R' + jL'\omega + \frac{4}{c'\omega} I - \frac{2}{jc'\omega} I_1 - \frac{2}{jc'\omega} I_2 \quad (\text{II-4})$$

$$V_1 = \frac{2}{jC'\omega} I_1 - \frac{2}{jC'\omega} I$$

$$V_2 = -\frac{2}{jC'\omega} I_2 + \frac{2}{jC'\omega} I$$

D'où, on aura les équations suivantes :

$$I_1 = I_2 \left\{ \begin{array}{l} V_1 = V_2 \left[1 - \frac{C'L'\omega^2}{2} + j\frac{R'C'\omega}{2} - I_2 (R' + jL'\omega) \right] \\ 1 - \frac{C'L'\omega^2}{2} + j\frac{R'C'\omega}{2} + V_2 \left[-\frac{R'C'^2\omega^2}{4} + jC'\omega - j\frac{L'C'^2\omega^3}{4} \right] \end{array} \right. \quad (\text{II-5})$$

Si on néglige les termes $C'L'\omega^2$ et $R'C'\omega$ devant l'unité on trouve :

$$I_1 \cong I_2 + jC'\omega V_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} V_1 \cong V_2 - I_2(R' + jL'\omega) \end{array} \right. \quad (\text{II-6})$$

De la même manière, on peut retrouver V_2 et I_2 en fonction de V_1 et I_1 :

$$\left\{ \begin{array}{l} V_2 = V_1 \left[1 - \frac{C'L'\omega^2}{2} + j\frac{R'C'\omega}{2} - I_1 (R' + jL'\omega) \right] \\ I_2 = I_1 \left[1 - \frac{C'L'\omega^2}{2} + j\frac{R'C'\omega}{2} + V_1 \left[-\frac{R'C'^2\omega^2}{4} + jC'\omega - j\frac{L'C'^2\omega^3}{4} \right] \right] \end{array} \right. \quad (\text{II-6})$$

Si on néglige les termes $C'L'\omega^2$ et $R'C'\omega$ devant l'unité, on trouve :

$$I_2 \cong I_1 + jC'\omega V_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} V_2 \cong V_1 - I_1(R' + jL'\omega) \end{array} \right. \quad (\text{II-7})$$

II-1-1-2-1-1-Diagramme vectoriel d'une ligne courte schématisé en π :

On prend comme origine des phases V_2 (figure II-3).

φ_1 : Déphasage entre V_1 et I_1 , φ_2 déphasage entre V_2 et I_2 ;

α : Déphasage entre I et V_2 ;

δ : Déphasage entre I_1 et V_2 .

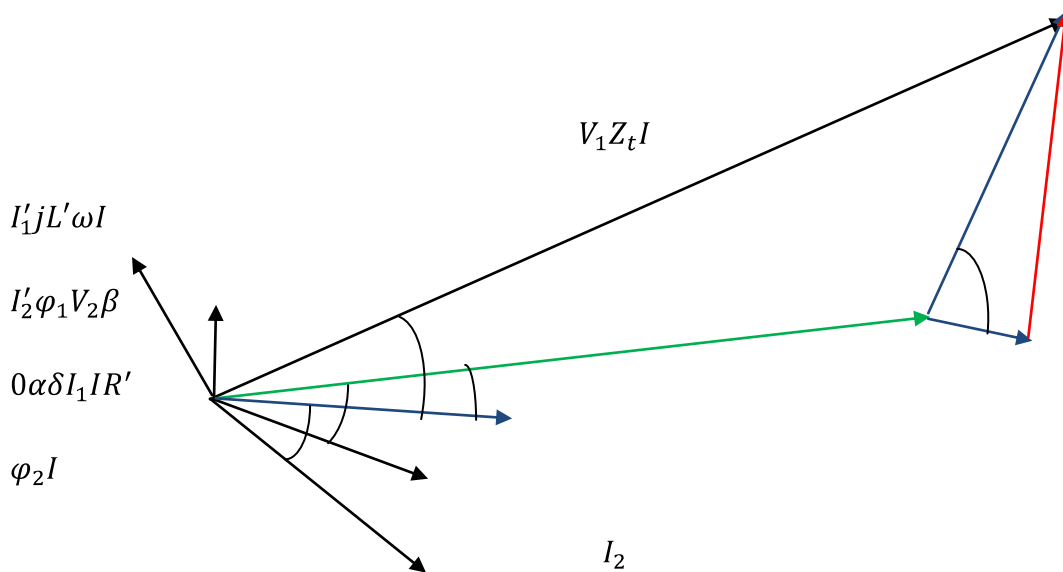


Figure II-3-Diagramme vectoriel d'une ligne courte en π [2]

Le diagramme de la figure II-3 peut être remplacé par les équations suivantes :

$$I^{\angle\alpha} = I_2^{\angle\varphi_2} + \frac{C'}{2} \cdot \omega \cdot V_2^{\angle\pi/2} \quad (II-8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1^{\angle\delta - \varphi_2} = V_2^{\angle 0} + Z_t \cdot I^{\angle\beta + \alpha} \\ I^{\angle\delta} = I^{\angle\alpha} + \frac{C'}{2} \cdot \omega \cdot V_1^{\angle\frac{\pi}{2} + \delta - \varphi_1} \end{array} \right.$$

Avec : $\beta = \arctg \frac{L'\omega}{R'}$ et $Z_t = R' + jL$

II-1-1-2-2-Le schéma en T :

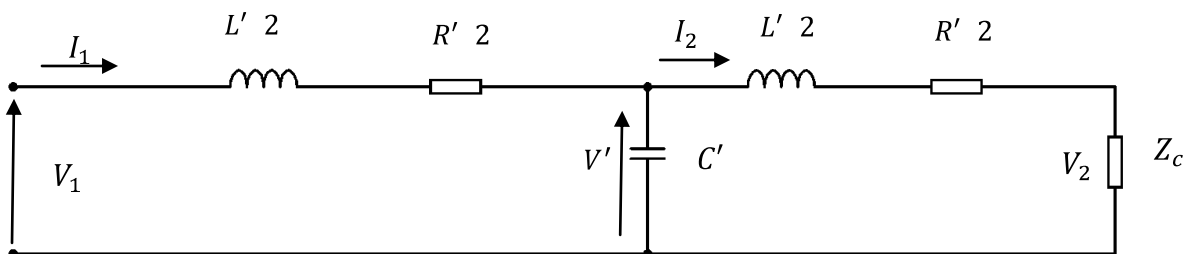


Figure II-4-Schéma en T d'une ligne courte [2]

R' : Résistance linéique de la ligne.

L' : Inductance linéique de la ligne.

C' : Capacité linéique de la ligne.

D'après la figure II-4, on aura l'équation suivante :

$$V' = V_2 + \frac{Z_t}{2} I_2 \quad (\text{II-9})$$

$$V' = V_2 + \frac{R'}{2} I_2 + j \frac{L' \omega}{2} I_2$$

II-1-1-2-2-1-Diagramme vectoriel d'une ligne courte en T :

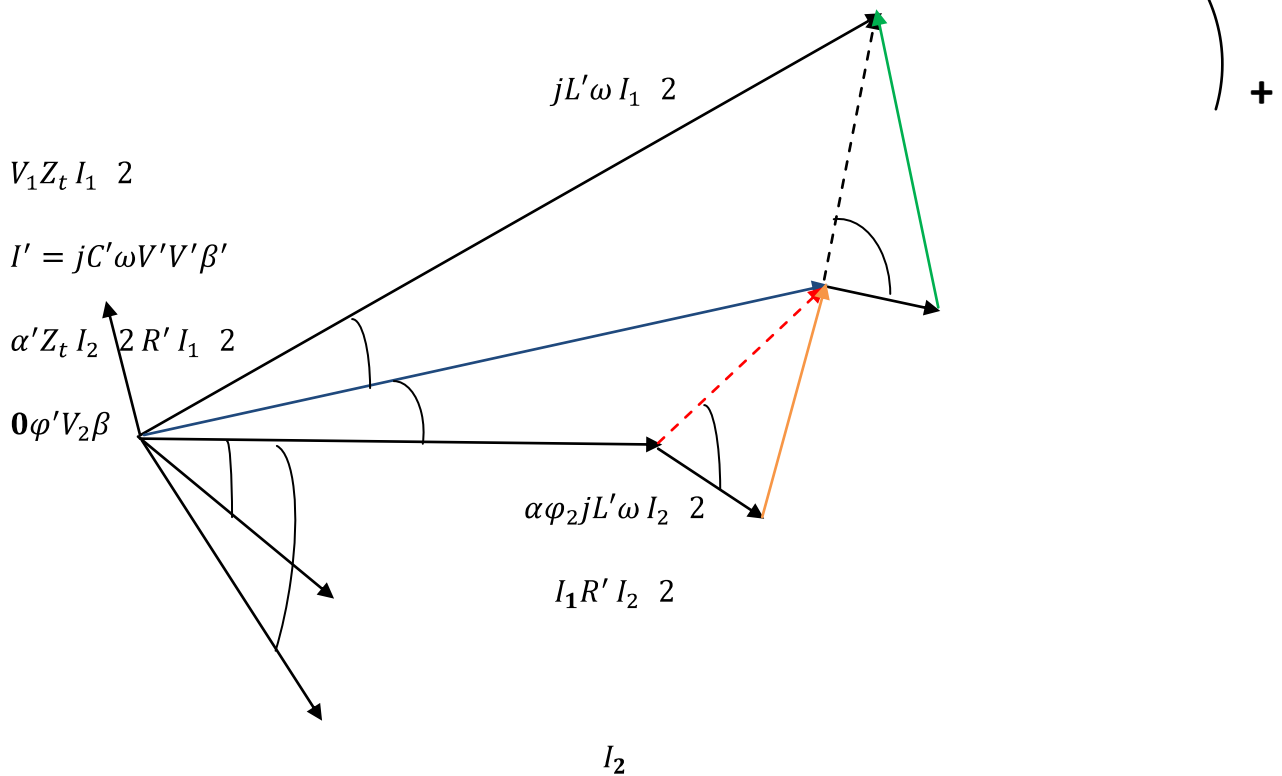


Figure II-5- Diagramme vectoriel d'une ligne courte en T[2]

Le diagramme de la figure II-5, peut être remplacé par les équations suivantes :

$$V' \angle \varphi' = V_2 \angle 0 + \frac{Z_t}{2} I_2 \angle \beta + \varphi_1$$

$$I_1 \angle \alpha = I_2 \angle \varphi_1 + C' \omega V' \angle \varphi' + \pi$$

$$V_1 \angle \alpha' \varphi' = V' \angle \varphi' + \frac{Z_t}{2} \cdot I_1 \angle \beta' + \alpha$$

(II-10)

II-1-1-3-Cas des lignes de longueurs inférieures à 20 km (très courte) :

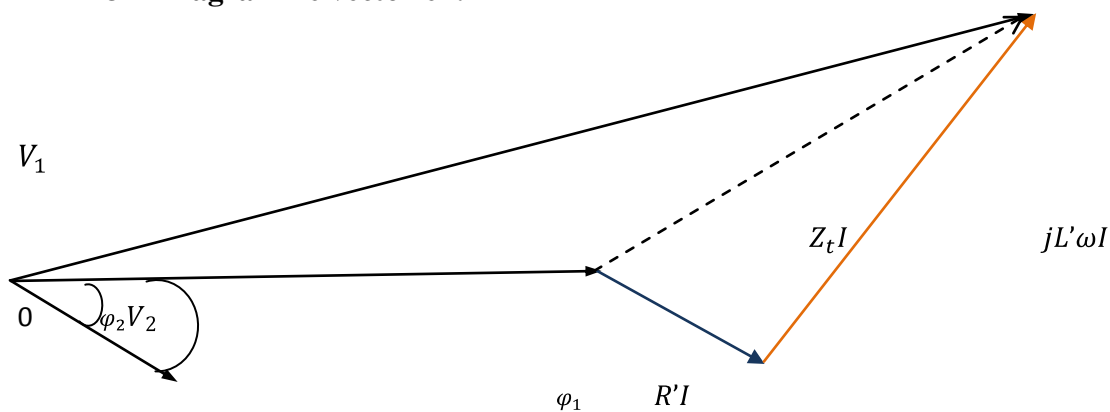
Pour cette catégorie de ligne à basse ou moyenne tension, on considère que les fuites latérales sont nulles c'est-à-dire $X_t=0$. Dans ce cas, on ne prend que les premiers termes du développement limité des fonctions hyperboliques. [10]

$$\begin{aligned} Ch \ nl &= 1 \\ ZC \ Sh \ nl &= Zt \\ \frac{1}{ZC} sh \ nl &= 0 \end{aligned} \tag{II-11}$$

Nous aurons alors :

$$\begin{aligned} V_1 &= V_2 - Z_t I_2 = V_2 - R + jL\omega I_2 \\ I_1 &= I_2 = I \end{aligned} \tag{II-12}$$

II-1-1-3-1-Diagramme vectoriel :



FigureII-6 : Diagramme d'une ligne sans capacité [10]

II-1-1-3-2-Expression de la chute de tension :

La chute de tension est exprimée comme suit : [10]

$$\Delta V = V_1 - V_2 \text{ avec}$$

V_1 : Tension d'entrée.

V_2 : Tension d'arrivée.

Dans le cas le plus fréquent, lorsque le déphasage de V_2 par rapport à V_1 est modéré, on peut remplacer V_1 par sa projection sur l'axe portant V_2 (figure II-6.), on aura alors la chute de tension comme suit:

$$\Delta V = V_1 - V_2 = RI \cos \varphi_2 + L\omega I \sin \varphi_2 \quad (\text{II-13})$$

II-1-1-3-3-Chute de tension en phase et en quadrature :

Soit une ligne à capacité et conductance latérales négligeables, de résistance R et d'inductance L . La tension au départ est V_1 et à l'arrivée V_2 (figure II-7).

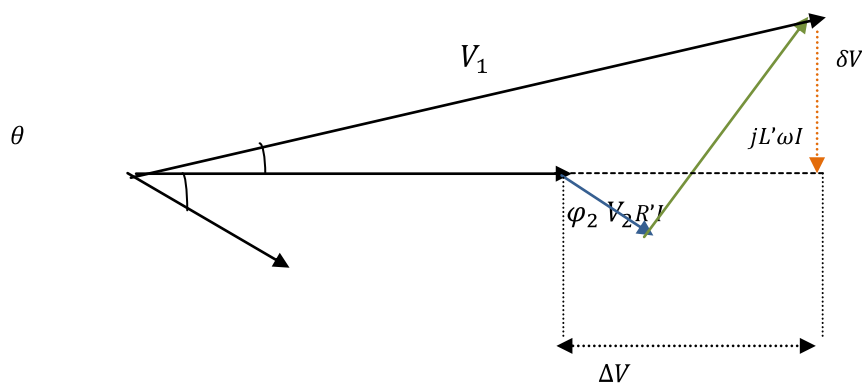


Figure II-7: Chute de tension en phase et en quadrature [10]

Nous avons :

$V_2 = V_1 - V_2$: composante de la chute de tension en phase avec V_2

$$\Delta V = RI \cos \varphi_2 + XI \sin \varphi_2 \quad (\text{II-14})$$

$\delta V = RI \cos \varphi_2 + L\omega I \sin \varphi_2$: Composante de la chute de tension en quadrature avec V_2

ΔV : est due au transit de la puissance réactive sur la ligne.

δV : est due au transit de la puissance active sur la ligne.

$$\tan \theta = \frac{\delta V}{V_2 + \Delta V} = \frac{XI \cos \varphi_2 - RI \sin \varphi_2}{V_2 + RI \cos \varphi_2 + XI \sin \varphi_2} \quad (\text{II-15})$$

II-1-2-Cas des câbles souterrains :

Chapitre II Méthodes de calcul des chutes de tension

En souterrain, le caractère capacitif est assez important, ce qui crée un courant capacitif qui influe sur la valeur de la chute de tension (figure II-8).

r : Résistance linéique [Ω/km].

x : réactance linéique [Ω/km].

c : Capacité linéique [F/km].

V_d : Tension simple à l'entrée de la ligne.

V_a : Tension simple aux bornes de la charge.

V_c : Tension simple aux bornes de la capacité.

On déduit les équations suivantes : [10]

$$\begin{aligned} V_c &= V_a + l \cdot \frac{r}{2} + j \frac{x}{2} I_a \\ V_d &= V_c + l \cdot \frac{r}{2} + j \frac{x}{2} I_d \\ I_d &= I_c + I_a \end{aligned} \quad (\text{II-16})$$

Nous aurons le diagramme suivant :

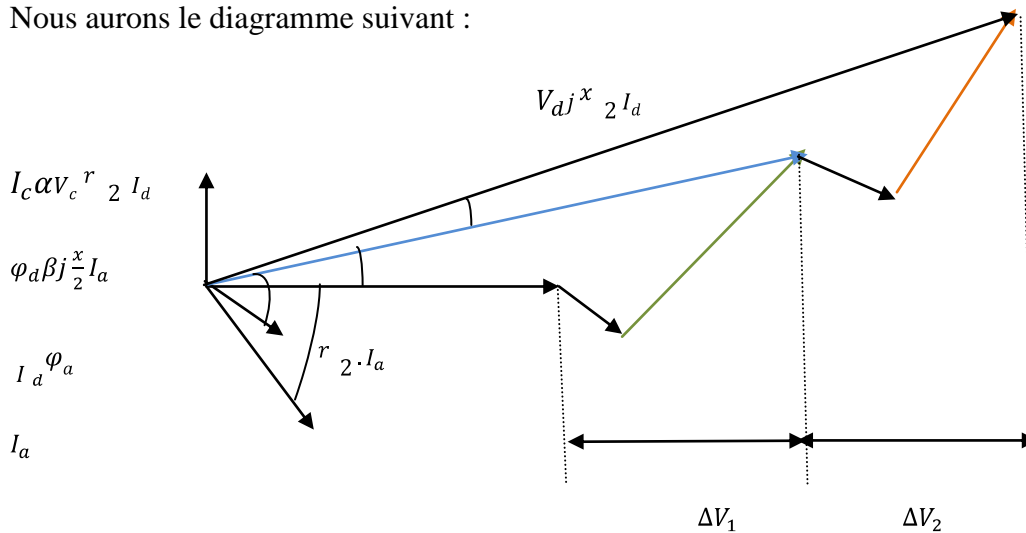


Figure II-8 : Diagramme de la ligne en T [10]

De la figure (II-8), on tire les équations suivantes :

(II-17)

$$\begin{aligned}
 V_c^{\angle\beta} &= V_a^{\angle 0} + l \cdot \frac{r}{2} + j \frac{x}{2} I_a^{\angle\varphi\alpha} \\
 V_d^{\angle\alpha+\beta} &= V_c^{\angle\beta} + l \cdot \frac{r}{2} + j \frac{x}{2} I_a^{\angle\varphi\alpha - \alpha + \beta} \\
 I_d^{\angle\varphi_d - \alpha + \beta} &= I_c^{\angle\frac{\pi}{2} + \beta} + I_a^{\angle\varphi\alpha}
 \end{aligned}$$

Avec : $I_c = j \cdot L \cdot C \cdot \omega \cdot V_c$

N.B : φ_α et φ_d sont des angles négatifs.

On tire les équations suivantes :

$$\begin{aligned}
 V_c &= V_a + l \cdot \frac{r}{2} + j \frac{x}{2} [I_a \cos \varphi_\alpha + j I_a \sin \varphi_\alpha] \quad (\text{II-18}) \\
 V_c &= V_a + l \cdot \frac{r}{2} I_a \cos \varphi_2 - l \cdot \frac{r}{2} I_a \sin \varphi_\alpha + j [l \cdot \frac{x}{2} I_a \cos \varphi_2 - l \cdot \frac{r}{2} I_a \sin \varphi_\alpha]
 \end{aligned}$$

Le module de V_c sera : $|V_c| =$

$$\sqrt{V_a + l \cdot \frac{r}{2} I_a \cos \varphi_2 - l \cdot \frac{r}{2} I_a \sin \varphi_\alpha^2 + [l \cdot \frac{x}{2} I_a \cos \varphi_2 - l \cdot \frac{r}{2} I_a \sin \varphi_\alpha]^2} \quad (\text{II-19})$$

Le déphasage de V_c par rapport à V_a est donné par :

$$\beta = \tan^{-1} \frac{l \cdot \frac{x}{2} I_a \cos \varphi_2 - l \cdot \frac{r}{2} I_a \sin \varphi_\alpha}{V_a + l \cdot \frac{r}{2} I_a \cos \varphi_2 - l \cdot \frac{r}{2} I_a \sin \varphi_\alpha} \quad (\text{II-20})$$

$$I_d^{\angle\varphi_d - \alpha + \beta} = I_c^{\angle\frac{\pi}{2} + \beta} + I_a^{\angle\varphi\alpha} \quad (\text{II-21})$$

En négligent l'angle α , on obtient :

$$\begin{aligned}
 I_d^{\angle\varphi_d - \beta} &= I_c^{\angle\frac{\pi}{2} + \beta} + I_a^{\angle\varphi\alpha} = j c \omega V_c^{\angle\beta} + I_a^{\angle\varphi\alpha} \\
 &= j l c \omega V_c \cos \beta + j V_c \sin \beta + [I_a \cos \varphi_\alpha + j I_a \sin \varphi_\alpha] \\
 &= (I_a \cos \varphi_\alpha + j l \cdot c \cdot \omega \cdot V_c \sin \beta)^2 + j (I_a \sin \varphi_\alpha + l \cdot c \cdot \omega \cdot V_c \cos \beta)^2 \quad (\text{II-22})
 \end{aligned}$$

Son module est donné par :

$$\varphi_d = \tan^{-1} \frac{I_a \sin \varphi_\alpha + l \cdot c \cdot \omega \cdot V_c \cos \beta}{I_a \cos \varphi_\alpha + j l \cdot c \cdot \omega \cdot V_c \sin \beta} \quad (\text{II-24})$$

La chute de tension en monophasé est donnée par :

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 \text{ (II-25)}$$

Avec :

$$\Delta V_1 = l \cdot \frac{r}{2} I_a \cos \varphi_a + l \cdot \frac{x}{2} I_a \sin \varphi_a \quad \text{(II-26)}$$

$$\Delta V_2 = l \cdot \frac{r}{2} I_d \cos \varphi_d + l \cdot \frac{x}{2} I_d \sin \varphi_d$$

Donc :

$$\Delta V = l \cdot I_a \left(\frac{r}{2} \cos \varphi_a + \frac{x}{2} \sin \varphi_a \right) + l \cdot I_d \left(\frac{r}{2} \cos \varphi_d + \frac{x}{2} \sin \varphi_d \right) \quad \text{(II-27)}$$

En triphasé la chute de tension relative est :

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot 100 \left(I_a \cos \varphi_a + I_d \cos \varphi_d \right) \frac{r}{2} + \left(I_a \sin \varphi_a + I_d \sin \varphi_d \right) \frac{x}{2}}{U} \% \quad \text{(II-28)}$$

II-2-METHODE DE SEPARATION DES PUISSANCES ACTIVE ET REACTIVE :

Même si la formulation de la méthode générale est simple, l'utilisation des nombres complexes conduit à des calculs difficiles. C'est pourquoi on lui préfère en pratique une méthode approchée qui est celle de séparation des puissances active et réactive. Celle-ci est surtout utile dans le cas des lignes dont la longueur dépasse quelques dizaines de kilomètres sans atteindre 600 km. [2]

La ligne étudiée est représentée par son schéma en π : (figure II-9).

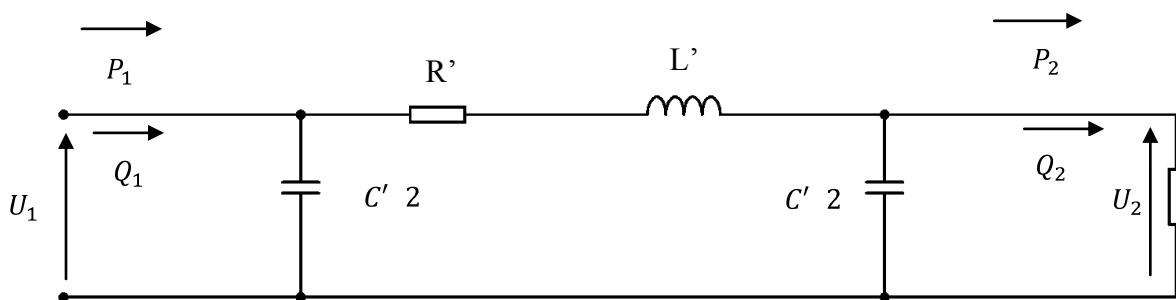


Figure II-9-Schéma en π d'une ligne moyenne ou courte [2]

II-2-1-Méthode de calcul par approximation successive :

Soit P_2 et Q_2 les puissances active et réactive à l'extrémité réceptrice (2). Si U_2 est la tension composée de la ligne en (2) et φ_2 le déphasage entre la tension U_2 et le courant I_2 , on aura :

$$\begin{aligned} P_2 &= \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot U_2 \cos \varphi_2 . \\ Q_2 &= \sqrt{3} \cdot I_2 \cdot U_2 \cdot \sin \varphi_2 . \end{aligned} \quad (\text{II-29})$$

La puissance apparente à l'extrémité (2) est :

$$S_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{3} \cdot I_2 U_2 . \quad (\text{II-30})$$

Les puissances à l'extrémité émettrice (1) alors :

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 + p; \\ Q_1 &= Q_2 - q'_2 - q'_1 + q; \end{aligned} \quad (\text{II-31})$$

	$p = R' \frac{P_2^2 + Q_2 - q'_2{}^2}{U_2^2};$	Pertes actives
Avec :	$q'_2 = \frac{c'\omega}{2} \cdot U_2^2;$	
	$q'_1 = \frac{c'\omega}{2} \cdot U_1^2;$	Pertes réactives dans les capacités
	$q = L'\omega \frac{P_2^2 + Q_2 - q'_2{}^2}{U_2^2};$	Pertes réactives dans l'inductance

Comme la tension U_1 est inconnue, on remplace U_1 par U_2 dans l'expression de q'_1 et on calcule P_1, Q_1 puis S_1 .

$$\text{Sachant que } S_1/S_2 \cong U_1/U_2. \text{ On tire } U_1 = U_2 \cdot S_1/S_2 \quad (\text{II-32})$$

On peut remplacer la valeur de U_1 dans les expressions de q'_1 , et Q_1 puis de S_1 .

Remarque :

La formule (II-33) n'est valable en toute rigueur que si les modules de I_1 et I_2 des courants aux extrémités sont égaux, c'est-à-dire que la capacité est faible dans les lignes et la conductance linéique est nulle.

Dans le cas contraire (câbles souterrains et ligne dépassant 200 à 300 km), on est amené à écrire : [2]

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{S_1}{S_2} \cdot \frac{I_2}{I_1}$$

Le courant est obtenu par la relation suivante : [2]

$$I_1 = I_2 + j \cdot C' \cdot \omega \cdot V_2. \quad (\text{II-34})$$

II-2-2-Formules directes :

Dans le cas des lignes dépassant 100 km, la formule précédente nécessite un calcul supplémentaire, on peut alors utiliser la méthode suivante, celle-ci est valable également pour les lignes courtes [2].

Nous avons déjà établi que :

$$V_2 = V_1 \left[1 - \frac{L' \cdot C' \cdot \omega^2}{2} + j \frac{R' \cdot C' \cdot \omega}{2} - I_1 \cdot R' + j \cdot L' \cdot \omega \right]. \quad (\text{II-35})$$

Avec :

$$I_1 = I_1 \cdot \cos \varphi_1 - j \cdot I_1 \sin \varphi_1 \quad (\text{II-36})$$

En module, on aura :

$$V_2^2 = V_1^2 - V_1 \left[\frac{L' \cdot C' \cdot \omega^2}{2} - R' I_1 \cdot \cos \varphi_1 - L' \omega \cdot I_1 \cdot \sin \varphi_1 \right]^2 + \frac{R' \cdot C' \cdot \omega}{2} V_1 - L' \omega I_1 \cdot \cos \varphi_1 R' I_1 \cdot \sin \varphi_1^2 \quad (\text{II-37})$$

En posant :

$$P_1 = 3V_1 I_1 \cdot \cos \varphi_1 \quad \text{Puissance active triphasée à l'entrée.}$$

$$Q_1 = 3V_1 I_1 \cdot \sin \varphi_1 \quad \text{Puissance réactive triphasée à l'entrée}$$

$$P = 3 \cdot R' \cdot I^2 \quad \text{Pertes actives triphasées.}$$

$$q = 3L' \cdot \omega \cdot I_1^2 \quad \text{Pertes réactives triphasées.}$$

$$q'_1 = 3 \cdot \frac{C' \omega}{2} V_1^2 \quad \text{Productions réactives triphasées.}$$

On obtient :

$$U_1 = U_2^2 - R' 2P_2 + p_2 + L'\omega 2Q_2 - 2q_2' + q_2 - C'\omega(R'^2 + L'^2\omega^2)(Q_2 - \frac{q_2'}{2}).$$

Et :

$$U_2 = U_1^2 - R' 2P_1 + p_1 - L'\omega 2Q_1 - 2q_1' - q_1 + C'\omega(R'^2 + L'^2\omega^2)(Q_1 + \frac{q_1'}{2}). \quad (\text{II-39})$$

Remarque : On peut négliger $C'\omega$ pour des longueurs ne dépassant pas une centaine de kilomètres.

II-2-3-Méthode simplifiée :

La méthode précédente est rigoureuse dans la modélisation adoptée pour la ligne mais elle est complexe. Lorsqu'on cherche une valeur approchée de la chute de tension dans les lignes, on applique la méthode suivante : [10]

Soit U une moyenne approchée de la tension en ligne (par exemple une tension connue a une extrémité) :

$$Q_1 = Q_2 + L'\omega \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U^2} - C'\omega U^2 \quad (\text{II-40})$$

$$P_1 = P_2 + R' \frac{P_2^2 + Q_2^2}{U^2} \approx P_2$$

Pour les lignes à haute tension ou les pertes actives sont faibles, cette dernière approximation est très valable.

Inversement, on a :

$$Q_2 = Q_1 + L'\omega \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U^2} + C'\omega U^2 \quad (\text{II-41})$$

$$P_1 = P_1 + R' \frac{P_1^2 + Q_1^2}{U^2} \approx P_1$$

On calcule ensuite :

$$Q_m = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

$$P_m = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

Avec P_m, Q_m valeurs moyennes, respectivement des puissances actives et réactives le long de la ligne, d'où la relation de la chute de tension relative :

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{R'P_m + L'\omega Q_m}{U^2} \quad (\text{II-43})$$

II-3-Méthode des moments électriques :

II-3-1-Chute de tension absolue :

La chute de tension à l'extrémité d'une ligne triphasée équilibrée de longueur L s'exprime par relation : [10]

$$\Delta U = \sqrt{3} \int_0^L Z \cdot i \cdot dl \quad (\text{II-44})$$

Avec :

$$Z = r \cdot \cos \varphi + j \sin \varphi \quad (\text{II-45})$$

$I(L)$: le courant qui varie le long de la ligne.

On peut exprimer la valeur de la chute de tension à l'extrémité d'une ligne en fonction du courant I_0 en tête de départ, par la relation suivante : [10]

$$\Delta U = K_u \cdot Z \cdot L \cdot I_0 \quad (\text{II-46})$$

Avec

$$K_u = \begin{cases} 1 & \text{pour la charge concentrée à l'extrémité de la ligne,} \\ \frac{1}{2} & \text{pour la charge uniformément distribuée,} \\ \frac{1}{3} & \text{pour la distribution triangulaire.} \end{cases}$$

II-3-2 : Chute de tension relative :

La chute de tension relative s'exprime en (%) de la tension nominale. On obtient donc, à partir des expressions suivantes : [10]

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{100 \sqrt{3} \cdot K_u \cdot Z \cdot l \cdot I_0}{U} = \frac{100 \sqrt{3} \cdot K_u \cdot Z \cdot l \cdot I_0}{U^2} \cdot U(r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 100 K_u P \cdot l \cdot \frac{r + XQ}{U^2} \cdot I$$

Finalement, on aura :

(II-48)

$$\frac{\Delta U}{U} = 100 K_u P \cdot l \cdot \frac{r + X \tan \varphi}{U^2}$$

Le produit $M = 100 K_u \cdot P \cdot l$ est appelé moment électrique de la charge P. Il s'exprime en MW.km en moyenne tension et en kW.km pour la basse tension.

Le moment électrique d'une ligne donnant une chute de tension de 1%, est notée M_1 , il a pour expression : [10]

$$M_1 = \frac{1}{100} \cdot \frac{U^2}{(r + x \tan \varphi)}$$

$$M = \frac{1}{10^5} \cdot \frac{U^2}{(r + x \tan \varphi)}$$

La chute de tension relative d'une charge de moment M alimentée par une ligne électrique de moment M_1 est tel que : [10]

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{M}{M_1} \quad (\text{II-49})$$

Pour une chute de tension maximum de ($\frac{\Delta U}{U} = X\%$), le moment électrique maximum M_x ,

De la ligne considérée est tel que : [10]

$$M_x = \frac{M}{M_1} \quad (\text{II-50})$$

On peut chercher M_x pour les valeurs de x dans les tableaux I et II ci-dessous. Ceux-ci sont fait pour une charge concentrée à l'extrémité ($K_u = 1$) la résistance r varie avec la température de fonctionnement T de la ligne.

$T = 20^\circ\text{C}$: Pour les lignes aériennes en conducteurs nus.

$T = 50^{\circ}\text{C}$: Pour les câbles souterrains et les lignes aériennes en conducteurs isolés.

Moments électriques M_1 des conducteurs nus :

Nature	Section mm ²	M_1 (kW×Km)		
		5.5	10.0	30.0
CUIVRE	17.8	0.26	0.85	7.62
	27.6	0.36	1.21	10.86
	38.2	0.47	1.55	13.91
	48.3	0.55	1.82	16.42
	74.9	0.73	2.41	21.69
	116.2	0.91	3.02	27.19
ALMELEC	34.4	0.27	0.88	7.94
	54.6	0.39	1.29	11.57
	75.5	0.49	1.63	14.68
	93.3	0.57	1.89	17.01
	143.1	0.76	2.51	22.56
	28.0	0.94	3.12	28.04
	188.0	0.04	3.45	31.03
ALU-ACIER	75.5	0.39	1.28	11.54
	116.2	0.63	2.08	18.71
	147.1	0.72	2.39	21.53
	228.0	0.91	3.01	27.11
	288.0	0.01	3.34	30.10

Tableau II-1 [10]

Moments électriques M_1 des conducteurs isolés :

Nature	Section Mm ²	M ₁ (kW × km)		
		5.5	10.0	30.0
CUIVRE	30.0	0.40	1.33	11.98
	50.0	0.64	2.11	18.99
	70.0	0.86	2.83	25.50
	95.0	1.13	3.75	33.71
	120.0	1.34	4.42	39.82
	146.0	1.58	5.25	47.12
	185.0	1.88	6.21	55.90
ALUMINIUM	25.0	0.22	0.72	6.45
	35.0	0.30	0.98	8.80
	50.0	0.39	1.30	11.72
	70.0	0.55	1.83	16.45
	95.0	0.74	2.44	22.00
	120.0	0.91	2.99	26.95
	150.0	1.08	3.56	32.03
	185.0	1.29	4.27	38.46
	240.0	1.59	5.26	47.37

Tableau II-2 [10]

r_1 : rayon de l'âme conductrice

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \quad [F / km]. \quad (\text{II-53})$$

Tel que

$$k = \frac{\sqrt{27d^6 - 64y^6}}{(3d^2 - 4y^2)^3} \quad (\text{II-54})$$

Avec :

y : distance entre conducteurs.

d : distance de la gaine.

Pour le cuivre de section 70 mm^2 :

$$r_1 = 8.5 \text{ mm}$$

$$y = 24.4 \text{ mm}$$

$$d = 52.574 \text{ mm}$$

$$k = 1.61$$

$$C = 0.35 \cdot 10^{-6} \quad [F / km].$$

II-4-1-3-Réactance linéique :

Pour les câbles souterrains, la valeur de la réactance linéique : [2]

$$x = 0.1 \frac{\Omega}{km}.$$

II-4-2-Cas des lignes aériennes :

II-4-2-1-Résistance linéique :

La résistance linéique est donnée par : [10]

$$r = \frac{\varphi_{\theta f}}{S} \quad (\text{II-55})$$

Avec :

$\varphi_{\theta f}$: Résistance du matériau à la température de fonctionnement [Ω , km].

$\varphi_f = 20^\circ\text{C}$: Température de fonctionnement des lignes aériennes.

$\varphi_{20^\circ\text{C}}$: Résistance de l'Almélec à 20°C .

$\varphi_{20^\circ\text{C}} = 33,2$ [Ω , km].

- Pour l'Almélec de section $93,3 \text{ mm}^2$, $r = 33,2/93,3 = 0,35$ [Ω/km].
- Pour l'Almélec de section $34,4 \text{ mm}^2$, $r = 33,2/34,4 = 0,96$ [Ω/km].
- Pour l'Almélec de section $54,4 \text{ mm}^2$, $r = 33,2/54,4 = 0,61$ [Ω/km].

II-4-2-2-Capacité linéique :

$$C = \frac{10^{-6}}{18 \cdot \ln \frac{2d}{D}} \quad [\text{F}/\text{km}]. \quad (\text{II-56})$$

Avec :

d = distance entre les conducteurs ($d = 1 \text{ m}$).

D = diamètre du matériau utilisé.

- Pour l'Almélec de section $93,3 \text{ mm}^2$, $D = 10,9 \text{ mm}^2$, $C = 10,66 \cdot 10^{-6}$ [F/km].
- Pour l'Almélec de section $34,4 \text{ mm}^2$, $D = 6,62 \text{ mm}^2$, $C = 9,73 \cdot 10^{-6}$ [F/km].
- Pour l'Almélec de section $54,4 \text{ mm}^2$, $D = 8,82 \text{ mm}^2$, $C = 10,13 \cdot 10^{-6}$ [F/km].

II-4-2-3-Réactance linéique :

Pour les lignes aériennes, la valeur de la réactance linéique est de $X = 0,35$ [Ω/km] [10]

II-5-Calcul des puissances :

La charge est uniformément répartie le long de chaque départ.

$$p = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_a \cos \varphi \text{ puissance du poste.}$$

Avec :

$U = 30 \text{ kV}$: tension composée aux bornes de la charge.

I_a = courant de charge.

$\cos \varphi = 0,86$: facteur de puissance.

Nous calculons la puissance foisonnée en utilisant les coefficients de foisonnement K_{Sc} relatifs au nombre de circuits. Ils sont donnés dans le tableau suivant en fonction du nombre de circuits : [10]

N_c	1	2à3	4à5	6à9	> 10
K_{sc}	1	0.9	0.8	0.7	0.6

Tableau II-3

N_c : Nombre de circuits.

P_f : Puissance foisonnée ($P_f = P \cdot K_{sc}$).

P : Puissance installée (poste DP) ou puissance mise à disposition (poste livraison).

K_{sc} : Coefficient de foisonnement qui dépend du nombre de circuits.

Conclusion :

La méthode des moments électriques donne un calcul rigoureux, mais cette méthode demande des calculs très longs, nous l'avons donc utilisé sur un seul départ et on a utilisé un programme informatique « CARAT » que nous avons exposé également au chapitre IV. Pour mieux comprendre la méthode des moments électriques, nous avons pris comme exemple un arc du départ ENIEM. (Voir annexe 1).

Chapitre III :
Présentation du logiciel de
calcul « CARAT »

INTRODUCTION :

Le modèle CARAT a été conçu dans le but de faciliter tout calcul et de simuler les comportements d'un réseau électrique. Le programme vérifie si, pour un réseau maillé donné, il existe un schéma d'exploitation radial qui permettra d'alimenter toutes les charges indiquées en respectant toutes contraintes imposées. Ces contraintes portent sur les capacités de transit des lignes et la chute de tension maximale admissible aux nœuds.

De plus si, un tel schéma existe, appelé aussi état sain, le modèle calcule une solution dite de « secours » pour les cas d'incidents demandés. Pour cette solution, le CARAT peut faire appel à des injections réservées aux cas d'incidents. Cette version permet en plus de calculer les espérances de l'énergie en défaillance à chaque nœud, suite aux probabilités de défaillances données pour certains ou pour tous les arcs. Lorsque le calcul est demandé pour tous les arcs, les schémas de secours correspondants aux déclenchements ne seront pas imprimés.

Après examen de tous les déclenchements demandés, le modèle vérifie l'année ultérieure avec un vecteur de consommation augmenté en tenant compte des renforcements éventuels dans le réseau.

Le programme se termine à l'année pour laquelle un schéma d'exploitation respectant les contraintes à l'état sain n'a pu être trouvé.

CARAT simule le comportement d'un réseau sur une durée ne dépassant pas vingt années, en prévoyant toutes les évolutions qui puissent parvenir au cours de cette période à savoir un ajout de nouveaux clients (consommateurs), l'élimination d'une ligne tout en évitant de perturber les clients existants. [6]

III-1-CAPACITE DU MODEL CARAT :

Le modèle est doté de : [6]

-15 injecteurs.

-15 injecteurs de secours.

-20 paliers de charge.

-600 nœuds.

-800 branches ou arcs.

-1000 éléments.

-100 feuilles (départ injecteur).

-15 connexions à un nœud.

Ce modèle est équipé d'un menu convivial qui permet à l'utilisateur de :

-Faire une saisie selon un format précis.

-Choisir le nœud où il souhaite installer.

-Procéder à des délestages en automatique ou en manuel.

-Faire le calcul de l'énergie en défaillance et la valorisation des filières d'investissement pour les lignes, les transformateurs et les batteries de condensateurs.

III-2-METHODE DE CALCUL :

Le réseau est représenté par un graphe où les nœuds représentent les jeux de barres tandis que les banches ou (arcs) représentent les lignes et les câbles. [6]

III-2-1-Calculs préliminaires :

Après lecture et vérification des données, le programme construit une matrice topologique du réseau (max. 15 connexion en un nœud) et vérifie si tous les nœuds sont connectés à au moins un injecteur (test de connexion). [6]

III-2-2-Calcul d'un schéma radial à l'état sain :

Avant la recherche d'un schéma arborescent proprement dit, le programme affiche des priorités sur les axes en antenne et interdit les axes à capacité zéro. Partant des injections, le programme alimente les nœuds étape par étape. Parmi les différentes connexions possibles on choisira : [6]

- Un arc prioritaire ou à défaut.

- Un arc partant d'un nœud alimenté qui a la plus grande réserve de courant et de tension.

Cela signifie que pour chaque nouvelle alimentation possible, nous calculons la charge au nouveau nœud alimenté, nécessaire pour atteindre une contrainte. L'investissement pour lequel cette charge est la plus grande sera retenu comme arc à ajouter au schéma d'exploitation. Si on ne trouve pas d'arc respectant les contraintes et si l'utilisateur l'admet une ou plusieurs branches de schéma déjà construites seront retirées et l'on rend le processus de construction suivant le principe d'une recherche arborescente.

Ce processus se produit jusqu'à l'obtention de l'une des conditions suivantes :

- L'obtention d'une solution complète, ce qui veut dire que tous les nœuds sont alimentés et les contraintes respectées.
- L'épuisement de toutes les possibilités de la recherche arborescente. Dans ce cas, le programme essaie de compléter le meilleur schéma partiel déjà trouvé.

III -2-3-Recherche d'un schéma de secours :

Lorsque un palier de charge déterminé, un schéma radial a été trouvé «l'état sain » (sous déclenchement), le modèle vérifie successivement les déclenchements pour ce même palier de charge. Un schéma de « secours », pour le déclenchement d'une branche se calcule comme suit :

a- Du schéma obtenu à l'état sain, on retire la branche à déclencher ainsi que tous les arcs alimentés à travers cette branche.

b- Le schéma d'exploitation partiel sera ainsi complété, sans faire usage à la branche à déclencher, suivant les principes exposés au paragraphe ci-dessous. Par ailleurs, lors du calcul d'un schéma de secours, les contraintes de courant et de tension peuvent être moins sévères que pour l'état sain. Après examen de tous les déclenchements demandés, le programme cherche un schéma radial à l'état sain pour le palier de charge suivant, si un tel schéma ne peut être trouvé, le programme s'arrête. [8]

III -2-4-Calcul des transits de tensions :

-Le programme s'applique à des réseaux à plan de tension unique.

-Les injecteurs (sauf injecteurs de secours) sont considérés comme des sources à capacités déterminées, sans résistance interne. Leur tension sera la tension nominale du réseau quel que soit la puissance fournie. [8]

-La chute de tension maximum admise est identique pour tous les nœuds (sauf pour les injecteurs de secours). Elle peut toutefois être différente pour l'état sain et pour le schéma de secours.

-Pour le calcul du schéma secours, on peut admettre un pourcentage de surcharge des arcs.

-Les unités employées sont :

a- Pour les transits \longrightarrow Ampères.

b- Pour les tensions \longrightarrow Volts.

c- Pour les charges \longrightarrow Ampères.

d- Pour la résistance(R) et la réactance (X) des câbles et lignes \longrightarrow Ohms.

Le programme admet un $\cos \varphi$ moyen pour tout le réseau. A l'aide de cette valeur, une résistance équivalente sera calculée pour chaque branche suivant la formule : [8]

$$R_{eq} = \sqrt{3}(R \cos \varphi + X \sin \varphi) \quad (\text{III-1})$$

Les chutes de tension seront calculées comme suit : [8]

$$\Delta V = I * R_{eq} \quad (\text{III-2})$$

Où : I : est le courant qui transite dans la branche.

R_{eq} : La résistance équivalente .

III-3-FORMAT DES DONNEES :

La mise en œuvre du programme CARAT s'effectue en introduisant les données collectées tenant compte du format précis (voir annexe2).

III -4-STYLISATION :

III-4-1-Définition :

La stylisation consiste à synthétiser le réseau de façon à faciliter la tâche au programme de calcul et elle s'applique le plus souvent sur les réseaux les plus étendus. [8]

Pour permettre le calcul par un modèle mathématique sur ordinateur, il est généralement nécessaire de procéder à certaines simplifications dans la présentation du réseau afin d'en réduire la taille.

Si ces simplifications sont effectuées judicieusement, elles n'ont d'ailleurs aucune influence sur les résultats de l'étude de planification et facilite le travail. Il est donc conseillé de styliser le réseau même s'il n'existe aucune contrainte de taille du modèle utilisé.

III-4-2-Règles de bonne pratique pour la stylisation du réseau :

Les règles mentionnées ci-dessous donnent un aperçu général des différentes phases pour simplifier la représentation du réseau sans influencer pour autant les résultats de l'étude de planification. Des exceptions à ces règles peuvent se présenter à tout moment. Il est donc conseillé de les appliquer avec prudence et bon sens. [6]

1. Elimination des antennes sans importance. Ces antennes sont ramenées à leur point d'origine.
2. Elimination des boucles locales sans importances.
3. Les nœuds qui comportent plus de deux liaisons seront maintenus. Attention, dans les postes de sectionnement chaque jeu de barre sera représenté comme un nœud.
4. Sur les liaisons entre les postes qui sont déjà maintenus, on retiendra encore un nœud supplémentaire. De préférence situé dans le centre de gravité de la charge ou à l'endroit d'une modification de section. On fera attention de ne pas transférer de la charge d'un départ sur un autre. Eventuellement on retiendra un nœud de chaque côté de point d'ouverture.
5. Les nœuds représentant un consommateur important seront également maintenus dans mesure qu'ils ne font pas double emploi avec les nœuds déjà retenus.
6. On procédera à la redistribution de la charge

Comme mentionnée plus haut, les antennes et les boucles éliminés seront ramenées à leur origine.

Les nœuds avec plus deux liaisons n'auront que leur charge propre plus la charge supplémentaire due à des antennes ou des petites boucles éliminées.

Sur les nœuds intermédiaires retenus on concentrera toute la charge située entre les nœuds d'étoilement.

N.B. Les nœuds à faible charges sont éliminés pour simplifier la représentation. Les nœuds avec une forte concentration de charge sont scindés, parce que cette concentration, si elle ne correspond pas à une réalité physique, peut fausser les calculs en empêchant des reports. Il ne faut pas oublier que dans des calculs, les charges aux nœuds seront toujours considérer comme indivisibles.

Chapitre IV :

Restructuration du réseau actuel

INTRODUCTION :

Le but de cette étude est d'examiner et restructurer la situation actuelle du réseau HTA aérien et souterrain de la localité de TIZI OUZOU, afin de proposer selon un développement à moyen terme (10 ans) des solutions adéquates qui obéissent aux exigences du guide technique de distribution, en orientant les réseaux vers une structure bien déterminée qui tiendrait compte des problèmes d'exploitation, de la qualité de continuité de service et d'un investissement optimal. Ceci en calculant les chutes de tension et les pertes de puissance à l'aide de logicielle CARAT.

IV-1-PRESENTATION DE LA WILAYA DE TIZI OUZOU :

La wilaya de Tizi-Ouzou se situe dans la partie nord centre de l'Algérie. Le chef-lieu de la wilaya (la ville de Tizi-Ouzou) se trouve à une centaine de kilomètres à l'Est d'Alger, la capitale. Administrativement, elle est divisée en 67 Communes et 21 Dairates. [11]

IV-1-1- Situation de la wilaya en matière d'énergie électrique:

La direction de distribution de TIZI-OUZOU a enregistré à fin 2016, 324 947 abonnés domestiques, soit donc un taux d'électrification de la wilaya de 97.34%. Cette progression résulte de la réalisation des différents programmes d'électrification: -Programmes de l'état (Electrification rurales et QLS), RCN (logements, clients industrielles). [11]

La couverture de la demande de cette wilaya en électricité, est assurée aujourd'hui par une puissance installée de 500 MVA répartie comme suit : six (06) postes sources à savoir : THT 220/60/30KV OUED AISSI (Pins = 2*40 MVA), PS 60/30 kV BOUKALFA (Pins = 2*40 MVA), PS 60/30 kV DRAA BEN KHEDDA (Pins = 2*30 MVA), PS 60/30Kv FREHA (Pins = 2*40 MVA), PS 60/30KV TIZI MEDDEN (Pins = 2*40 MVA) et PS 60/30 KV SOUK EL DEJEMA (Pins = 2*40 MVA). Et deux (02) Cabines Mobiles 60/30kV de 20 MVA chacune TAMDA et FREHA. [12]

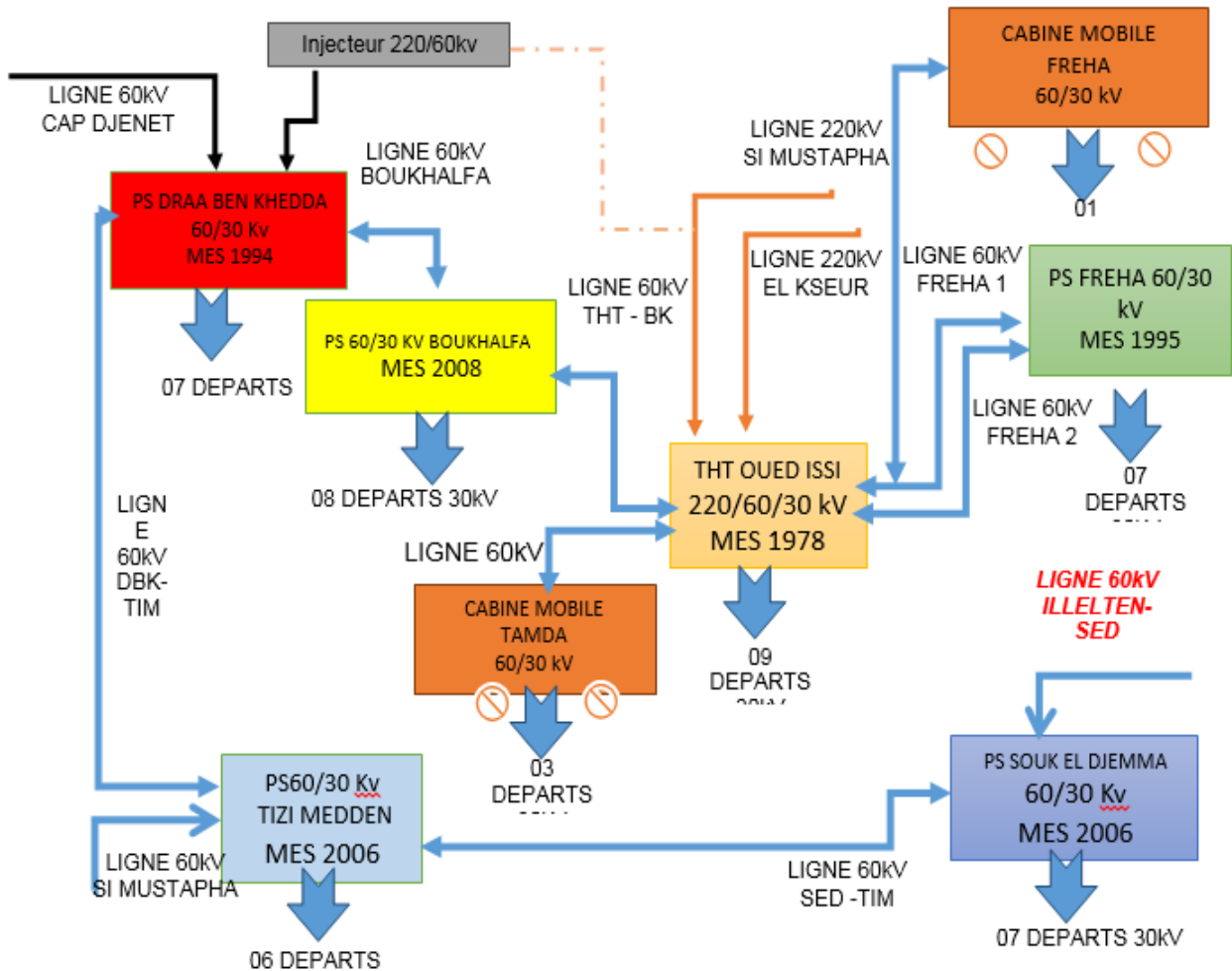


Figure IV-1-Alimentation des postes source de la wilaya de TIZI OUZOU [12]

IV-1-2- Données globales :

IV-1-2-1- Présentation du réseau actuel :

Pour une bonne exploitation, LA DIRECTION DE LA DISTRIBUTION DE TIZI OUZOU est divisée en cinq services techniques d'électricité appelé DISTRICT suivants :

- TIZI OUZOU ;
- DRAA EL MIZANE (DEM) ;
- AZAZGA ;
- LARBAA NATH IRATHEN (LNI) plus AIN EL HAMAM (AEH) ;
- TIGZIRT ;

Le réseau électrique HTA de la direction de la distribution de TIZI OUZOU est alimenté par six postes source (PS) à savoir :

POSTE THT 220/60/30 KV TIZI OUZOU OUED AISSI (Tableau IV-1) :

poste source	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
TIZI OUZOU 220/60/30 KV	30	2	2*40	40 ANS	82.22	09	03	1978

Tableau (IV-1)

POSTE DE FREHA 60/30 KV (TableauIV-2) :

poste source	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
FREHA 60/30 kV	30	2	2*40	23 ANS	71.23	07	03	1995

Tableau (IV-2)

POSTE DE TIZI MEDDEN 60/30 KV (TableauIV-3) :

poste source	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
TIZI MEDDEN 60/30 kV	30	2	2*40	12 ANS	58.46	06	03	2006

Tableau(IV-3)

CABINE MOBILE CHAOUFA (FREHA) 60/30kV (Tableau IV-4) :

Cabine mobile	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2010 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
CHAOUFA (FREHA) 60/30 kV	30	01	20	01 AN	16,22	01	04	2017

Tableau (IV-4)

POSTE D.B.K 60/30 KV (TableauIV-5) :

poste source	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
D.B.K 60/30 kV	30	2	2*40	24 ANS	70.64	08	00	1994

Tableau (IV-05)

POSTE DE SOUK EL DJEMAA 60/30 KV (TableauIV-6) :

poste source	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
SOUK EL DJEMAA 60/30 kV	30	2	2*40	12 ANS	15.21	06	01	2006

Tableau (IV-06)

POSTE DE BOUKHALFA 60/30 KV (Tableau IV-7) :

poste source	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
BOUKHALFA 60/30 kV	30	2	2*40	10 ANS	52.50	04	08	2008

Tableau (IV-7)

CABINE MOBILE TAMDA (TALA ATHMANE) 60/30kV (Tableau IV-8)

Cabine mobile	U(KV)	Nombre de transfos	Puissance Installée (MVA)	Age des transfos (années)	Puissance maximales appelée Hiver2017 (MVA)	Nombre de départs (HTA)	Cellules de réserve	Date de mise en service
TAMDA (TALA ATHMANE) 60/30 kV	30	01	20	05 ANS	16,99	03	04	2013

Tableau (IV-8)

IV-2-CONSIGNES D'EXPLOITATION :

Elles consistent à déterminer le réseau à exploiter. Elles nous informent sur la charge moyenne et la limite thermique des départs constituant ce réseau. En plus elles nous renseignent sur les manœuvres à effectuer pour isoler le tronçon en défaut, et la reprise selon la disposition du défaut et selon les bouclages intermédiaires. [13]

IV-2-1-Poste source : THT/HT/MT OUED AISSI :**a) Départ 30 kV TIZI OUZOU :**

- Limite thermique du départ : 270 A
- Le courant de pointe du départ : 284 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV TIZI OUZOU alimenté par le poste THT/HT/MT OUED AISSI jusqu'au poste n° 214, et jusqu'au poste 1228 sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au THT OUED AISSI
- Fermé au poste 214
- Ouvert au poste n°1228 avec Départ ZONE INDUSTRIELLE

Schéma de secours :

Ce départ peut être secouru par :

- La fermeture au poste n°1228 par départ ZONE INDUSTRIELLE

b) Départ 30 kV A E P :

- Limite thermique du départ : 270 A
- Le courant de pointe du départ : 297 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV A E P alimenté par le poste THT OUED AISSI jusqu'aux poste n°594, Poste 915, l'IAT J 1034 et IACM J 926 (ZI), l'IAT_CT J953 interservices inclus et IAT J905 sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU.

Schémas normal d'exploitation :

- Fermé au poste THT OUED AISSI.
- Fermé à l'IATCT 441 J953.
- Ouvert au poste n° 594 coté Tr 226 (avec 30 kV TASSADORT)
- Ouvert à l'IAT J 1034 coté tr 383 (avec 30 kV BOUKHALFA)
- Ouvert à l'IACM J 926 (avec 30 kV ZI)
- Ouvert au poste n° 915 coté Tr 201 (avec 30 kV ZI)
- Ouvert à l'IAT J905 (avec 30 kV SED)

Schéma de secours :

- Ce départ peut être secouru par :
- par le départ 30 kV BOUKHALFA avec Fermeture de l'IAT J 1034.
- par le départ 30 kV ZONE INDUSTRIELLE par Fermeture de l'IACM J 926 ou par le poste N° 915.
- Par le départ 30 kV SED par la Fermeture de l'IAT J 905.

c) Départ 30 kV ZONE INDUSTRIELLE :

- Limite thermique du départ : 270 A
- Le courant de pointe du départ : 205 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV AEP alimenté par le poste THT OUED AISSI jusqu' aux poste n°594, Poste 915, l'IAT J 1034 et IACM J 926 (ZI), l'IAT_CT J953 INTERSERVICES inclus et IAT J905 sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU.

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au poste THT OUED AISSI.
- Fermé à l'IATCT 441 J953.
- Ouvert au poste n° 594 coté Tr 226 (avec 30 kV TASSADORT)
- Ouvert à l'IAT J 1034 coté tr 383 (avec 30 kV BOUKHALFA)
- Ouvert à l'IACM J 926 (avec 30 kV ZI)
- Ouvert au poste n° 915 coté Tr 201 (avec 30 kV ZI)
- Ouvert à l'IAT J905 (avec 30 kV SED)

Schéma de secours :

Ce départ peut être secouru par :

- par le départ 30 kV BOUKHALFA avec Fermeture de l'IAT J 1034.
- par le départ 30 kV ZONE INDUSTRIELLE par Fermeture de l'IACM J 926 ou par le poste N° 915.
- par le départ 30 KV SED par la Fermeture de l'IAT J 905.

IV-2-2-Poste source 60/30 KV BOUKHALFA :**a) Départ 30kV BDL :**

- Date d'effet : janvier 2016
- Le courant de pointe du départ : 108.6 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV BDL alimenté par le poste HTB/HTA BOUKHALFA jusqu' aux postes n° 278, n° 859 inclus et n° 255 exclus, sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU.

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au poste HTB/HTA BOUKHALFA
- Ouvert au P 255 coté poste 72 avec ZONE DEPOT.
- Ouvert au poste 278 coté poste 277 avec Centre Universitaire.
- Ouvert au poste 278 coté 1061 avec Centre Universitaire.
- Ouvert au poste 859 coté 1319 avec Centre Universitaire.

Schéma de secours : Ce départ peut être secouru par :

- La fermeture au poste 255 coté poste 72 avec le départ ZONE DEPOT.
- La fermeture au poste 278 coté poste 1061 avec le départ Centre Universitaire.
- La fermeture au poste 278 coté poste 279 avec le départ Centre Universitaire.
- La fermeture au poste 859 coté poste 1319 avec le départ Centre Universitaire.

b) Départ 30kV ENIEM :

- Date d'effet : Janvier 2016
- Le courant de pointe du départ : 199.70 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV ENIEM alimenté par le poste HTB/HTA BOUKHALFA jusqu' aux postes n° 913 et 182 inclus, sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU.

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au poste HTB/HTA BOUKHALFA
- Ouvert au poste n°913 coté poste 960 avec départ COTITEX.
- Ouvert au poste n°182 coté poste 1310 avec départ Centre Universitaire.

Schéma de secours : Ce départ peut être secouru par :

- La fermeture au poste n°913 coté poste N°960 avec départ 30 kV COTITEX suivant la charge.
- La fermeture au poste n°182 coté poste N°1310 avec départ 30 kV Centre Universitaire suivant la charge.

c) Départ 30kV ZONE DE DEPOTS :

- Date d'effet : Janvier 2016.
- Le courant de pointe du départ: 113.13 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV ZONE DEPOT alimenté par le poste HTB/HTA BOUKHALFA jusqu' aux postes n°255, 1283 inclus, 802 et 271 exclus sont gérées, exploitées et entretenues par le District TIZI OUZOU.

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au poste HTB/HTA BOUKHALFA
- Ouvert au poste n°1283 coté poste n°35 avec le départ CFPA.
- Ouvert au poste n°255 coté poste n°72 avec le départ BDL.
- Ouvert au poste n°271 coté poste n°1307 avec le départ POMPAGE.
- Ouvert au poste n°802 coté poste n°01 avec le départ Hôpital.

Schéma de secours : Ce départ peut être secouru par :

- La fermeture au poste n°1283 coté n°35 avec le départ 30 kV CFPA selon disponibilité de la charge.
- La fermeture au poste n°271 coté n°1307 avec le départ 30 kV POMPAGE selon disponibilité de la charge.
- La fermeture au poste n°255 coté n°72 avec le départ 30 kV BDL selon disponibilité de la charge.

- La fermeture au poste n°802 coté poste n°01 avec le départ 30kV Hôpital selon disponibilité de la charge.

d) Départ 30KV CFPA :

- Date d'effet Janvier 2016.
- Le courant de pointe du départ : 176.98 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV CFPA alimenté par le poste HTB/HTA BOUKHALFA jusqu' aux postes n° 1283 exclus, sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU.

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au poste HTB/HTA BOUKHALFA
- Dépoté au poste n°180 avec départ 30 kV BOUHINOUN
- Ouvert au poste n°1283 coté poste N°35 avec départ 30 kV ZONE DEPOT

Schéma de secours : Ce départ peut être secouru par :

- La fermeture au poste n° 1283 coté poste n°35 avec Départ 30 kV ZONE DEPOT.

e) Départ 30 kV POMPAGE :

- Date d'effet : Janvier 2016
- Le courant de pointe du départ : 199.65 A

Limites d'exploitation :

Toutes les installations issues du départ 30 kV POMPAGE alimenté par le poste HTB/HTA BOUKHALFA jusqu' aux postes n° 1072, 1066 inclus, et 112 exclus, sont gérées, exploitées et entretenues par le District de TIZI OUZOU.

Schéma normal d'exploitation :

- Fermé au poste HTB/HTA BOUKHALFA
- Ouvert au poste n°1072 coté POSTE N°537 avec départ 30 kV SOFITECA.
- Ouvert au poste n°271 coté poste N°1307 avec le départ ZONE DEPOT.
- Ouvert au poste n°112 coté P101 avec le départ Hôpital.
- Ouvert au P1066 coté P1266 avec ZONE INDUSTRIELLE.

Schéma de secours : Ce départ peut être secouru par :

- La fermeture au poste n°1072 coté POSTE N°537 avec départ 30 kV SOFITECA
- La fermeture au poste 271 coté P1307 avec le départ 30KV ZONE DEPOT.
- La fermeture au poste n°101 coté P112 avec le départ hôpital.
- La fermeture au poste n°1066 avec ZONE INDUSTRIELLE.

IV-3-COLLECTE DES DONNEES :

Afin de proposer une bonne solution de restructuration du réseau actuel de TIZI OUZOU, il est impératif d'avoir une connaissance des caractéristiques des éléments le constituant.

IV-3-1-Caractéristiques physiques :

Les caractéristiques physiques consistent à relever : [6]

- La résistance linéique en Ω/km qui dépend de la nature du conducteur et sa section.
- La longueur des éléments de la ligne en km.
- La capacité de transit de chaque élément.
- La réactance linéique en Ω/km .
- Les transformateurs HT/MT et leurs capacités.
- La capacité des jeux de barres MT.
- Les sections.
- Nombre de postes par type.

IV-3-1-1-Longueur des départs MT (Tableau IV-9) :

Poste source	Tension kV	Puissance MVA	Départs	Longueur (km)		Total (km)
				HTA/A	HTA/S	
OUED AISSI	30	2*40	ZONE INDUSTRIELLE	55.562	25.071	35.248
			TIZI OUZOU	10.548	3.789	35.248
			AEP	70.548	3.789	74.337
BOUKHALFA	30	2*40	ENIEM	0	25.364	25.364
			POMPAGE	0	0.45	0.45
			BDL	0.035	10.541	10.576
			CFPA	0	4.354	4.354
			AMRAOUA	0	17.703	17.703
			ZONE D'EPOT	0	12.373	12.373

Tableau IV-9 : longueur des départs. [14]

IV-3-1-2-Caractéristiques des conducteurs :(Tableau IV-10):

Nature	Section (mm ²)	R a 20 ° C (Ω/km)	$r + xtg$ (Ω/km)	I It (A)
ALMELEC	34.4	0.958	1.133	140
	54.6	0.603	0.778	190
	93.3	0.357	0.532	270
ALUMINIUM	70	0.269	0.267	250
	120	0.157	0.226	198
	185	0.164	0.234	245

Tableau IV-10 : Caractéristiques des conducteurs. [8]

IV-3-1-3-Postes par type et par puissance :

Tous les postes MT/BT existant sur les départs : TIZI OUZOU, ZONE INDUSTRIELLE, AEP, POMPAGE, ENIEM, BDL, CFPA, ZONE DEPOT et AMRAOUA sont donnés en (figure IV-2).

IV-3-1-4-Nombre de poste MT/BT mis en service (Tableau IV-11) :

Départs	Nombre de postes			Total
	DP	LIV	MX	
ZONE INDUSTRIELLE	32	22	10	64
TIZI OUZOU	30	22	9	61
AEP	19	16	5	40
ENIEM	14	11	2	27
BDL	10	9	2	21
CFPA	1	10	1	12
ZONE DEPOT	14	16	0	30
AMRAOUA	18	14	3	35
POMPAGE	23	22	6	51

Tableau IV-11 : Nombre de poste.

-Nombre de poste MT/BT a distribution publique : 161

-Nombre de poste MT/BT livraison : 142

-Nombre de poste MT/BT mixtes : 38

IV-3-2-Données dynamiques du réseau :

Les données dynamiques présentent les différents paramètres nécessaires à l'étude et au calcul des chutes de tension et la charge existant sur chaque départ, à savoir : [8]

- Les données de charge.
- La répartition de la charge.
- L'évolution de la charge.

IV-3-2-1-Données de charge :

La charge existante qui est en principe connue et qui détermine les valeurs des mesures synchrones de tension et d'intensité prises en tête de chaque départ sur une période de 24 heures. La puissance installée sur chaque départ est la somme des puissances de chaque poste existant sur le départ. [8]

La comparaison entre la pointe d'hiver et celle d'été montre que cette dernière est supérieure à la première, ce qui nous pousse à considérer dans notre étude la pointe d'été prise en tête de chaque départ, et ces valeurs sont illustrées dans le tableau suivant : (Tableau IV-12)

	Courant mesuré sur une période de 24h en [A]								
	BDL	ENIEM	AMRA OUA	ZONE DE DEPOT	CFPA	POMP AGE	ZONE INDUST RIELLE	TIZI OUZOU	AEP
6h00	24.5	101.40	104.23	64.33	7.20	78.57	103	136	36
7h00	23.5	93.02	99.35	62.03	7.00	71.50	113	132	33
8h00	28.53	105.20	117.60	64.50	9.70	75.07	138	150	38
8h30	34.83	117.24	143.03	73.13	12.23	84.43	123	178	39
9h00	40.83	130.50	167.50	81.23	13.54	91.82	173	217	32
10h00	45.97	151.87	196.87	90.33	12.93	102.77	176	250	44
11h00	50.91	166.57	220.40	97.07	14.97	118.87	180	269	41
12h00	54.07	184.60	239.60	97.93	16.63	135.13	192	284	34
13h00	57.00	199.70	255.01	102.87	17.50	150.23	205	240	188
14h00	58.70	44.33	258.53	112.97	17.54	199.65	203	261	258
15h00	57.67	46.97	256.07	113.13	176.98	42.33	180	252	231
16h00	57.57	44.47	244.70	108.74	130.60	38.07	192	268	231
17h00	49.20	42.07	217.70	98.90	115.97	35.80	187	244	225
17h30	45.73	41.13	212.43	91.03	114.11	34.70	175	234	235
18h00	44.23	39.57	203.07	90.33	102.63	34.97	180	232	297
18h30	31.46	38.75	189.50	89.97	98.00	33.77	158	176	201
19h00	91.93	35.43	118.30	84.21	123.70	31.87	160	171	203
19h30	93.65	34.03	112.77	77.97	119.97	32.13	168	176	201
20h00	94.13	40.33	110.57	84.35	121.33	32.44	156	163	192
20h30	100.37	41.70	112.27	88.71	134.87	34.20	172	173	216
21h00	105.23	41.70	114.50	89.85	145.33	36.50	182	186	221
22h00	107.92	41.70	109.32	100.50	151.60	38.70	185	184	225
23h00	108.60	41.70	109.32	100.50	151.60	36.07	188	182	218
00h00	101.37	38.34	103.33	94.97	142.97	35.93	163	78	210
2h00	89.93	35.03	81.87	85.20	126.61	33.93	144	152	193
4h00	79.00	29.80	80.97	74.03	110.80	30.53	138	131	160
6h00	64.87	25.50	67.07	64.33	85.50	29.87	124	155	146

Tableau IV-12 : courant mesuré sur 24h. [15]

Le courant maximum transité sur chaque départ appelé aussi courant appelé est mesuré dans le tableau ci-dessous (Tableau IV-13) :

Départs	Courant appelé [A]
ZONE INDUSTRIELLE	205
TIZI OUZOU	284
A.E.P	297
ENIEM	199.70
BDL	108.6
POMPAGE	199.65
ZONE DEPOT	113.13
AMRAOUA	258.53
CFPA	176.98

Tableau IV-13 : Courant de pointe.

IV-3-2-2-Répartition de la charge :

Le calcul de la charge sur chaque départ consiste à sommer les courants calculés à partir des PMD pour les postes abonnés et les PI pour les postes de distribution publiques, et les deux dans le cas des postes mixtes avec : (voir tableau IV-14)

PMD : Puissance mise à disposition. [8]

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

PI : Puissance installée pour chaque poste DP. [8]

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Postes sources	Départ	P_{ins} [MVA]	PMD [MW]	Charge [A]
THT OUED AISSI	TIZI OUZOU	33.455	7.971	814.29
	ZONE INDUSTRIELLE	34.585	8.051	837.75
	AEP	25.970	10.040	714.48
BOUKHALFA	BDL	7.680	1.590	181.80
	ENIEM	14.240	3.110	340.55
	AMRAOUA	26.800	3.140	582.92
	ZONE DEPOT	11.710	4.340	248.16
	CFPA	2.043	0.300	45.72
	POMPAGE	13.510	2.760	319.0

Tableau IV-14 : Puissance des postes.

Dans cette analyse, nous avons à déterminer la contribution des postes MT/BT qui ne fonctionnent pas toujours à leurs régimes nominaux dans la période de l'étude, ce qui conduit à introduire un coefficient dit de foisonnement α tel que : $0 < \alpha < 1$

La distribution la plus utilisée est liée proportionnellement à la puissance installée des postes MT/BT (Tableau IV-15)

$$I_{app} = \alpha \cdot I$$

$$\alpha = I_{app} / I$$

I_{app} : courant de pointe.

I : courant des différents postes DP, AB et MX

α : coefficient de foisonnement

Départ	I _{lt} (A)	I _{app} [A]	P _{app} [MVA]	P _{ins} [MVA]	I [A]	Coef.de foisonnement α
TIZI OUZOU	270	284	14.757	33.455	814.29	0.35
ZONE INDUSTRIELLE	270	205	10.652	34.585	837.75	0.24
AEP	270	297	15.432	25.970	714.48	0.41
BDL	198	108.6	5.643	7.680	181.80	0.59
ENIEM	198	199.7	10.376	14.240	340.55	0.59
AMRAOUA	230	258.53	13.433	26.800	582.92	0.44
ZONE DEPOT	198	113.13	5.878	11.710	248.16	0.46
CFPA	198	176.98	9.196	3.233	85.74	0.06
POMPAGE	245	199.65	10.374	13.510	319.0	0.63

Tableau IV-15 : Charge des départs.

IV-3-2-3-Evaluation de la charge :

Les charges initiales sont connues par les mesures en tête de départ et un calcul de répartition de la charge le long du réseau. En revanche, les charges futures sont estimées.

Le taux d'évolution est déterminé après analyse des projets d'urbanisation et consultation des services responsables.

Les transformateurs MT/BT installés à une année donnée doivent pouvoir débiter la puissance appelée après l'accroissement de la charge.

On a deux types d'accroissement : [8]

- Accroissement en surface, qui est l'augmentation du nombre d'abonnés raccordés au départ.
- Accroissement en profondeur, qui est l'augmentation de la puissance appelée par chaque abonné suite à une augmentation de la charge. (l'introduction du matériel électroménager).

En général, on adopte l'approche suivante :

Un taux constant appliqué chaque année à la charge existante.

En général, l'évolution de la charge réalisée sur le poste source suit une loi exponentielle de la forme : [8]

$$P_n = P_0(1 + X)^n$$

P_0 : puissance à l'année initiale.

P_n : puissance après n années.

X : taux d'évolution.

La moyenne des taux d'accroissement par année est d'environ 4%, c'est la raison pour laquelle on considère cette valeur dans notre étude.

IV-4-HYPOTHESES DE CALCUL :

Les hypothèses de calcul prises en considération dans une étude MT sont les suivantes : [8]

a) $\cos \varphi$: pour la simplicité des calculs le $\cos \varphi$ est supposé uniforme sur tout le réseau et égal à 0,9.

b) La chute de tension admissible dans le réseau :

-A l'état sain :

6% pour le réseau MT souterrain.

10% pour le réseau MT aérien.

-A l'état incident :

10% pour le réseau MT souterrain.

12% pour le réseau MT aérien.

Supports utilisés :

Cartes schématiques mises à jour en Juillet 2017.

GDO MT.

IV.5.APPLICATION :**IV.5.1.Diagnostic du réseau à l'état actuel :****Etat actuel :****Année 2017 :**

Départ	I lt (A)	I app (A)	Taux d'utilisation (%)	δU		Longueur (km)
				Valeur (%)	A l'ouvrage	
TIZI OUZOU	230	284	123.47	8.41	441P4	34.929
ZI	270	205	75.92	4.74	441P769	59.564
AEP	230	297	129.13	10.92	441P972	82.754
ENIEM	198	199.7	100.85	5.18	441P1135	25.550
CFPA	198	177	89.39	0.79	441P35	3.753
POMPAGE	198	200	101.01	3.26	441P106	19.966
BDL	198	109	55.05	1.16	441P277	9.588
ZONE DEPOT	198	113	57.07	1.12	441P48	12.373
AMRAOUA	305	259	84.91	1.22	441P457	15.710

Tableau IV-16-Etat actuel des départs de TO

Dans ce tableau, nous avons représenté les valeurs maximales de la chute de tension, du taux d'utilisation du départ et du courant appelé.

N.B : nous avons pris les résultats donnés par le logiciel pour le départ ENIEM à l'état actuel et à l'état restructuré comme exemple. (Voir annexe 3)

Bilan de puissance :

Départ	Puissance consommée (MW)	Pertes (kW)	Pertes %
TIZI OUZOU	13.813	951	6.89
ZI	10.050	301	3.00
AEP	14.561	1110	7.63
ENIEM	9.647	398	4.12
CFPA	8.696	63	0.73
POMPAGE	9.628	209	2.17
BDL	5.319	51	0.95
ZONE DEPOT	5.465	40	0.72
AMRAOUA	12.489	123	0.99

Tableau IV-17-Bilan de puissance**Remarque :**

D'après les résultats obtenus :

- On remarque que la valeur de la chute de tension sur quelques départs dépasse la valeur admissible qui est de 6% pour les réseaux souterrains à l'état sain.
- On enregistre sur quelques départs un dépassement de la limite thermique du câble.
- On remarque que la longueur des départs est trop élevée et dépasse la longueur admissible.

Commentaires :

Vu la situation géographique des postes sources et les accroissements en surface et en profondeur, on a enregistré un dépassement en puissance dans les postes : THT OUEDAÏSSI et BOUKHALFA et des chutes de tension dues à la surcharge des départs et leur longueur comme c'est le cas des départs TIZI OUZOU et ENIEM, il est à signaler que ces postes fonctionnent sans puissance garantie qui est une puissance de réserve à utiliser en cas de défaillance d'un des transformateurs.

Malgré les solutions suggérées par la DDTO comme l'emplacement de deux cabines mobiles, la création de nouveaux départs et de nouveaux bouclages, elle ne parvient pas à régler la contrainte de la surcharge.

Conclusion :

L'analyse des résultats de l'étude du réseau actuel alimentant TIZI OUZOU, nous conduit à proposer la création d'un nouveau poste source dont les départs serviront à soulager les départs existants.

IV.5.2.Solusion proposée :

Création d'un nouveau poste source 60/30 kV ayant deux transformateurs de 40 MVA chacun, dans la région d'AZIB AHMED, dont les départs serviront à décharger d'avantage les deux postes BOUKHALFA et THT OUED AISSI.

On propose la création de 05 départs et un bouclage :

COTITEX1, PTT, HABITAT, SABLIERE, SALAH LOUANCHI, et un bouclage entre le départ ENIEM et BDL.

Ces départs seront injectés de la manière suivante :

- Départ SABLIERE injecté sur le départ ZONE INDUSTRIELLE issu du PS TIZIOUZOU.
- Départ HABITAT injecté sur Zone Industrielle (Zone Industrielle ouvert au j904).
- Départ COTITEX 1 va prendre une partie du départ COTITEX au point 441P1327 issu du départ TIZI OUZOU via le poste MT/MT 214 et une partie du départ ENIEM au point 441P960.
- Départ PTT va prendre une partie du départ ENIEM au point 441P1353 issu du PS BOUKHALFA et une partie du départ TIZI OUZOU.
- Départ SALAH LOUANCHI va prendre une partie du départ ENIEM au point 441P1475 issu du PS BOUKHALFA.
- Création d'un bouclage entre le départ BDL au point 441P1200 et le départ ENIEM au point 441P549 issu du PS BOUKHALFA.

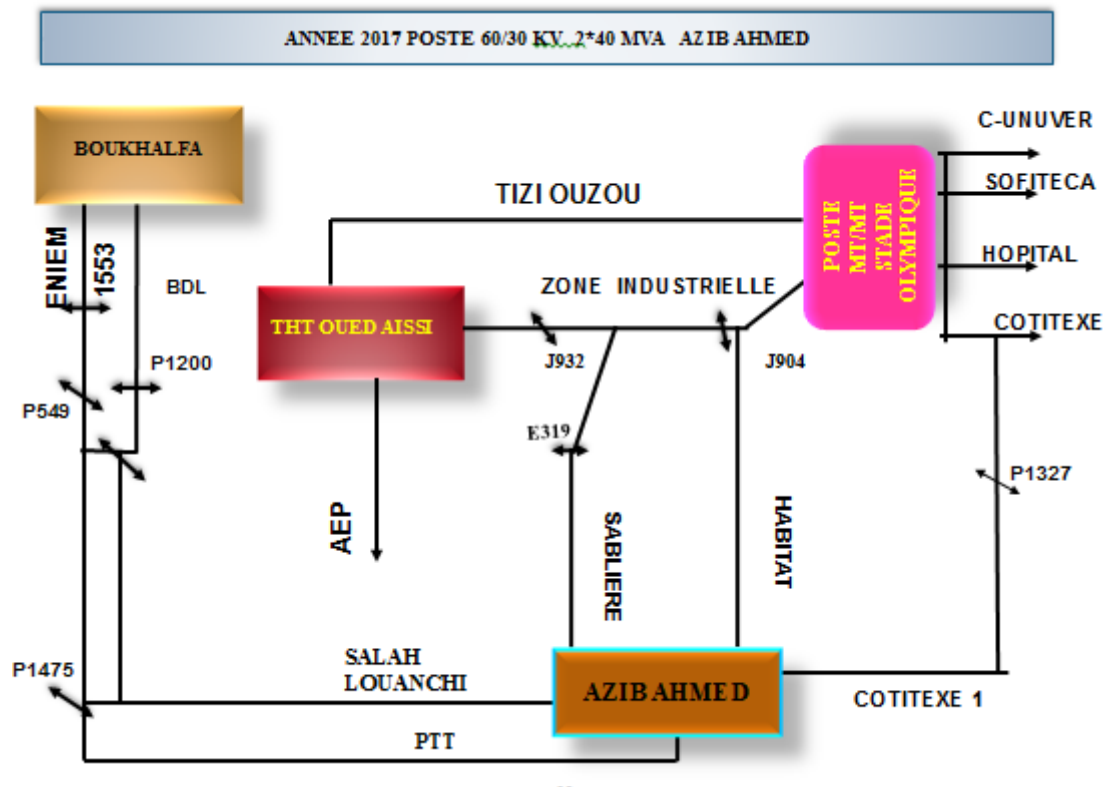


Figure IV-3-Postes AZIB AHMED

Les avantages recherchés par la solution envisagée sont :

- Diminution de la longueur des départs.
- Diminution des chutes de tension.
- Avoir une meilleure gestion des charges.
- Pouvoir soulager les départs: ENIEM, BDL, COTITEX, TIZI OUZOU et aussi d'autre.

Remarque :

Les résultats de la simulation obtenus après la création du poste nous donne l'évolution de la charge des départs concernés (ENIEM, BDL, COTITEX et TIZI OUZOU) sur une période de 10 ans. Ces résultats sont représentés dans les tableaux ci-dessous :

Année 2017 :

Départ	Ilt(A)	Iap(A)	Taux d'utilisation(%)	$\delta U(\%)$	Longueur (km)
ENIEM	198	38	15.51	0.28	8.2710
BDL	245	76	31.02	0.65	8.5040
COTITEX	198	43	17.55	1.45	14.8730
TIZI OZOU	270	252	102.85	8.09	20.503
SALAH LOUANCHI	245	66	26.93	0.81	8.7240
PTT	245	94	38.36	1.68	22.7770
COTITEX1	245	93	37.95	1.42	9.7490

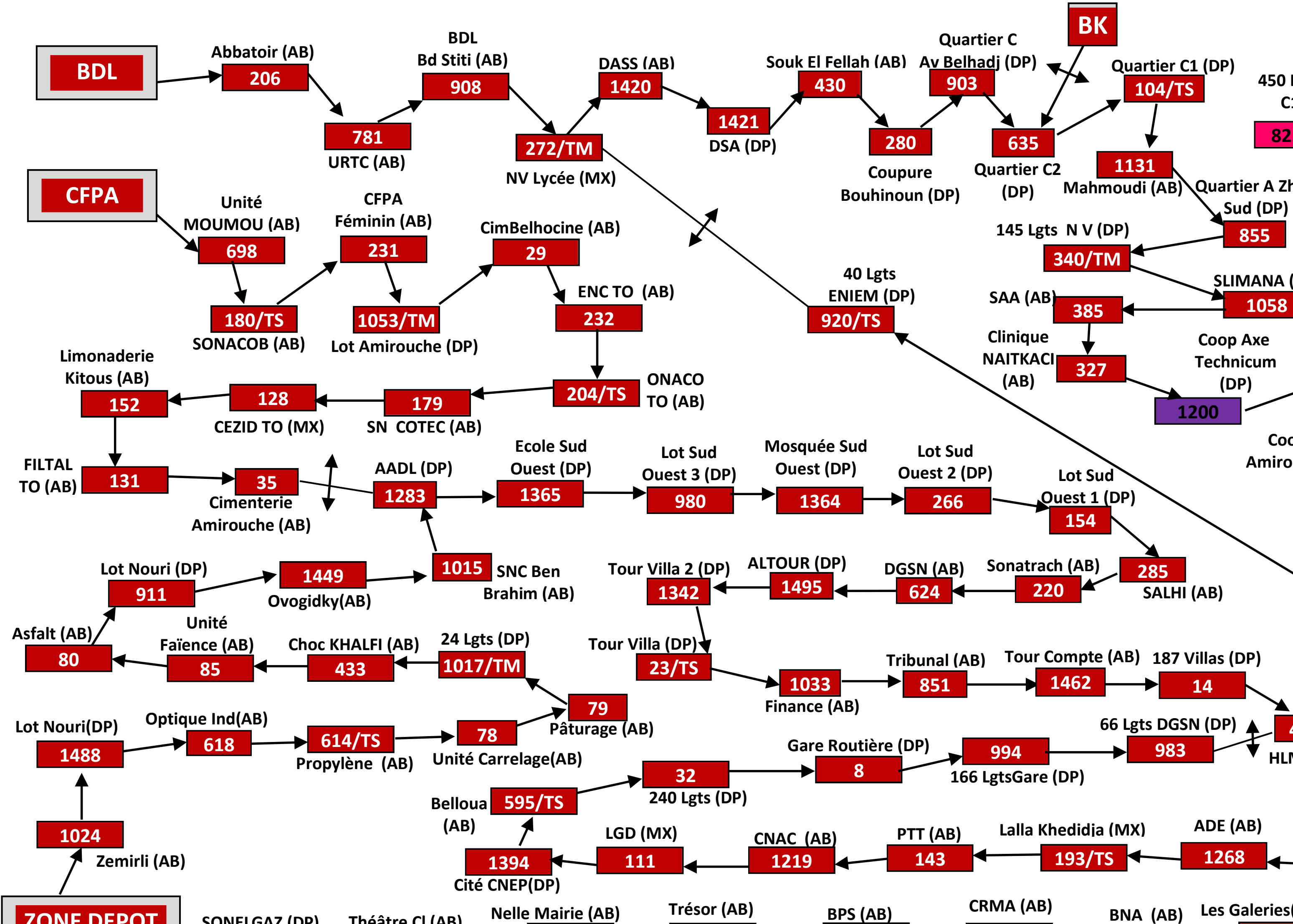
Tableau IV-18-Etat restructuré des départs de TO

Commentaire :

L'injection des nouveaux départs issus du poste AZIB AHMED ont permis de soulager les départs : (Figure IV-4)

- ENIEM Iap=200 A à Iap=38 A (67A déchargé sur le départ COTITEX1, 33A sur SALAH LOUANCHI et 62 A sur PTT).
- BDL Iap=109 A à Iap=76 A (33A déchargé sur le départ SALAH LOUANCHI).
- COTITEX issu du départ TIZI OUZOU Iap= 69 A à Iap= 43 A (26 A décharge sur COTITEX 1).

On remarque un dépassement de la limite admissible sur le départ TIZI OUZOU, ce départ sera prochainement restructuré par la DDTO, par l'injection des 02 départs SABLIERE et HABITAT issu d'AZIB AHMED qui sont pas pris en considération dans notre étude.



IV.5.2.1. Evolution de charge des départs entre 2017 et 2027 :

Départ	I(A)									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ENIEM	39	41	42	44	46	48	49	51	53	56
BDL	79	82	86	89	93	96	100	104	108	113
COTITEX	45	47	49	51	53	55	57	59	62	46
SALAH LOUANCHI	68	70	73	76	79	82	86	90	93	96
PTT	98	102	106	110	115	120	124	129	135	139
COTITEX1	96	100	104	108	112	117	121	127	132	137

Tableau IV-19-Charges des départs**Commentaire :**

L'évolution de 4% ; aucune apparition d'un dépassement de la limite thermique (I_{lt}= 245A).

IV.5.2.2. Evolution de la chute de tension des départs entre 2017 et 2027 :

Départ	$\delta U(\%)$									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ENIEM	0.29	0.30	0.32	0.33	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42
BDL	0.68	0.71	0.74	0.77	0.8	0.83	0.86	0.9	0.93	0.97
COTITEX	1.51	1.57	1.64	1.70	1.77	1.84	1.91	1.99	2.07	2.15
SALAH LOUANCHI	0.83	0.87	0.90	0.92	0.98	1.01	1.04	1.09	1.15	1.17
PTT	1.74	1.82	1.89	1.97	2.05	2.13	2.22	2.30	2.39	2.49
COTITEX1	1.48	1.54	1.59	1.65	1.72	1.79	1.87	1.93	2.01	2.08

Tableau IV-20-Chutes de tension des départs**Commentaire :**

Il n'y a aucun dépassement de la chute de tension admissible.

IV.5.2.3. Evolution de longueur des départs entre 2017 et 2027 :

Départ	Longueur (km)									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ENIEM	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27	8.27
BDL	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
COTITEX	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87	14.87
SALAH LOUANCHI	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72
PTT	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67	19.67
COTITEX1	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74	9.74

Tableau IV-21-Longueurs des départs**.Commentaire :**

On remarque que tous les départs ont une longueur moyenne au cour des années. Ce qui permet une meilleure gestion du réseau.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE :

Les usines et les populations peuvent être de grandes consommatrices de l'énergie électrique à cause des besoins énergétiques demandés, pour cela le réseau doit en tout instant être capable de satisfaire la demande, elle doit donc prévoir des moyens de production pour couvrir la pointe de la demande.

Partant de ce constat, le but du travail présenté dans ce mémoire porte sur l'étude et la restructuration du réseau HTA 30 kV de la ville de TIZI OUZOU à moyenne terme (2017/2027).

Pour avoir une meilleure connaissance des insuffisances de ce réseau (surcharges et chute de tension), nous avons commencé par le diagnostic de son état actuel, ce qui nous permis la collecte des données nécessaires au calcul des chutes de tension et des charges. Ensuite, nous avons proposé la création d'un nouveau poste source à AZIB AHMED, afin de soulager le réseau initial. Pour cela nous avons utilisé un logiciel de calcul pour estimer la chute de tension sur une période de 10ans.

Les conséquences de cette étude sont les suivantes :

- Départ COTITEX 1 va prendre une partie du départ COTITEX au point 441P1327 issu du départ TIZI OUZOU via le poste MT/MT 214 et une partie du départ ENIEM au point 441P960.
- Départ PTT va prendre une partie du départ ENIEM au point 441P1353 issu du PS BOUKHALFA et une partie du départ TIZI OUZOU.
- Départ SALAH LOUANCHI va prendre une partie du départ ENIEM au point 441P1475 issu du PS BOUKHALFA.
- Création d'un bouclage entre le départ BDL au point 441P1200 et le départ ENIEM au point 441P549 issu du PS BOUKHALFA.

Cette nouvelle structure, nous a permis d'établir un meilleur schéma d'exploitation répondant aux recommandations et aux exigences de la direction de distribution(DDTO).

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- [1] LAIB. F, AMRAOUI. F, « Elaboration d'outils de planification en vue de l'optimisation des investissements dans les réseaux électriques en Algérie », Mémoire de Master II, Université ABDERAHMANE MIRA BEJAIA, 2016/2017.
- [2] ARTBAS. S, IDRI. B, « Etude de l'alimentation en énergie électrique (BT) d'une cité urbaine », Mémoire d'ingénieur, UMMTO, 2006.
- [3] Article PDF, « Distribution électrique », site GOOGLE.
- [4] SALMA EL AIMANI, « Modélisation de différente technologie d'éolienne intégrée dans un réseau de moyenne tension », Thèse de doctorat, l'école centrale de LILLE "ECL".
- [5] Article PDF, « Production de l'électricité par centrale hydraulique », site internet GOOGLE.
- [6] RABIA. M, ISSAOUN. Y, « Restructuration du réseau moyenne tension 30 kV de la région des OUADHIAS », Diplôme d'ingénieur, UMMTO, 2010/2011.
- [7] Document SONELGAZ.
- [8] NAIT DJOUDI. A, ADIL. M, « Restructuration du réseau électrique moyenne tension 30 kV de TIGZIRT », Diplôme d'ingénieur, UMMTO, 2008/2009.
- [9] Bitsch Quentin, TS1 ETA, « Architecture des réseaux de transport HT », Janvier 2011.
- [10] BOUKHERROUB. F, ILLOURMANE. S, OUFEROUKH. N, « Alimentation en énergie électrique du pôle d'excellence sis à Oued Falli (MT 30 kV) », Mémoire de Master II, UMMTO, 2013.
- [11] Wilaya de Tizi-Ouzou/dz/énergie électricité
- [12] Document SONELGAZ, CIM (Wilaya de TIZI OUZOU)
- [13] Document SONELGAZ (Consignes d'exploitation)
- [14] Document SONELGAZ (DEPJAN2018)
- [15] Document SONELGAZ (Relevé Pointe été 11 et 12 Juillet 2017)

Application de la méthode des moments électriques :

En se référant au schéma d'exploitation état actuel 2017, aux fichiers de données et de charges de départ ENIEM donné en annexe, on a calculé sur un arc les chutes de tension, les pertes joules et la puissance totale consommée par ce départ.

Arc 441P800-441P1135 :

Longueur de l'arc = 100m.

Nature et section du câble : Cuivre 70mm².

I_{lt} = 210A

Chute de tension :

$$\text{On a: } \frac{\Delta U}{U} = \frac{M}{M_1}$$

$$M = \sqrt{3UI \cos \varphi l}$$

$$\text{AN: } M = \sqrt{3 \cdot 30 \cdot 0,210 \cdot 0,9 \cdot 0,1}$$

$$= 0,982 \text{ (kW.km)}$$

$$M_1 = \frac{1}{100} \cdot \frac{U^2}{r + X \cdot \tan \varphi}$$

$$\text{AN: } M_1 = \frac{1}{100} \cdot \frac{30^2}{0,3 + 0,1 \cdot 0,5} = 25,71 \text{ (kW.km)}$$

$$\frac{\Delta U}{U_{arc1}} = \frac{M}{M_1}$$

$$\text{Donc: } \frac{\Delta U}{U_{arc1}} = 3,82 \%$$

Pertes en puissance

$$\Delta P_{arc1} = 3 \cdot R \cdot I^2 = 3 \cdot 0,3 \cdot 0,210^2 = 0,04$$

Création du fichier CARAT.

Nous allons vous décrire le format détaillé pour la création du fichier de donnée CARAT. Ce fichier est constitué de 04 cartes qui sont: 0, 1, 2 et 3

a- Carte titre .code = 0

0-0-0-----ETUDE DE LA VILLE DE TIZI OUZOU ETAT PROJETE-2017

b- Carte paramètres code = 1

Format de carte

1-20062016--31000-55.00-55.00-30.00-30.00--150-8760-0.900 20 0.5 121

Description

Col. 1 : Code 1

Col. 3-6 : année début

Col. 7-10 : année fin

Col. 13-17 : tension nominale du réseau à étudier en volte : Ex. 30000

Col. 19-23 : tension minimale (en%) admise à l'état sain: Ex. 90%

Col. 25-29 : tension minimale (en%) admise en cas d'incident. Ce pourcentage doit être égale ou plus petit que le pourcentage à l'état sain: Ex. 88%

Col. 31-35 : surcharge (en%) admise en cas d'incident: Ex. 10%

Col. 37-41 : puissance minimale (en%) de la monotone stylisée de charge Ex. 10%

Col. 44-46 : temps au point de cassure, dans la monotone stylisé de charge en heurs.

Col. 48-51 : utilisation moyenne du réseau ($0 < U < 8760$) en heurs.

Col. 53-57 : cosinus phi moyen ($0 < \cos \phi \leq 1$). Ex. 0.9

Col. 59-62 : temps calcul maximum pour la recherche de l'état sain, en secondes.

Col. 64-66 : facteur de multiplication pour calculer un schéma de secours. Le temps calcul max pour un schéma de secours sera égal à la valeur en col 59-62 multiplier par ce facteur. Ex. 0.5 (valeur par défaut: 1)

Col. 68 : = 0 pas de recherche arborescente admise 1 recherche arborescente admise.

Col. 69 : = 0 impressions des données

= 1 suppression de l'impression des données de charge.

= 2 suppression de l'impression des données des branches et charges.

Col. 70 : = 0 suppression de l'impression des manoeuvres pour obtenir le schéma de secours.

c- Cartes branches code = 2Format des cartes de branches

2-INJECT---00-VILLE4---0---0---0-0-0-500.0-0.000-0.000-0.000

2-VILLE4---00-451P122--0---0---0-0-0-230.0-0.300-0.100-1.190

Description

Col. 1 : Code 2

Col. 3-10 : nom du nœud amont

Col. 12 : 0= il n'y a pas de disjoncteur au nœud amont

1= il y a un disjoncteur au nœud amont

Col. 13 : 0= il n'y a pas de disjoncteur au nœud aval

1= il y a un disjoncteur au nœud aval

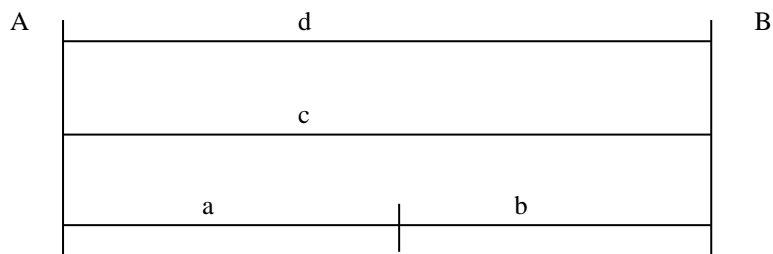
Col. 15-22 : nom du nœud aval.

Col. 24 : numéro de ligne de l'élément entre les deux nœuds donnés. Plusieurs éléments avec le même numéro de série entre deux nœuds sont considérés comme des éléments en série. Des éléments avec numéro de série différents sont considérés en par parallèle.

Exemple:

Node 1	Node 2	// Ser.	
A	B	1	Caractéristique a
A	B	1	Caractéristique b
A	B	2	Caractéristique c
A	B	3	Caractéristique d

Représente la structure ci-dessous



Et on calcule dans le programme les caractéristiques résultantes de l'arc A-B

Note: les numéros de séries peuvent servir également à faire distinguer au programme des arcs en parallèle, au cas où l'on veut les déclencher séparément.

Col. 26-29 : année de renforcement. Après cette année-ci, l'arc est considéré comme ne faisant pas partie du réseau.

Col. 31-34 : année de suppression. L'arc est considéré comme ne faisant pas partie du réseau avant l'année spécifiée

Si cette date est plus petite que l'année début de calcul, l'arc ne sera pas retenu dans le programme.

Si cette date n'est pas fournie, l'arc sera présent dans le réseau jusqu'à la fin de l'étude.

Col. 36 : = 0 ou blanc (arc libre)

= 1 arc prioritaire, cet arc doit être dans la solution

= 2 arc prioritaire, seulement pour l'étude à l'état sain

Quand on étudie un schéma secours, l'arc est considéré comme libre.

= 3 arc défendu à l'état sain

Cet arc ne pourra pas être utilisé dans le schéma de l'état sain

Col. 38 : = 0 ou blanc : arc à ne pas déclencher (un incident sur cet arc n'est pas à étudier)

= 1 arc à déclencher

= 2 à 9 tous les arcs portant le même numéro de déclenchement seront déclenchés simultanément.

Col. 40-44 : capacité de l'arc en ampères: ex 270.0

Col. 46-50 : Résistance linéique de l'arc Ω/km .

Col. 52-56 : Réactance linéique de l'arc Ω/km .

Col. 58-62 : longueur de l'arc en Km

Les injecteurs seront représenté comme étant des arcs partant du nœud fictif INJEC, avec la capacité de l'injecteur en question, et avec résistance, impédance et longueur nulle. Le nœud INJECT sera donc le nom du nœud amont de tous les injecteurs.

d- Cartes charges code = 3

Ces cartes sont destinées à définir l'évolution de la charge en un nœud. Cette évolution sera décrite à l'aide d'une ou plusieurs composantes exponentielles.

Chaque composante est caractérisée par:

- Sa valeur initiale à une année déterminée.
- Son taux d'accroissement.

En outre, chaque composante peut soit s'ajouter à la charge existant en un nœud, soit remplacer cette charge ou seulement modifier son taux d'accroissement.

Exemple

A l'année initiale i_0 de l'étude, la charge en un nœud à la valeur V_0 et évoluera avec un taux de t_0 .

A l'année i_1 une charge supplémentaire V_1 avec un taux d'accroissement t_1 s'ajoute à ce nœud.

A partir de l'année i_2 on estime que la charge totale existante en ce nœud continuera à évoluer avec un taux d'accroissement t_2 .

A l'année i_3 la charge au nœud sera remplacée par une charge V_3 avec un taux d'accroissement t_3

Etc....

Chaque carte permet la description de 4 composants.

Format des cartes de charges

3-451P102-2005A0.338946---5---0A0.000000---0---0A0.000000---0---0A0.000000 0

Description

Col. 1 : Code carte 3

Col. 3-10 : nom du nœud de charge

Col. 11-14 : année initiale de la composante (année de référence)

Col. 15 : A ou blanc, la composante s'ajoute à la charge existante

R, la composante remplace la charge existante

C, la charge totale existante à l'année indiquée évoluera suivant le taux d'accroissement de cette composante.

Col. 16-23 : première composante de la charge en ampère.

Col. 28 : taux d'accroissement de la composante.

Col. 29-32 : l'année de la deuxième composante de la charge

Col. 33 : A, R, C, la même description de la colonne 15

Col. 34-41 : deuxième composante de la charge.

Col. 52-59 : troisième composante de la charge.

Col. 70-77 : quatrième composante de la charge.

0 0 0 ETUDE SCHEMA DIRECTEUR T-OUZOU ENIEM IP = 199.7 A
1 20172027 30990 90.00 90.00 30.00 30.00 500 8760 0.900 20 0.5 121
2 222222
2 INJECT 00 441H3C3 0 0 0 0 0 500.0 0.000 0.000 0.000
2 441H3C3 00 441P812 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 2.516 0
0 0
2 INJECT 00 441H5C3 0 0 0 0 0 500.0 0.000 0.000 0.000
2 441H5C3 00 441P1353 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 3.200 0
0 0
2 441P893 00 441P812 0 0 0 0 0 230.0 0.300 0.100 0.117 0
0 0
2 441P729 00 441P893 0 0 0 0 0 230.0 0.300 0.100 0.104 0
0 0
2 441P426 00 441P729 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.030 0
0 0
2 441P426 00 441P729 1 0 0 0 0 230.0 0.300 0.100 0.110 0
0 0
2 441P426 00 441P729 1 0 0 0 0 230.0 0.300 0.100 0.041 0
0 0
2 441P453 00 441P426 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.026 0
0 0
2 441P453 00 441P1229 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.303 0
0 0
2 441P1229 00 441P1243 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.521 0
0 0
2 441P1243 00 441P524 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.244 0
0 0
2 441P1243 00 441P524 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.035 0
0 0
2 441P524 00 441P117 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.034 0
0 0
2 441P524 00 441P117 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.237 0
0 0
2 441P117 00 441P1237 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.030 0
0 0
2 441P1238 00 441P1237 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.051 0
0 0
2 441P1403 00 441P1238 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.084 0
0 0
2 441P1403 00 441P1387 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.084 0
0 0
2 441P1403 00 441P1387 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.595 0
0 0
2 441P652 00 441P1387 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.016 0
0 0
2 441P652 00 441P1464 1 0 0 0 0 230.0 0.300 0.100 0.549 0
0 0
2 441P652 00 441P1464 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.205 0
0 0
2 441P652 00 441P1464 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.153 0
0 0
2 441P1464 00 441P1304 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.144 0
0 0
2 441P1464 00 441P1304 1 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.542 0
0 0
2 441P840 00 441P1304 0 0 0 0 0 198.0 0.284 0.100 0.758 0
0 0

3	441P894	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P895	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P771	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P902	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P772	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P839	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P689	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P860	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14752017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14432017A0.938440		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14872017A5.067575		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P13532017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P178	2017A0.938440	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P429	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P182	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P465	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P337	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14342017A1.501504		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P11272017A0.375376		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P721	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P988	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P13142017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14092017A2.346100		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14382017A9.009023		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14932017A1.501504		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14392017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P558	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14402017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					
3	441P14942017A1.501504		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
	0A0.000000	0					

3	441P917	2017A1.876880	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P947	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P913	2017A1.876880	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P960	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P13592017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P10872017A2.346100		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P10352017A8.258271		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P992	2017A8.399037	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P10302017A7.179065		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P10312017A6.475235		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P945	2017A4.692199	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P924	2017A4.692199	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P14102017A0.938440		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P10222017A2.346100		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P11582017A2.346100		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P10322017A3.003008		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P13602017A0.938440		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P12312017A1.876880		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P939	2017A2.956086	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P800	2017A1.876880	4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					
3	441P11352017A2.956086		4	0A0.000000	0	0A0.000000	0
		0A0.000000					

1PROGRAM CEDRA1

ETUDE SCHEMA DIRECTEUR T-OUZOU ENIEM IP = 199.7 A

- PARAMETERS

PLANNING PERIOD FROM 2017 THRU 2027		MINIMAL POWER	
30.00 %			
NOMINAL VOLTAGE	30990.00	BREAKPOINT	500
VOLTAGE DROP IN PERCENT	90.00 %	LOAD DURATION	8760
VOLTAGE DROP % WHEN OUTAGE	90.00 %	COS. FI	
.900			
ALLOWED OVERLOAD WHEN OUTAGE	30.00 %	MAX. RESEARCH TIME	
20.000			
RESEARCH OPTION	1	TIME MULTIPL. FACT.	
.500			
TRACE	0	WRITE INPUT DATA	2
FULL CEDRA	0	TOTAL COMPUTING TIME	600.
SEC			
CEDRA WHEN OUTAGES	0	SWITCHING ACTIONS	1

ONETWORK STATISTICS

0 INJECTORS	1
0 LINES	72
0 ELEMENTS	72
0 NODES	73
0 FINAL LOAD/INIT.LOAD	1.48

1*****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2017 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	200.	100.86	30730.	.84	85.49

441P812	-441P893	230.	197.	85.81	30717.	.88	4.10
441P893	-441P729	230.	197.	85.56	30706.	.92	3.62
441P729	-441P426	198.	196.	99.10	30687.	.98	6.22
441P426	-441P453	198.	195.	98.35	30684.	.99	.84
441P453	-441P1229	198.	186.	94.18	30655.	1.08	8.98
441P1229	-441P1243	198.	186.	93.70	30605.	1.24	15.28
441P1243	-441P524	198.	185.	93.23	30578.	1.33	8.10
441P524	-441P117	198.	183.	92.28	30552.	1.41	7.71
441P117	-441P1237	198.	180.	91.10	30550.	1.42	.83
441P1237	-441P1238	198.	176.	89.13	30545.	1.44	1.35

441P1238	-441P1403	198.	176.	89.01	30537.	1.46	2.22
441P1403	-441P1387	198.	175.	88.25	30476.	1.66	17.66
441P1387	-441P652	198.	172.	86.76	30474.	1.66	.40
441P652	-441P1464	198.	171.	86.28	30392.	1.93	23.32
441P1464	-441P1304	198.	168.	84.79	30332.	2.12	16.47
441P1304	-441P840	198.	166.	83.84	30267.	2.33	17.80
441P840	-441P1425	198.	163.	82.35	30204.	2.54	16.81
441P1425	-441P549	198.	162.	81.88	30160.	2.68	11.89
441P549	-441P589	230.	159.	69.20	30133.	2.77	7.11
441P589	-441P894	198.	156.	78.89	30098.	2.88	8.89
441P894	-441P895	230.	153.	66.63	30070.	2.97	7.17
441P895	-441P771	230.	150.	65.34	30012.	3.16	14.39
441P771	-441P902	230.	147.	64.06	29991.	3.22	5.27
441P902	-441P772	230.	144.	62.77	29928.	3.43	14.90
441P772	-441P839	230.	141.	61.49	29903.	3.51	6.03
441P839	-441P689	230.	138.	60.20	29856.	3.66	10.72
441P689	-441P860	230.	136.	58.92	29830.	3.74	5.75
441P860	-441P1475	198.	133.	66.95	29823.	3.76	1.50
441P1475	-441P1443	198.	130.	65.45	29794.	3.86	6.37
441P1443	-441P1487	198.	129.	64.98	29758.	3.98	7.59
441P1487	-441P1353	198.	124.	62.42	29744.	4.02	2.69
441P1353	-441P178	198.	121.	60.93	29734.	4.05	2.00
441P178	-441P429	230.	120.	52.04	29725.	4.08	1.86
441P429	-441P182	230.	117.	50.76	29652.	4.32	14.04
441P182	-441P465	230.	114.	49.47	29639.	4.36	2.46
441P465	-441P337	230.	111.	48.19	29619.	4.42	3.67
441P337	-441P1434	198.	108.	54.48	29611.	4.45	1.52
441P1434	-441P1127	198.	106.	53.72	29609.	4.46	.40
441P1127	-441P721	198.	106.	53.53	29601.	4.48	1.23
441P721	-441P988	198.	103.	52.04	29586.	4.53	2.69
441P988	-441P1314	198.	100.	50.55	29577.	4.56	1.40
441P1314	-441P1409	198.	97.	49.05	29573.	4.57	.67
441P1409	-441P1438	198.	95.	47.87	29568.	4.59	.77
441P1438	-441P1493	198.	86.	43.32	29564.	4.60	.61
441P1493	-441P1439	198.	84.	42.56	29553.	4.64	1.44
441P1439	-441P558	198.	81.	41.07	29551.	4.64	.26
441P558	-441P1440	198.	78.	39.58	29546.	4.66	.76
441P1440	-441P1494	198.	75.	38.08	29544.	4.67	.18
441P1494	-441P917	198.	74.	37.32	29528.	4.72	1.95
441P917	-441P947	230.	72.	31.32	29523.	4.73	.60
441P947	-441P913	198.	69.	34.88	29511.	4.77	1.38
441P913	-441P960	230.	67.	29.21	29493.	4.83	1.99
441P960	-441P1359	198.	64.	32.44	29462.	4.93	3.30
441P1359	-441P1087	198.	61.	30.95	29433.	5.03	2.94
441P1087	-441P1035	198.	59.	29.76	29428.	5.04	.43
441P1035	-441P992	198.	51.	25.59	29420.	5.06	.66
441P992	-441P1030	198.	42.	21.35	29418.	5.07	.19
441P1030	-441P1031	198.	35.	17.73	29416.	5.08	.10
441P1031	-441P945	198.	29.	14.46	29409.	5.10	.33
441P945	-441P924	230.	24.	10.40	29405.	5.12	.17
441P924	-441P1410	198.	19.	9.72	29400.	5.13	.13
441P1410	-441P1022	198.	18.	9.24	29399.	5.13	.04
441P1022	-441P1158	198.	16.	8.06	29397.	5.14	.07
441P1158	-441P1032	198.	14.	6.87	29393.	5.15	.09
441P1032	-441P1360	198.	11.	5.36	29390.	5.16	.05
441P1360	-441P1231	198.	10.	4.88	29389.	5.17	.01
441P1231	-441P939	198.	8.	3.93	29385.	5.18	.05
441P939	-441P800	230.	5.	2.10	29385.	5.18	.00

441P800 -441P1135 230. 3. 1.29 29385. 5.18 .00
 LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 9.647
 OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 84509.772
 TOTAL LOSSES IN KW : 398. OR 4.12 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2017

 * ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
 2017

*

1 *****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2018 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	208.	104.89	30719.	.87	92.46

441P812	-441P893	230.	205.	89.24	30706.	.92	4.44
441P893	-441P729	230.	205.	88.98	30695.	.95	3.92
441P729	-441P426	198.	204.	103.07	30675.	1.02	6.72

441P426	-441P453	198.	203.	102.28	30672.	1.03	.91

441P453	-441P1229	198.	194.	97.94	30642.	1.12	9.71
441P1229	-441P1243	198.	193.	97.45	30589.	1.29	16.53
441P1243	-441P524	198.	192.	96.96	30562.	1.38	8.76
441P524	-441P117	198.	190.	95.97	30535.	1.47	8.34
441P117	-441P1237	198.	188.	94.74	30532.	1.48	.90
441P1237	-441P1238	198.	184.	92.69	30527.	1.49	1.46
441P1238	-441P1403	198.	183.	92.57	30519.	1.52	2.40
441P1403	-441P1387	198.	182.	91.78	30455.	1.73	19.11
441P1387	-441P652	198.	179.	90.23	30454.	1.73	.44
441P652	-441P1464	198.	178.	89.74	30368.	2.01	25.23
441P1464	-441P1304	198.	175.	88.18	30306.	2.21	17.82
441P1304	-441P840	198.	173.	87.20	30238.	2.43	19.25
441P840	-441P1425	198.	170.	85.64	30173.	2.64	18.18
441P1425	-441P549	198.	169.	85.15	30126.	2.79	12.86
441P549	-441P589	230.	166.	71.97	30098.	2.88	7.69
441P589	-441P894	198.	162.	82.05	30063.	2.99	9.61
441P894	-441P895	230.	159.	69.29	30033.	3.09	7.75

441P895	-441P771	230.	156.	67.96	29973.	3.28	15.57
441P771	-441P902	230.	153.	66.62	29951.	3.35	5.71
441P902	-441P772	230.	150.	65.28	29886.	3.56	16.11
441P772	-441P839	230.	147.	63.95	29859.	3.65	6.52
441P839	-441P689	230.	144.	62.61	29811.	3.81	11.59
441P689	-441P860	230.	141.	61.27	29784.	3.89	6.22
441P860	-441P1475	198.	138.	69.62	29777.	3.92	1.62
441P1475	-441P1443	198.	135.	68.07	29746.	4.02	6.89
441P1443	-441P1487	198.	134.	67.58	29708.	4.14	8.21
441P1487	-441P1353	198.	129.	64.92	29695.	4.18	2.91
441P1353	-441P178	198.	125.	63.36	29684.	4.21	2.16
441P178	-441P429	230.	124.	54.12	29674.	4.25	2.01
441P429	-441P182	230.	121.	52.79	29599.	4.49	15.19
441P182	-441P465	230.	118.	51.45	29585.	4.53	2.66
441P465	-441P337	230.	115.	50.11	29565.	4.60	3.97
441P337	-441P1434	198.	112.	56.66	29556.	4.63	1.64
441P1434	-441P1127	198.	111.	55.87	29553.	4.64	.43
441P1127	-441P721	198.	110.	55.68	29546.	4.66	1.33
441P721	-441P988	198.	107.	54.12	29529.	4.71	2.91
441P988	-441P1314	198.	104.	52.57	29521.	4.74	1.51
441P1314	-441P1409	198.	101.	51.02	29516.	4.76	.72
441P1409	-441P1438	198.	99.	49.78	29511.	4.77	.83
441P1438	-441P1493	198.	89.	45.05	29507.	4.79	.66
441P1493	-441P1439	198.	88.	44.26	29496.	4.82	1.56
441P1439	-441P558	198.	85.	42.71	29494.	4.83	.28
441P558	-441P1440	198.	81.	41.16	29488.	4.85	.83
441P1440	-441P1494	198.	78.	39.61	29486.	4.85	.19
441P1494	-441P917	198.	77.	38.82	29470.	4.91	2.11
441P917	-441P947	230.	75.	32.57	29464.	4.92	.65
441P947	-441P913	198.	72.	36.28	29452.	4.96	1.49
441P913	-441P960	230.	70.	30.38	29433.	5.02	2.15
441P960	-441P1359	198.	67.	33.74	29401.	5.13	3.57
441P1359	-441P1087	198.	64.	32.19	29370.	5.23	3.18
441P1087	-441P1035	198.	61.	30.96	29366.	5.24	.46
441P1035	-441P992	198.	53.	26.62	29358.	5.27	.71
441P992	-441P1030	198.	44.	22.21	29355.	5.28	.21
441P1030	-441P1031	198.	37.	18.44	29353.	5.28	.11
441P1031	-441P945	198.	30.	15.03	29346.	5.31	.35
441P945	-441P924	230.	25.	10.82	29341.	5.32	.19
441P924	-441P1410	198.	20.	10.10	29337.	5.33	.14
441P1410	-441P1022	198.	19.	9.61	29336.	5.34	.04
441P1022	-441P1158	198.	17.	8.38	29333.	5.35	.08
441P1158	-441P1032	198.	14.	7.15	29329.	5.36	.10
441P1032	-441P1360	198.	11.	5.57	29326.	5.37	.06
441P1360	-441P1231	198.	10.	5.08	29325.	5.37	.01
441P1231	-441P939	198.	8.	4.09	29321.	5.38	.05
441P939	-441P800	230.	5.	2.19	29321.	5.39	.00
441P800	-441P1135	230.	3.	1.34	29321.	5.39	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 10.033

OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 87890.159

TOTAL LOSSES IN KW : 430. OR 4.29 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2018

 * ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
 2018
 *

 1*****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2019 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	216.	109.09	30708.	.91	100.01

441P812	-441P893	230.	213.	92.81	30695.	.95	4.80
441P893	-441P729	230.	213.	92.54	30683.	.99	4.24
441P729	-441P426	198.	212.	107.19	30662.	1.06	7.27

441P426	-441P453	198.	211.	106.37	30659.	1.07	.98

441P453	-441P1229	198.	202.	101.86	30628.	1.17	10.50

441P1229	-441P1243	198.	201.	101.35	30573.	1.34	17.87

441P1243	-441P524	198.	200.	100.84	30545.	1.44	9.48

441P524	-441P117	198.	198.	99.81	30517.	1.53	9.02
441P117	-441P1237	198.	195.	98.53	30514.	1.54	.97
441P1237	-441P1238	198.	191.	96.40	30509.	1.55	1.58
441P1238	-441P1403	198.	191.	96.27	30500.	1.58	2.60
441P1403	-441P1387	198.	189.	95.45	30434.	1.79	20.66
441P1387	-441P652	198.	186.	93.84	30432.	1.80	.47
441P652	-441P1464	198.	185.	93.33	30343.	2.09	27.29
441P1464	-441P1304	198.	182.	91.71	30278.	2.30	19.27
441P1304	-441P840	198.	180.	90.69	30208.	2.52	20.82
441P840	-441P1425	198.	176.	89.07	30140.	2.74	19.66
441P1425	-441P549	198.	175.	88.56	30092.	2.90	13.91
441P549	-441P589	230.	172.	74.85	30063.	2.99	8.32
441P589	-441P894	198.	169.	85.33	30025.	3.11	10.40
441P894	-441P895	230.	166.	72.07	29995.	3.21	8.38
441P895	-441P771	230.	163.	70.68	29932.	3.41	16.84
441P771	-441P902	230.	159.	69.29	29909.	3.49	6.17
441P902	-441P772	230.	156.	67.90	29842.	3.71	17.43
441P772	-441P839	230.	153.	66.51	29814.	3.80	7.05
441P839	-441P689	230.	150.	65.12	29763.	3.96	12.54
441P689	-441P860	230.	147.	63.73	29736.	4.05	6.73
441P860	-441P1475	198.	143.	72.41	29728.	4.07	1.75
441P1475	-441P1443	198.	140.	70.79	29696.	4.18	7.45

441P1443	-441P1487	198.	139.	70.28	29657.	4.30	8.88
441P1487	-441P1353	198.	134.	67.51	29643.	4.35	3.15
441P1353	-441P178	198.	130.	65.90	29632.	4.38	2.34
441P178	-441P429	230.	129.	56.29	29622.	4.42	2.17
441P429	-441P182	230.	126.	54.90	29543.	4.67	16.43
441P182	-441P465	230.	123.	53.51	29529.	4.71	2.88
441P465	-441P337	230.	120.	52.12	29507.	4.78	4.29
441P337	-441P1434	198.	117.	58.93	29498.	4.81	1.77
441P1434	-441P1127	198.	115.	58.11	29496.	4.82	.46
441P1127	-441P721	198.	115.	57.90	29488.	4.85	1.43
441P721	-441P988	198.	111.	56.29	29471.	4.90	3.14
441P988	-441P1314	198.	108.	54.67	29462.	4.93	1.63
441P1314	-441P1409	198.	105.	53.06	29457.	4.95	.78
441P1409	-441P1438	198.	103.	51.78	29452.	4.96	.90
441P1438	-441P1493	198.	93.	46.85	29447.	4.98	.71
441P1493	-441P1439	198.	91.	46.03	29436.	5.01	1.68
441P1439	-441P558	198.	88.	44.42	29434.	5.02	.30
441P558	-441P1440	198.	85.	42.81	29428.	5.04	.89
441P1440	-441P1494	198.	82.	41.19	29426.	5.05	.21
441P1494	-441P917	198.	80.	40.37	29409.	5.10	2.29
441P917	-441P947	230.	78.	33.87	29403.	5.12	.70
441P947	-441P913	198.	75.	37.73	29390.	5.16	1.62
441P913	-441P960	230.	73.	31.60	29371.	5.23	2.33
441P960	-441P1359	198.	69.	35.09	29337.	5.33	3.86
441P1359	-441P1087	198.	66.	33.48	29306.	5.44	3.44
441P1087	-441P1035	198.	64.	32.19	29301.	5.45	.50
441P1035	-441P992	198.	55.	27.68	29292.	5.48	.77
441P992	-441P1030	198.	46.	23.09	29289.	5.49	.22
441P1030	-441P1031	198.	38.	19.17	29287.	5.49	.12
441P1031	-441P945	198.	31.	15.64	29280.	5.52	.38
441P945	-441P924	230.	26.	11.25	29275.	5.53	.20
441P924	-441P1410	198.	21.	10.51	29271.	5.55	.15
441P1410	-441P1022	198.	20.	10.00	29269.	5.55	.04
441P1022	-441P1158	198.	17.	8.71	29267.	5.56	.08
441P1158	-441P1032	198.	15.	7.43	29262.	5.58	.11
441P1032	-441P1360	198.	11.	5.79	29259.	5.59	.06
441P1360	-441P1231	198.	10.	5.28	29259.	5.59	.01
441P1231	-441P939	198.	8.	4.25	29254.	5.60	.06
441P939	-441P800	230.	5.	2.27	29254.	5.60	.00
441P800	-441P1135	230.	3.	1.39	29254.	5.60	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 10.434
OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 91405.761
TOTAL LOSSES IN KW : 465. OR 4.46 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2019

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
2019
*

 1*****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2020 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	225.	113.45	30697.	.95	108.17

441P812	-441P893	230.	222.	96.52	30683.	.99	5.19
441P893	-441P729	230.	221.	96.24	30671.	1.03	4.59
441P729	-441P426	198.	221.	111.48	30649.	1.10	7.87

441P426	-441P453	198.	219.	110.63	30646.	1.11	1.06

441P453	-441P1229	198.	210.	105.93	30613.	1.22	11.36

441P1229	-441P1243	198.	209.	105.40	30557.	1.40	19.33

441P1243	-441P524	198.	208.	104.87	30527.	1.49	10.25

441P524	-441P117	198.	206.	103.80	30498.	1.59	9.75

441P117	-441P1237	198.	203.	102.47	30495.	1.60	1.05

441P1237	-441P1238	198.	199.	100.26	30489.	1.62	1.71

441P1238	-441P1403	198.	198.	100.12	30481.	1.64	2.81

441P1403	-441P1387	198.	197.	99.27	30412.	1.87	22.35
441P1387	-441P652	198.	193.	97.59	30410.	1.87	.51
441P652	-441P1464	198.	192.	97.06	30317.	2.17	29.51
441P1464	-441P1304	198.	189.	95.38	30250.	2.39	20.84
441P1304	-441P840	198.	187.	94.31	30177.	2.62	22.52
441P840	-441P1425	198.	183.	92.63	30106.	2.85	21.27
441P1425	-441P549	198.	182.	92.10	30056.	3.01	15.04
441P549	-441P589	230.	179.	77.84	30026.	3.11	9.00
441P589	-441P894	198.	176.	88.74	29987.	3.24	11.24
441P894	-441P895	230.	172.	74.95	29955.	3.34	9.07
441P895	-441P771	230.	169.	73.50	29890.	3.55	18.21
441P771	-441P902	230.	166.	72.06	29866.	3.63	6.67
441P902	-441P772	230.	162.	70.61	29796.	3.85	18.85
441P772	-441P839	230.	159.	69.17	29767.	3.95	7.63
441P839	-441P689	230.	156.	67.72	29714.	4.12	13.56
441P689	-441P860	230.	152.	66.27	29685.	4.21	7.28
441P860	-441P1475	198.	149.	75.31	29678.	4.23	1.89
441P1475	-441P1443	198.	146.	73.63	29644.	4.34	8.06
441P1443	-441P1487	198.	145.	73.09	29604.	4.47	9.60
441P1487	-441P1353	198.	139.	70.21	29589.	4.52	3.41
441P1353	-441P178	198.	136.	68.54	29578.	4.56	2.53
441P178	-441P429	230.	135.	58.54	29567.	4.59	2.35

441P429	-441P182	230.	131.	57.10	29485.	4.86	17.77
441P182	-441P465	230.	128.	55.65	29471.	4.90	3.11
441P465	-441P337	230.	125.	54.20	29448.	4.98	4.64
441P337	-441P1434	198.	121.	61.28	29439.	5.01	1.92
441P1434	-441P1127	198.	120.	60.43	29436.	5.01	.50
441P1127	-441P721	198.	119.	60.22	29428.	5.04	1.55
441P721	-441P988	198.	116.	58.54	29410.	5.10	3.40
441P988	-441P1314	198.	113.	56.86	29401.	5.13	1.77
441P1314	-441P1409	198.	109.	55.18	29396.	5.14	.84
441P1409	-441P1438	198.	107.	53.85	29391.	5.16	.97
441P1438	-441P1493	198.	96.	48.73	29386.	5.18	.77
441P1493	-441P1439	198.	95.	47.88	29374.	5.21	1.82
441P1439	-441P558	198.	91.	46.20	29372.	5.22	.33
441P558	-441P1440	198.	88.	44.52	29365.	5.24	.97
441P1440	-441P1494	198.	85.	42.84	29364.	5.25	.23
441P1494	-441P917	198.	83.	41.98	29345.	5.31	2.47
441P917	-441P947	230.	81.	35.23	29340.	5.32	.76
441P947	-441P913	198.	78.	39.24	29326.	5.37	1.75
441P913	-441P960	230.	76.	32.86	29306.	5.43	2.52
441P960	-441P1359	198.	72.	36.49	29271.	5.55	4.17
441P1359	-441P1087	198.	69.	34.81	29238.	5.65	3.72
441P1087	-441P1035	198.	66.	33.48	29233.	5.67	.54
441P1035	-441P992	198.	57.	28.79	29224.	5.70	.83
441P992	-441P1030	198.	48.	24.02	29221.	5.71	.24
441P1030	-441P1031	198.	39.	19.94	29219.	5.71	.13
441P1031	-441P945	198.	32.	16.26	29211.	5.74	.41
441P945	-441P924	230.	27.	11.70	29207.	5.75	.22
441P924	-441P1410	198.	22.	10.93	29202.	5.77	.16
441P1410	-441P1022	198.	21.	10.40	29201.	5.77	.05
441P1022	-441P1158	198.	18.	9.06	29198.	5.78	.09
441P1158	-441P1032	198.	15.	7.73	29193.	5.80	.11
441P1032	-441P1360	198.	12.	6.02	29190.	5.81	.07
441P1360	-441P1231	198.	11.	5.49	29189.	5.81	.01
441P1231	-441P939	198.	9.	4.43	29185.	5.82	.06
441P939	-441P800	230.	5.	2.36	29185.	5.83	.00
441P800	-441P1135	230.	3.	1.45	29185.	5.83	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 10.852

OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 95061.988

TOTAL LOSSES IN KW : 503. OR 4.64 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2020

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE

POUR L ANNEE

2020

*

1*****

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2021 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							
441H3C3	-441P812	198.	234.	117.99	30685.	.98	117.00

441P812	-441P893	230.	231.	100.38	30671.	1.03	5.61

441P893	-441P729	230.	230.	100.09	30658.	1.07	4.96

441P729	-441P426	198.	230.	115.94	30635.	1.14	8.51

441P426	-441P453	198.	228.	115.05	30632.	1.15	1.15

441P453	-441P1229	198.	218.	110.17	30598.	1.26	12.28

441P1229	-441P1243	198.	217.	109.62	30539.	1.45	20.91

441P1243	-441P524	198.	216.	109.06	30508.	1.55	11.08

441P524	-441P117	198.	214.	107.95	30478.	1.65	10.55

441P117	-441P1237	198.	211.	106.57	30475.	1.66	1.14

441P1237	-441P1238	198.	206.	104.27	30469.	1.68	1.85

441P1238	-441P1403	198.	206.	104.13	30460.	1.71	3.04

441P1403	-441P1387	198.	204.	103.24	30389.	1.94	24.17

441P1387	-441P652	198.	201.	101.49	30387.	1.95	.55

441P652	-441P1464	198.	200.	100.94	30290.	2.26	31.92

441P1464	-441P1304	198.	196.	99.19	30220.	2.48	22.55
441P1304	-441P840	198.	194.	98.08	30144.	2.73	24.36
441P840	-441P1425	198.	191.	96.34	30071.	2.97	23.00
441P1425	-441P549	198.	190.	95.78	30019.	3.13	16.27
441P549	-441P589	230.	186.	80.95	29987.	3.24	9.73
441P589	-441P894	198.	183.	92.29	29947.	3.37	12.16
441P894	-441P895	230.	179.	77.95	29914.	3.47	9.81
441P895	-441P771	230.	176.	76.44	29846.	3.69	19.70
441P771	-441P902	230.	172.	74.94	29821.	3.77	7.22
441P902	-441P772	230.	169.	73.44	29748.	4.01	20.39
441P772	-441P839	230.	165.	71.93	29718.	4.10	8.25
441P839	-441P689	230.	162.	70.43	29663.	4.28	14.67
441P689	-441P860	230.	159.	68.93	29633.	4.38	7.87
441P860	-441P1475	198.	155.	78.32	29625.	4.40	2.05
441P1475	-441P1443	198.	152.	76.57	29590.	4.52	8.71
441P1443	-441P1487	198.	151.	76.02	29548.	4.65	10.38
441P1487	-441P1353	198.	145.	73.02	29533.	4.70	3.69
441P1353	-441P178	198.	141.	71.28	29521.	4.74	2.73

441P178	-441P429	230.	140.	60.88	29510.	4.78	2.54
441P429	-441P182	230.	137.	59.38	29425.	5.05	19.22
441P182	-441P465	230.	133.	57.88	29410.	5.10	3.36
441P465	-441P337	230.	130.	56.37	29386.	5.17	5.02
441P337	-441P1434	198.	126.	63.74	29376.	5.21	2.08
441P1434	-441P1127	198.	124.	62.85	29374.	5.22	.54
441P1127	-441P721	198.	124.	62.63	29366.	5.24	1.68
441P721	-441P988	198.	121.	60.88	29347.	5.30	3.68
441P988	-441P1314	198.	117.	59.13	29337.	5.33	1.91
441P1314	-441P1409	198.	114.	57.39	29332.	5.35	.91
441P1409	-441P1438	198.	111.	56.00	29327.	5.37	1.05
441P1438	-441P1493	198.	100.	50.68	29322.	5.38	.83
441P1493	-441P1439	198.	99.	49.79	29309.	5.42	1.97
441P1439	-441P558	198.	95.	48.04	29307.	5.43	.35
441P558	-441P1440	198.	92.	46.30	29300.	5.45	1.05
441P1440	-441P1494	198.	88.	44.55	29298.	5.46	.25
441P1494	-441P917	198.	86.	43.66	29280.	5.52	2.67
441P917	-441P947	230.	84.	36.63	29274.	5.54	.82
441P947	-441P913	198.	81.	40.81	29260.	5.58	1.89
441P913	-441P960	230.	79.	34.18	29239.	5.65	2.72
441P960	-441P1359	198.	75.	37.95	29202.	5.77	4.52
441P1359	-441P1087	198.	72.	36.21	29168.	5.88	4.02
441P1087	-441P1035	198.	69.	34.82	29163.	5.90	.58
441P1035	-441P992	198.	59.	29.94	29154.	5.93	.90
441P992	-441P1030	198.	49.	24.98	29151.	5.94	.26
441P1030	-441P1031	198.	41.	20.74	29148.	5.94	.14
441P1031	-441P945	198.	33.	16.91	29140.	5.97	.45
441P945	-441P924	230.	28.	12.17	29135.	5.98	.24
441P924	-441P1410	198.	23.	11.37	29130.	6.00	.18
441P1410	-441P1022	198.	21.	10.81	29129.	6.01	.05
441P1022	-441P1158	198.	19.	9.43	29126.	6.02	.09
441P1158	-441P1032	198.	16.	8.04	29121.	6.03	.12
441P1032	-441P1360	198.	12.	6.27	29118.	6.04	.07
441P1360	-441P1231	198.	11.	5.71	29117.	6.04	.01
441P1231	-441P939	198.	9.	4.60	29113.	6.06	.07
441P939	-441P800	230.	6.	2.46	29113.	6.06	.00
441P800	-441P1135	230.	3.	1.50	29112.	6.06	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 11.286

OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 98864.463

TOTAL LOSSES IN KW : 545. OR 4.82 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2021

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
2021

*

1*****

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2022 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	243.	122.71	30673.	1.02	126.54

441P812	-441P893	230.	240.	104.40	30658.	1.07	6.07

441P893	-441P729	230.	239.	104.10	30644.	1.12	5.37

441P729	-441P426	198.	239.	120.58	30621.	1.19	9.20

441P426	-441P453	198.	237.	119.65	30618.	1.20	1.24

441P453	-441P1229	198.	227.	114.58	30582.	1.32	13.29

441P1229	-441P1243	198.	226.	114.00	30521.	1.51	22.62

441P1243	-441P524	198.	225.	113.43	30489.	1.62	11.99

441P524	-441P117	198.	222.	112.27	30458.	1.72	11.41

441P117	-441P1237	198.	219.	110.83	30454.	1.73	1.23

441P1237	-441P1238	198.	215.	108.44	30449.	1.75	2.00

441P1238	-441P1403	198.	214.	108.29	30439.	1.78	3.29

441P1403	-441P1387	198.	213.	107.37	30364.	2.02	26.15

441P1387	-441P652	198.	209.	105.55	30363.	2.02	.60

441P652	-441P1464	198.	208.	104.98	30262.	2.35	34.53

441P1464	-441P1304	198.	204.	103.16	30190.	2.58	24.39

441P1304	-441P840	198.	202.	102.01	30110.	2.84	26.35

441P840	-441P1425	198.	198.	100.19	30034.	3.08	24.88

441P1425	-441P549	198.	197.	99.62	29980.	3.26	17.60
441P549	-441P589	230.	194.	84.19	29947.	3.37	10.53
441P589	-441P894	198.	190.	95.98	29905.	3.50	13.15
441P894	-441P895	230.	186.	81.06	29871.	3.61	10.61
441P895	-441P771	230.	183.	79.50	29800.	3.84	21.30
441P771	-441P902	230.	179.	77.94	29774.	3.92	7.81
441P902	-441P772	230.	176.	76.37	29698.	4.17	22.05
441P772	-441P839	230.	172.	74.81	29667.	4.27	8.93
441P839	-441P689	230.	168.	73.25	29610.	4.45	15.86
441P689	-441P860	230.	165.	71.68	29579.	4.55	8.51
441P860	-441P1475	198.	161.	81.45	29571.	4.58	2.22

441P1475	-441P1443	198.	158.	79.63	29534.	4.70	9.43
441P1443	-441P1487	198.	157.	79.06	29491.	4.84	11.23
441P1487	-441P1353	198.	150.	75.94	29475.	4.89	3.99
441P1353	-441P178	198.	147.	74.13	29462.	4.93	2.95
441P178	-441P429	230.	146.	63.32	29451.	4.97	2.75
441P429	-441P182	230.	142.	61.75	29363.	5.25	20.79
441P182	-441P465	230.	138.	60.19	29347.	5.30	3.64
441P465	-441P337	230.	135.	58.63	29322.	5.38	5.43
441P337	-441P1434	198.	131.	66.29	29312.	5.41	2.25
441P1434	-441P1127	198.	129.	65.36	29309.	5.42	.59
441P1127	-441P721	198.	129.	65.13	29301.	5.45	1.81
441P721	-441P988	198.	125.	63.32	29281.	5.51	3.98
441P988	-441P1314	198.	122.	61.50	29271.	5.55	2.07
441P1314	-441P1409	198.	118.	59.68	29266.	5.56	.99
441P1409	-441P1438	198.	115.	58.24	29260.	5.58	1.13
441P1438	-441P1493	198.	104.	52.71	29255.	5.60	.90
441P1493	-441P1439	198.	103.	51.78	29242.	5.64	2.13
441P1439	-441P558	198.	99.	49.97	29240.	5.65	.38
441P558	-441P1440	198.	95.	48.15	29233.	5.67	1.13
441P1440	-441P1494	198.	92.	46.33	29231.	5.68	.27
441P1494	-441P917	198.	90.	45.41	29211.	5.74	2.89
441P917	-441P947	230.	88.	38.10	29205.	5.76	.88
441P947	-441P913	198.	84.	42.44	29190.	5.81	2.05
441P913	-441P960	230.	82.	35.54	29169.	5.88	2.95
441P960	-441P1359	198.	78.	39.47	29131.	6.00	4.88
441P1359	-441P1087	198.	75.	37.65	29095.	6.11	4.35
441P1087	-441P1035	198.	72.	36.21	29090.	6.13	.63
441P1035	-441P992	198.	62.	31.14	29080.	6.16	.97
441P992	-441P1030	198.	51.	25.98	29077.	6.17	.28
441P1030	-441P1031	198.	43.	21.57	29075.	6.18	.16
441P1031	-441P945	198.	35.	17.59	29066.	6.21	.48
441P945	-441P924	230.	29.	12.66	29061.	6.22	.26
441P924	-441P1410	198.	23.	11.82	29056.	6.24	.19
441P1410	-441P1022	198.	22.	11.24	29055.	6.25	.06
441P1022	-441P1158	198.	19.	9.80	29051.	6.26	.10
441P1158	-441P1032	198.	17.	8.36	29046.	6.27	.13
441P1032	-441P1360	198.	13.	6.52	29043.	6.28	.08
441P1360	-441P1231	198.	12.	5.94	29042.	6.28	.01
441P1231	-441P939	198.	9.	4.79	29038.	6.30	.07
441P939	-441P800	230.	6.	2.56	29037.	6.30	.00
441P800	-441P1135	230.	4.	1.56	29037.	6.30	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 11.737

OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 102819.037

TOTAL LOSSES IN KW : 589. OR 5.02 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2022

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE

POUR L ANNEE

2022

*

 1*****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2023 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	253.	127.62	30661.	1.06	136.87

441P812	-441P893	230.	250.	108.57	30645.	1.11	6.57

441P893	-441P729	230.	249.	108.26	30631.	1.16	5.80

441P729	-441P426	198.	248.	125.40	30606.	1.24	9.95

441P426	-441P453	198.	246.	124.44	30603.	1.25	1.34

441P453	-441P1229	198.	236.	119.16	30566.	1.37	14.37

441P1229	-441P1243	198.	235.	118.56	30503.	1.57	24.46

441P1243	-441P524	198.	234.	117.96	30469.	1.68	12.97

441P524	-441P117	198.	231.	116.76	30436.	1.79	12.34

441P117	-441P1237	198.	228.	115.26	30433.	1.80	1.33

441P1237	-441P1238	198.	223.	112.78	30427.	1.82	2.17

441P1238	-441P1403	198.	223.	112.63	30417.	1.85	3.56

441P1403	-441P1387	198.	221.	111.67	30339.	2.10	28.28

441P1387	-441P652	198.	217.	109.78	30338.	2.11	.64

441P652	-441P1464	198.	216.	109.18	30233.	2.44	37.34

441P1464	-441P1304	198.	212.	107.29	30158.	2.69	26.38

441P1304	-441P840	198.	210.	106.09	30075.	2.95	28.50

441P840	-441P1425	198.	206.	104.20	29996.	3.21	26.91

441P1425	-441P549	198.	205.	103.60	29939.	3.39	19.04

441P549	-441P589	230.	201.	87.56	29905.	3.50	11.39
441P589	-441P894	198.	198.	99.82	29862.	3.64	14.23
441P894	-441P895	230.	194.	84.31	29826.	3.76	11.47
441P895	-441P771	230.	190.	82.68	29753.	3.99	23.04
441P771	-441P902	230.	186.	81.05	29725.	4.08	8.45

441P902	-441P772	230.	183.	79.43	29647.	4.33	23.85
441P772	-441P839	230.	179.	77.80	29614.	4.44	9.65
441P839	-441P689	230.	175.	76.18	29555.	4.63	17.16
441P689	-441P860	230.	171.	74.55	29523.	4.74	9.21
441P860	-441P1475	198.	168.	84.71	29514.	4.76	2.40
441P1475	-441P1443	198.	164.	82.82	29476.	4.89	10.20
441P1443	-441P1487	198.	163.	82.22	29431.	5.03	12.15
441P1487	-441P1353	198.	156.	78.98	29414.	5.09	4.31
441P1353	-441P178	198.	153.	77.09	29401.	5.13	3.20
441P178	-441P429	230.	151.	65.85	29389.	5.17	2.97
441P429	-441P182	230.	148.	64.22	29297.	5.46	22.49
441P182	-441P465	230.	144.	62.60	29281.	5.51	3.94
441P465	-441P337	230.	140.	60.97	29256.	5.60	5.88
441P337	-441P1434	198.	136.	68.94	29245.	5.63	2.43
441P1434	-441P1127	198.	135.	67.98	29242.	5.64	.63
441P1127	-441P721	198.	134.	67.74	29233.	5.67	1.96
441P721	-441P988	198.	130.	65.85	29213.	5.73	4.30
441P988	-441P1314	198.	127.	63.96	29202.	5.77	2.23
441P1314	-441P1409	198.	123.	62.07	29197.	5.79	1.07
441P1409	-441P1438	198.	120.	60.57	29191.	5.81	1.23
441P1438	-441P1493	198.	109.	54.81	29185.	5.82	.97
441P1493	-441P1439	198.	107.	53.85	29172.	5.87	2.31
441P1439	-441P558	198.	103.	51.96	29170.	5.87	.41
441P558	-441P1440	198.	99.	50.08	29162.	5.90	1.22
441P1440	-441P1494	198.	95.	48.19	29160.	5.90	.29
441P1494	-441P917	198.	94.	47.23	29140.	5.97	3.13
441P917	-441P947	230.	91.	39.62	29134.	5.99	.96
441P947	-441P913	198.	87.	44.14	29118.	6.04	2.21
441P913	-441P960	230.	85.	36.97	29096.	6.11	3.19
441P960	-441P1359	198.	81.	41.05	29056.	6.24	5.28
441P1359	-441P1087	198.	78.	39.16	29020.	6.36	4.70
441P1087	-441P1035	198.	75.	37.66	29014.	6.38	.68
441P1035	-441P992	198.	64.	32.38	29004.	6.41	1.05
441P992	-441P1030	198.	53.	27.02	29000.	6.42	.31
441P1030	-441P1031	198.	44.	22.43	28998.	6.43	.17
441P1031	-441P945	198.	36.	18.29	28989.	6.46	.52
441P945	-441P924	230.	30.	13.16	28984.	6.47	.28
441P924	-441P1410	198.	24.	12.29	28979.	6.49	.21
441P1410	-441P1022	198.	23.	11.69	28977.	6.50	.06
441P1022	-441P1158	198.	20.	10.20	28974.	6.51	.11
441P1158	-441P1032	198.	17.	8.70	28969.	6.52	.14
441P1032	-441P1360	198.	13.	6.78	28965.	6.53	.08
441P1360	-441P1231	198.	12.	6.18	28964.	6.54	.01
441P1231	-441P939	198.	10.	4.98	28960.	6.55	.08
441P939	-441P800	230.	6.	2.66	28959.	6.55	.00
441P800	-441P1135	230.	4.	1.63	28959.	6.55	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 12.207

OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 106931.794

TOTAL LOSSES IN KW : 637. OR 5.22 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2023

 * ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
 2023
 *

 1 *****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2024 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	263.	132.72	30647.	1.11	148.04

441P812	-441P893	230.	260.	112.91	30631.	1.16	7.10

441P893	-441P729	230.	259.	112.59	30616.	1.21	6.28

441P729	-441P426	198.	258.	130.42	30591.	1.29	10.77

441P426	-441P453	198.	256.	129.42	30588.	1.30	1.45

441P453	-441P1229	198.	245.	123.93	30549.	1.42	15.54

441P1229	-441P1243	198.	244.	123.31	30483.	1.64	26.46

441P1243	-441P524	198.	243.	122.68	30448.	1.75	14.03

441P524	-441P117	198.	240.	121.43	30414.	1.86	13.35

441P117	-441P1237	198.	237.	119.87	30411.	1.87	1.44

441P1237	-441P1238	198.	232.	117.29	30404.	1.89	2.34

441P1238	-441P1403	198.	232.	117.13	30394.	1.92	3.85

441P1403	-441P1387	198.	230.	116.13	30313.	2.18	30.59

441P1387	-441P652	198.	226.	114.17	30312.	2.19	.70

441P652	-441P1464	198.	225.	113.54	30203.	2.54	40.39

441P1464	-441P1304	198.	221.	111.58	30124.	2.79	28.53

441P1304	-441P840	198.	218.	110.33	30038.	3.07	30.82

441P840	-441P1425	198.	215.	108.37	29956.	3.34	29.11

441P1425	-441P549	198.	213.	107.74	29897.	3.53	20.59

441P549	-441P589	230.	209.	91.06	29862.	3.64	12.32
441P589	-441P894	198.	206.	103.81	29816.	3.79	15.39

441P894	-441P895	230.	202.	87.68	29779.	3.91	12.41
441P895	-441P771	230.	198.	85.99	29703.	4.15	24.92
441P771	-441P902	230.	194.	84.30	29675.	4.24	9.13
441P902	-441P772	230.	190.	82.61	29593.	4.51	25.80
441P772	-441P839	230.	186.	80.91	29559.	4.62	10.44
441P839	-441P689	230.	182.	79.22	29498.	4.82	18.56
441P689	-441P860	230.	178.	77.53	29464.	4.92	9.96
441P860	-441P1475	198.	174.	88.10	29455.	4.95	2.59
441P1475	-441P1443	198.	171.	86.13	29415.	5.08	11.03
441P1443	-441P1487	198.	169.	85.51	29368.	5.23	13.14
441P1487	-441P1353	198.	163.	82.14	29351.	5.29	4.67
441P1353	-441P178	198.	159.	80.18	29338.	5.33	3.46
441P178	-441P429	230.	158.	68.48	29325.	5.37	3.22
441P429	-441P182	230.	154.	66.79	29230.	5.68	24.32
441P182	-441P465	230.	150.	65.10	29213.	5.74	4.26
441P465	-441P337	230.	146.	63.41	29186.	5.82	6.36
441P337	-441P1434	198.	142.	71.69	29175.	5.86	2.63
441P1434	-441P1127	198.	140.	70.70	29172.	5.87	.68
441P1127	-441P721	198.	139.	70.45	29163.	5.90	2.12
441P721	-441P988	198.	136.	68.48	29142.	5.96	4.65
441P988	-441P1314	198.	132.	66.52	29131.	6.00	2.42
441P1314	-441P1409	198.	128.	64.55	29125.	6.02	1.16
441P1409	-441P1438	198.	125.	62.99	29119.	6.04	1.33
441P1438	-441P1493	198.	113.	57.01	29113.	6.06	1.05
441P1493	-441P1439	198.	111.	56.01	29100.	6.10	2.49
441P1439	-441P558	198.	107.	54.04	29097.	6.11	.45
441P558	-441P1440	198.	103.	52.08	29089.	6.13	1.32
441P1440	-441P1494	198.	99.	50.11	29087.	6.14	.31
441P1494	-441P917	198.	97.	49.12	29066.	6.21	3.38
441P917	-441P947	230.	95.	41.21	29059.	6.23	1.03
441P947	-441P913	198.	91.	45.90	29043.	6.28	2.39
441P913	-441P960	230.	88.	38.44	29020.	6.36	3.45
441P960	-441P1359	198.	85.	42.69	28979.	6.49	5.71
441P1359	-441P1087	198.	81.	40.73	28941.	6.61	5.09
441P1087	-441P1035	198.	78.	39.17	28935.	6.63	.74
441P1035	-441P992	198.	67.	33.68	28925.	6.66	1.14
441P992	-441P1030	198.	56.	28.10	28921.	6.68	.33
441P1030	-441P1031	198.	46.	23.33	28919.	6.68	.18
441P1031	-441P945	198.	38.	19.02	28909.	6.71	.56
441P945	-441P924	230.	31.	13.69	28904.	6.73	.30
441P924	-441P1410	198.	25.	12.79	28898.	6.75	.22
441P1410	-441P1022	198.	24.	12.16	28897.	6.76	.07
441P1022	-441P1158	198.	21.	10.60	28893.	6.77	.12
441P1158	-441P1032	198.	18.	9.04	28888.	6.78	.16
441P1032	-441P1360	198.	14.	7.05	28884.	6.80	.09
441P1360	-441P1231	198.	13.	6.42	28883.	6.80	.01
441P1231	-441P939	198.	10.	5.18	28878.	6.81	.08
441P939	-441P800	230.	6.	2.77	28878.	6.81	.00
441P800	-441P1135	230.	4.	1.69	28878.	6.82	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 12.695
OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 111209.063

TOTAL LOSSES IN KW : 689. OR 5.43 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2024

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
2024
*

1*****
*LOAD LEVEL AT YEAR : 2025 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
441H3C3	-441P812	198.	273.	138.03	30634.	1.15	160.12
441P812	-441P893	230.	270.	117.43	30616.	1.21	7.68
441P893	-441P729	230.	269.	117.10	30601.	1.25	6.79
441P729	-441P426	198.	269.	135.63	30575.	1.34	11.64
441P426	-441P453	198.	266.	134.59	30571.	1.35	1.57
441P453	-441P1229	198.	255.	128.89	30531.	1.48	16.81
441P1229	-441P1243	198.	254.	128.24	30463.	1.70	28.62
441P1243	-441P524	198.	253.	127.59	30426.	1.82	15.17
441P524	-441P117	198.	250.	126.29	30391.	1.93	14.44
441P117	-441P1237	198.	247.	124.67	30387.	1.94	1.56
441P1237	-441P1238	198.	242.	121.98	30381.	1.97	2.53
441P1238	-441P1403	198.	241.	121.82	30371.	2.00	4.16
441P1403	-441P1387	198.	239.	120.78	30286.	2.27	33.08
441P1387	-441P652	198.	235.	118.73	30284.	2.28	.75
441P652	-441P1464	198.	234.	118.09	30171.	2.64	43.69
441P1464	-441P1304	198.	230.	116.04	30090.	2.91	30.86

441P1304	-441P840	198.	227.	114.75	30000.	3.19	33.34

441P840	-441P1425	198.	223.	112.70	29915.	3.47	31.48

441P1425	-441P549	198.	222.	112.05	29854.	3.67	22.27

441P549	-441P589	230.	218.	94.70	29817.	3.79	13.32
441P589	-441P894	198.	214.	107.97	29770.	3.94	16.64

441P894	-441P895	230.	210.	91.19	29731.	4.06	13.42
441P895	-441P771	230.	206.	89.43	29652.	4.32	26.96
441P771	-441P902	230.	202.	87.67	29622.	4.41	9.88
441P902	-441P772	230.	198.	85.91	29537.	4.69	27.90
441P772	-441P839	230.	194.	84.15	29502.	4.80	11.29
441P839	-441P689	230.	190.	82.39	29438.	5.01	20.07
441P689	-441P860	230.	185.	80.63	29403.	5.12	10.77
441P860	-441P1475	198.	181.	91.62	29393.	5.15	2.80
441P1475	-441P1443	198.	177.	89.58	29353.	5.28	11.93
441P1443	-441P1487	198.	176.	88.93	29303.	5.44	14.21
441P1487	-441P1353	198.	169.	85.43	29285.	5.50	5.05
441P1353	-441P178	198.	165.	83.38	29272.	5.55	3.74
441P178	-441P429	230.	164.	71.22	29259.	5.59	3.48
441P429	-441P182	230.	160.	69.46	29159.	5.91	26.30
441P182	-441P465	230.	156.	67.71	29141.	5.96	4.61
441P465	-441P337	230.	152.	65.95	29114.	6.05	6.87
441P337	-441P1434	198.	148.	74.56	29102.	6.09	2.84
441P1434	-441P1127	198.	146.	73.52	29099.	6.10	.74
441P1127	-441P721	198.	145.	73.26	29090.	6.13	2.29
441P721	-441P988	198.	141.	71.22	29068.	6.20	5.03
441P988	-441P1314	198.	137.	69.18	29056.	6.24	2.61
441P1314	-441P1409	198.	133.	67.13	29051.	6.26	1.25
441P1409	-441P1438	198.	130.	65.51	29044.	6.28	1.43
441P1438	-441P1493	198.	117.	59.29	29038.	6.30	1.14
441P1493	-441P1439	198.	115.	58.25	29024.	6.34	2.70
441P1439	-441P558	198.	111.	56.21	29021.	6.35	.49
441P558	-441P1440	198.	107.	54.16	29013.	6.38	1.43
441P1440	-441P1494	198.	103.	52.12	29011.	6.39	.34
441P1494	-441P917	198.	101.	51.08	28989.	6.46	3.66
441P917	-441P947	230.	99.	42.86	28982.	6.48	1.12
441P947	-441P913	198.	95.	47.74	28966.	6.53	2.59
441P913	-441P960	230.	92.	39.98	28941.	6.61	3.73
441P960	-441P1359	198.	88.	44.40	28899.	6.75	6.18
441P1359	-441P1087	198.	84.	42.36	28859.	6.88	5.50
441P1087	-441P1035	198.	81.	40.73	28853.	6.90	.80
441P1035	-441P992	198.	69.	35.03	28842.	6.93	1.23
441P992	-441P1030	198.	58.	29.22	28838.	6.94	.36
441P1030	-441P1031	198.	48.	24.26	28836.	6.95	.20
441P1031	-441P945	198.	39.	19.78	28826.	6.98	.61
441P945	-441P924	230.	33.	14.24	28820.	7.00	.32
441P924	-441P1410	198.	26.	13.30	28815.	7.02	.24
441P1410	-441P1022	198.	25.	12.65	28813.	7.03	.07
441P1022	-441P1158	198.	22.	11.03	28809.	7.04	.13
441P1158	-441P1032	198.	19.	9.41	28804.	7.05	.17
441P1032	-441P1360	198.	15.	7.33	28800.	7.07	.10
441P1360	-441P1231	198.	13.	6.68	28799.	7.07	.01
441P1231	-441P939	198.	11.	5.38	28794.	7.09	.09
441P939	-441P800	230.	7.	2.88	28794.	7.09	.00
441P800	-441P1135	230.	4.	1.76	28793.	7.09	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 13.203
OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 115657.422
TOTAL LOSSES IN KW : 745. OR 5.64 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2025

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
2025

*

1 *****
*LOAD LEVEL AT YEAR : 2026 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	284.	143.55	30619.	1.20	173.18

441P812	-441P893	230.	281.	122.13	30602.	1.25	8.31

441P893	-441P729	230.	280.	121.78	30586.	1.30	7.34

441P729	-441P426	198.	279.	141.06	30558.	1.39	12.59

441P426	-441P453	198.	277.	139.98	30555.	1.40	1.70

441P453	-441P1229	198.	265.	134.04	30513.	1.54	18.18

441P1229	-441P1243	198.	264.	133.37	30442.	1.77	30.95

441P1243	-441P524	198.	263.	132.69	30404.	1.89	16.41

441P524	-441P117	198.	260.	131.34	30367.	2.01	15.62

441P117	-441P1237	198.	257.	129.66	30363.	2.02	1.68

441P1237	-441P1238	198.	251.	126.86	30357.	2.04	2.74

441P1238	-441P1403	198.	251.	126.69	30346.	2.08	4.50

441P1403	-441P1387	198.	249.	125.61	30258.	2.36	35.78

441P1387	-441P652	198.	244.	123.48	30256.	2.37	.81

441P652	-441P1464	198.	243.	122.81	30139.	2.75	47.25

441P1464	-441P1304	198.	239.	120.68	30054.	3.02	33.37

441P1304	-441P840	198.	236.	119.34	29961.	3.32	36.06

441P840	-441P1425	198.	232.	117.21	29872.	3.61	34.05

441P1425	-441P549	198.	231.	116.54	29808.	3.81	24.09

441P549	-441P589	230.	227.	98.49	29770.	3.94	14.41
441P589	-441P894	198.	222.	112.29	29721.	4.10	18.00

441P894	-441P895	230.	218.	94.83	29681.	4.23	14.52
441P895	-441P771	230.	214.	93.00	29598.	4.49	29.16
441P771	-441P902	230.	210.	91.18	29568.	4.59	10.69
441P902	-441P772	230.	205.	89.35	29479.	4.88	30.18
441P772	-441P839	230.	201.	87.52	29442.	4.99	12.22
441P839	-441P689	230.	197.	85.69	29376.	5.21	21.71
441P689	-441P860	230.	193.	83.86	29339.	5.33	11.65
441P860	-441P1475	198.	189.	95.29	29330.	5.36	3.03
441P1475	-441P1443	198.	184.	93.16	29287.	5.50	12.90
441P1443	-441P1487	198.	183.	92.49	29236.	5.66	15.37
441P1487	-441P1353	198.	176.	88.84	29217.	5.72	5.46
441P1353	-441P178	198.	172.	86.72	29203.	5.77	4.04
441P178	-441P429	230.	170.	74.07	29189.	5.81	3.76
441P429	-441P182	230.	166.	72.24	29086.	6.14	28.45
441P182	-441P465	230.	162.	70.41	29068.	6.20	4.98
441P465	-441P337	230.	158.	68.58	29039.	6.30	7.44
441P337	-441P1434	198.	154.	77.54	29027.	6.33	3.07
441P1434	-441P1127	198.	151.	76.47	29024.	6.34	.80
441P1127	-441P721	198.	151.	76.20	29014.	6.38	2.48
441P721	-441P988	198.	147.	74.07	28991.	6.45	5.44
441P988	-441P1314	198.	142.	71.95	28979.	6.49	2.83
441P1314	-441P1409	198.	138.	69.82	28973.	6.51	1.35
441P1409	-441P1438	198.	135.	68.13	28966.	6.53	1.55
441P1438	-441P1493	198.	122.	61.66	28960.	6.55	1.23
441P1493	-441P1439	198.	120.	60.58	28945.	6.60	2.92
441P1439	-441P558	198.	116.	58.45	28942.	6.61	.52
441P558	-441P1440	198.	112.	56.33	28934.	6.63	1.55
441P1440	-441P1494	198.	107.	54.20	28932.	6.64	.36
441P1494	-441P917	198.	105.	53.12	28909.	6.71	3.96
441P917	-441P947	230.	103.	44.57	28902.	6.74	1.21
441P947	-441P913	198.	98.	49.65	28885.	6.79	2.80
441P913	-441P960	230.	96.	41.58	28859.	6.88	4.03
441P960	-441P1359	198.	91.	46.18	28815.	7.02	6.68
441P1359	-441P1087	198.	87.	44.05	28773.	7.15	5.95
441P1087	-441P1035	198.	84.	42.36	28767.	7.17	.86
441P1035	-441P992	198.	72.	36.43	28756.	7.21	1.33
441P992	-441P1030	198.	60.	30.39	28752.	7.22	.39
441P1030	-441P1031	198.	50.	25.23	28749.	7.23	.21
441P1031	-441P945	198.	41.	20.58	28740.	7.26	.66
441P945	-441P924	230.	34.	14.81	28733.	7.28	.35
441P924	-441P1410	198.	27.	13.83	28728.	7.30	.26
441P1410	-441P1022	198.	26.	13.15	28726.	7.31	.08
441P1022	-441P1158	198.	23.	11.47	28722.	7.32	.14

441P1158	-441P1032	198.	19.	9.78	28716.	7.34	.18
441P1032	-441P1360	198.	15.	7.62	28712.	7.35	.11
441P1360	-441P1231	198.	14.	6.95	28712.	7.35	.01
441P1231	-441P939	198.	11.	5.60	28706.	7.37	.10
441P939	-441P800	230.	7.	2.99	28706.	7.37	.00
441P800	-441P1135	230.	4.	1.83	28706.	7.37	.00

LONGUEUR DU DEPART : 25.5550 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 25.5550 Km

0 OVERALL REQUESTED POWER (MW) : 13.731
 OVERALL CONSUMED ENERGY (MWH) : 120283.716
 TOTAL LOSSES IN KW : 806. OR 5.87 %

DIMINUTION DES PERTES DUE A LA COMPENSATION .0 Kw

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2026

 * ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE
 2026
 *

 1 *****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2027 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	296.	149.30	30605.	1.24	187.32

441P812	-441P893	230.	292.	127.01	30586.	1.30	8.99

441P893	-441P729	230.	291.	126.65	30570.	1.36	7.94

441P729	-441P426	198.	290.	146.70	30541.	1.45	13.62

441P426	-441P453	198.	288.	145.58	30537.	1.46	1.84

441P453	-441P1229	198.	276.	139.40	30494.	1.60	19.67

441P1229	-441P1243	198.	275.	138.70	30420.	1.84	33.48

441P1243	-441P524	198.	273.	138.00	30380.	1.97	17.75

441P524	-441P117	198.	270.	136.60	30342.	2.09	16.89

441P117	-441P1237	198.	267.	134.84	30338.	2.10	1.82

441P1237	-441P1238	198.	261.	131.93	30331.	2.13	2.97

441P1238	-441P1403	198.	261.	131.76	30320.	2.16	4.87

441P1403	-441P1387	198.	259.	130.63	30229.	2.46	38.70

441P1387	-441P652	198.	254.	128.42	30227.	2.46	.88

441P652	-441P1464	198.	253.	127.72	30105.	2.86	51.11

441P1464	-441P1304	198.	249.	125.51	30016.	3.14	36.10

441P1304	-441P840	198.	246.	124.11	29920.	3.45	39.00

441P840	-441P1425	198.	241.	121.90	29827.	3.75	36.83

441P1425	-441P549	198.	240.	121.20	29761.	3.97	26.05

441P549	-441P589	230.	236.	102.43	29721.	4.10	15.59

441P589	-441P894	198.	231.	116.78	29670.	4.26	19.47

441P894	-441P895	230.	227.	98.63	29628.	4.39	15.70
441P895	-441P771	230.	222.	96.73	29543.	4.67	31.54
441P771	-441P902	230.	218.	94.82	29511.	4.77	11.56
441P902	-441P772	230.	214.	92.92	29418.	5.07	32.64
441P772	-441P839	230.	209.	91.02	29380.	5.19	13.21
441P839	-441P689	230.	205.	89.12	29311.	5.42	23.48
441P689	-441P860	230.	201.	87.21	29273.	5.54	12.60
441P860	-441P1475	198.	196.	99.10	29263.	5.57	3.28
441P1475	-441P1443	198.	192.	96.89	29219.	5.72	13.95
441P1443	-441P1487	198.	190.	96.19	29166.	5.89	16.63
441P1487	-441P1353	198.	183.	92.40	29146.	5.95	5.90
441P1353	-441P178	198.	179.	90.19	29131.	6.00	4.37
441P178	-441P429	230.	177.	77.04	29117.	6.04	4.07
441P429	-441P182	230.	173.	75.13	29010.	6.39	30.77
441P182	-441P465	230.	168.	73.23	28991.	6.45	5.39
441P465	-441P337	230.	164.	71.33	28961.	6.55	8.04
441P337	-441P1434	198.	160.	80.65	28948.	6.59	3.32
441P1434	-441P1127	198.	157.	79.52	28945.	6.60	.87
441P1127	-441P721	198.	157.	79.24	28935.	6.63	2.68
441P721	-441P988	198.	153.	77.03	28911.	6.71	5.89
441P988	-441P1314	198.	148.	74.82	28899.	6.75	3.06
441P1314	-441P1409	198.	144.	72.61	28892.	6.77	1.46
441P1409	-441P1438	198.	140.	70.86	28885.	6.79	1.68
441P1438	-441P1493	198.	127.	64.12	28879.	6.81	1.33
441P1493	-441P1439	198.	125.	63.00	28863.	6.86	3.16
441P1439	-441P558	198.	120.	60.79	28861.	6.87	.57
441P558	-441P1440	198.	116.	58.58	28852.	6.90	1.67
441P1440	-441P1494	198.	112.	56.37	28850.	6.91	.39
441P1494	-441P917	198.	109.	55.25	28826.	6.98	4.28
441P917	-441P947	230.	107.	46.35	28818.	7.01	1.31
441P947	-441P913	198.	102.	51.64	28800.	7.07	3.03
441P913	-441P960	230.	99.	43.24	28774.	7.15	4.36
441P960	-441P1359	198.	95.	48.02	28728.	7.30	7.23
441P1359	-441P1087	198.	91.	45.81	28685.	7.44	6.44
441P1087	-441P1035	198.	87.	44.06	28678.	7.46	.93
441P1035	-441P992	198.	75.	37.89	28667.	7.50	1.44

441P992	-441P1030	198.	63.	31.61	28663.	7.51	.42
441P1030	-441P1031	198.	52.	26.24	28660.	7.52	.23
441P1031	-441P945	198.	42.	21.40	28650.	7.55	.71
441P945	-441P924	230.	35.	15.40	28643.	7.57	.38
441P924	-441P1410	198.	28.	14.38	28637.	7.59	.28
441P1410	-441P1022	198.	27.	13.68	28635.	7.60	.08
441P1022	-441P1158	198.	24.	11.93	28631.	7.61	.15
441P1158	-441P1032	198.	20.	10.17	28625.	7.63	.20
441P1032	-441P1360	198.	16.	7.93	28621.	7.64	.12
441P1360	-441P1231	198.					

1PROGRAM CEDRA1

ETUDE SCHEMA DIRECTEUR T-OUZOU ENIEM IP = 199.7 A

- PARAMETERS

PLANNING PERIOD FROM 2017 THRU 2027		MINIMAL POWER	
30.00 %			
NOMINAL VOLTAGE	30990.00	BREAKPOINT	500
VOLTAGE DROP IN PERCENT	90.00 %	LOAD DURATION	8760
VOLTAGE DROP % WHEN OUTAGE	90.00 %	COS. FI	
.900			
ALLOWED OVERLOAD WHEN OUTAGE	30.00 %	MAX. RESEARCH TIME	
20.000			
RESEARCH OPTION	1	TIME MULTIPL. FACT.	
.500			
TRACE	0	WRITE INPUT DATA	2
FULL CEDRA	0	TOTAL COMPUTING TIME	600.
SEC			
CEDRA WHEN OUTAGES	0	SWITCHING ACTIONS	1

ONETWORK STATISTICS

0 INJECTORS	2
LINES	74
ELEMENTS	74
NODES	74
FINAL LOAD/INIT.LOAD	1.48

1*****
*LOAD LEVEL AT YEAR : 2017 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*

- NODE 441P1443 NOT SATISFIED
- NODE 441P1487 NOT SATISFIED
- NODE 441P1353 NOT SATISFIED
- NODE 441P178 NOT SATISFIED
- NODE 441P429 NOT SATISFIED
- NODE 441P182 NOT SATISFIED
- NODE 441P465 NOT SATISFIED
- NODE 441P337 NOT SATISFIED
- NODE 441P1434 NOT SATISFIED
- NODE 441P1127 NOT SATISFIED
- NODE 441P721 NOT SATISFIED
- NODE 441P988 NOT SATISFIED
- NODE 441P1314 NOT SATISFIED
- NODE 441P1409 NOT SATISFIED
- NODE 441P1438 NOT SATISFIED
- NODE 441P1493 NOT SATISFIED

NODE 441P1439 NOT SATISFIED
 NODE 441P558 NOT SATISFIED
 NODE 441P1440 NOT SATISFIED
 NODE 441P1494 NOT SATISFIED
 NODE 441P917 NOT SATISFIED
 NODE 441P947 NOT SATISFIED
 NODE 441P913 NOT SATISFIED
 NODE 441P960 NOT SATISFIED
 NODE 441P1359 NOT SATISFIED
 NODE 441P1087 NOT SATISFIED
 NODE 441P1035 NOT SATISFIED
 NODE 441P992 NOT SATISFIED
 NODE 441P1030 NOT SATISFIED
 NODE 441P1031 NOT SATISFIED
 NODE 441P945 NOT SATISFIED
 NODE 441P924 NOT SATISFIED
 NODE 441P1410 NOT SATISFIED
 NODE 441P1022 NOT SATISFIED
 NODE 441P1158 NOT SATISFIED
 NODE 441P1032 NOT SATISFIED
 NODE 441P1360 NOT SATISFIED
 NODE 441P1231 NOT SATISFIED
 NODE 441P939 NOT SATISFIED
 NODE 441P800 NOT SATISFIED
 NODE 441P1135 NOT SATISFIED

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							
441H3C3	-441P812	198.	38.	18.98	30941.	.16	3.03
441P812	-441P893	230.	35.	15.32	30939.	.17	.13
441P893	-441P729	230.	35.	15.08	30937.	.17	.11
441P729	-441P426	198.	34.	17.23	30933.	.18	.19
441P426	-441P453	198.	33.	16.47	30933.	.18	.02
441P453	-441P1229	198.	24.	12.30	30929.	.20	.15
441P1229	-441P1243	198.	23.	11.83	30923.	.22	.24
441P1243	-441P524	198.	22.	11.35	30920.	.23	.12
441P524	-441P117	198.	21.	10.40	30917.	.24	.10
441P117	-441P1237	198.	18.	9.22	30916.	.24	.01
441P1237	-441P1238	198.	14.	7.25	30916.	.24	.01
441P1238	-441P1403	198.	14.	7.13	30915.	.24	.01
441P1403	-441P1387	198.	13.	6.37	30911.	.25	.09
441P1387	-441P652	198.	10.	4.88	30911.	.26	.00
441P652	-441P1464	198.	9.	4.41	30907.	.27	.06
441P1464	-441P1304	198.	6.	2.91	30905.	.28	.02
441P1304	-441P840	198.	4.	1.97	30903.	.28	.01
441P840	-441P1425	198.	1.	.47	30903.	.28	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2018 *

N O R M A L C O N D I T I O N

```

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*
ONODE1      NODE2      CAPACITY      CURRENT      PCT      V-NODE2      DV%      LOSS
(KW)
-----
-
441H3C3 -441P812      198.      39.      19.74      30939.      .16      3.28
441P812 -441P893      230.      37.      15.93      30937.      .17      .14
441P893 -441P729      230.      36.      15.68      30935.      .18      .12
441P729 -441P426      198.      35.      17.92      30931.      .19      .20
441P426 -441P453      198.      34.      17.13      30931.      .19      .03
441P453 -441P1229     198.      25.      12.79      30927.      .20      .17
441P1229 -441P1243     198.      24.      12.30      30920.      .23      .26
441P1243 -441P524      198.      23.      11.81      30917.      .24      .13
441P524 -441P117      198.      21.      10.82      30914.      .25      .11
441P117 -441P1237     198.      19.      9.59       30914.      .25      .01
441P1237 -441P1238     198.      15.      7.54       30913.      .25      .01
441P1238 -441P1403     198.      15.      7.42       30912.      .25      .02
441P1403 -441P1387     198.      13.      6.63       30908.      .27      .10
441P1387 -441P652      198.      10.      5.08       30908.      .27      .00
441P652 -441P1464     198.      9.       4.58       30903.      .28      .07
441P1464 -441P1304     198.      6.       3.03       30901.      .29      .02
441P1304 -441P840      198.      4.       2.05       30900.      .29      .01
441P840 -441P1425     198.      1.       .49        30899.      .29      .00
LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

```

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2019 *

N O R M A L C O N D I T I O N

```

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*
ONODE1      NODE2      CAPACITY      CURRENT      PCT      V-NODE2      DV%      LOSS
(KW)
-----
-
441H3C3 -441P812      198.      41.      20.53      30937.      .17      3.54
441P812 -441P893      230.      38.      16.57      30935.      .18      .15
441P893 -441P729      230.      38.      16.31      30932.      .19      .13
441P729 -441P426      198.      37.      18.63      30929.      .20      .22
441P426 -441P453      198.      35.      17.81      30928.      .20      .03
441P453 -441P1229     198.      26.      13.30      30924.      .21      .18
441P1229 -441P1243     198.      25.      12.79      30917.      .23      .28
441P1243 -441P524      198.      24.      12.28      30914.      .25      .14
441P524 -441P117      198.      22.      11.25      30911.      .26      .11
441P117 -441P1237     198.      20.      9.97       30910.      .26      .01
441P1237 -441P1238     198.      16.      7.84       30910.      .26      .01
441P1238 -441P1403     198.      15.      7.72       30909.      .26      .02
441P1403 -441P1387     198.      14.      6.89       30905.      .28      .11
441P1387 -441P652      198.      10.      5.28       30904.      .28      .00
441P652 -441P1464     198.      9.       4.77       30900.      .29      .07

```

441P1464	-441P1304	198.	6.	3.15	30898.	.30	.02
441P1304	-441P840	198.	4.	2.13	30896.	.30	.01
441P840	-441P1425	198.	1.	.51	30896.	.30	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE 2019

*

 1*****
 *LOAD LEVEL AT YEAR : 2020 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*
 ONODE1 NODE2 CAPACITY CURRENT PCT V-NODE2 DV% LOSS
 (KW)

ONODE1	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
441H3C3	-441P812	198.	42.	21.35	30935.	.18	3.83
441P812	-441P893	230.	40.	17.23	30932.	.19	.17
441P893	-441P729	230.	39.	16.96	30930.	.19	.14
441P729	-441P426	198.	38.	19.38	30926.	.21	.24
441P426	-441P453	198.	37.	18.53	30926.	.21	.03
441P453	-441P1229	198.	27.	13.83	30922.	.22	.19
441P1229	-441P1243	198.	26.	13.30	30915.	.24	.31
441P1243	-441P524	198.	25.	12.77	30911.	.26	.15
441P524	-441P117	198.	23.	11.70	30908.	.27	.12
441P117	-441P1237	198.	21.	10.37	30907.	.27	.01
441P1237	-441P1238	198.	16.	8.16	30907.	.27	.01
441P1238	-441P1403	198.	16.	8.02	30906.	.27	.02
441P1403	-441P1387	198.	14.	7.17	30901.	.29	.12
441P1387	-441P652	198.	11.	5.49	30901.	.29	.00
441P652	-441P1464	198.	10.	4.96	30896.	.30	.08
441P1464	-441P1304	198.	6.	3.28	30894.	.31	.02
441P1304	-441P840	198.	4.	2.21	30892.	.32	.01
441P840	-441P1425	198.	1.	.53	30892.	.32	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2021 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*
 ONODE1 NODE2 CAPACITY CURRENT PCT V-NODE2 DV% LOSS
 (KW)

ONODE1	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
--------	-------	----------	---------	-----	---------	-----	------

441H3C3	-441P812	198.	44.	22.21	30933.	.18	4.14
441P812	-441P893	230.	41.	17.92	30930.	.19	.18
441P893	-441P729	230.	41.	17.64	30928.	.20	.15
441P729	-441P426	198.	40.	20.15	30924.	.21	.26
441P426	-441P453	198.	38.	19.27	30923.	.22	.03
441P453	-441P1229	198.	28.	14.39	30919.	.23	.21
441P1229	-441P1243	198.	27.	13.83	30911.	.25	.33
441P1243	-441P524	198.	26.	13.28	30908.	.27	.16
441P524	-441P117	198.	24.	12.17	30904.	.28	.13
441P117	-441P1237	198.	21.	10.78	30904.	.28	.01
441P1237	-441P1238	198.	17.	8.48	30904.	.28	.01
441P1238	-441P1403	198.	17.	8.34	30903.	.28	.02
441P1403	-441P1387	198.	15.	7.46	30898.	.30	.13
441P1387	-441P652	198.	11.	5.71	30898.	.30	.00
441P652	-441P1464	198.	10.	5.16	30893.	.31	.08
441P1464	-441P1304	198.	7.	3.41	30890.	.32	.03
441P1304	-441P840	198.	5.	2.30	30888.	.33	.01
441P840	-441P1425	198.	1.	.55	30888.	.33	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2022 *

N O R M A L C O N D I T I O N

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	21.00 PCT	SECONDS* V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							
441H3C3	-441P812	198.	46.	23.09	30930.	.19	4.48
441P812	-441P893	230.	43.	18.64	30928.	.20	.19
441P893	-441P729	230.	42.	18.34	30925.	.21	.17
441P729	-441P426	198.	42.	20.96	30921.	.22	.28
441P426	-441P453	198.	40.	20.04	30921.	.22	.03
441P453	-441P1229	198.	30.	14.96	30916.	.24	.23
441P1229	-441P1243	198.	28.	14.39	30908.	.26	.36
441P1243	-441P524	198.	27.	13.81	30904.	.28	.18
441P524	-441P117	198.	25.	12.66	30901.	.29	.15
441P117	-441P1237	198.	22.	11.22	30901.	.29	.01
441P1237	-441P1238	198.	17.	8.82	30900.	.29	.01
441P1238	-441P1403	198.	17.	8.68	30899.	.29	.02
441P1403	-441P1387	198.	15.	7.76	30894.	.31	.14
441P1387	-441P652	198.	12.	5.94	30894.	.31	.00
441P652	-441P1464	198.	11.	5.36	30889.	.33	.09
441P1464	-441P1304	198.	7.	3.55	30886.	.33	.03
441P1304	-441P840	198.	5.	2.39	30884.	.34	.01
441P840	-441P1425	198.	1.	.58	30884.	.34	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2023 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
441H3C3	-441P812	198.	48.	24.02	30928.	.20	4.85
441P812	-441P893	230.	45.	19.39	30925.	.21	.21
441P893	-441P729	230.	44.	19.08	30923.	.22	.18
441P729	-441P426	198.	43.	21.80	30918.	.23	.30
441P426	-441P453	198.	41.	20.84	30918.	.23	.04
441P453	-441P1229	198.	31.	15.56	30913.	.25	.25
441P1229	-441P1243	198.	30.	14.96	30905.	.27	.39
441P1243	-441P524	198.	28.	14.36	30901.	.29	.19
441P524	-441P117	198.	26.	13.16	30897.	.30	.16
441P117	-441P1237	198.	23.	11.66	30897.	.30	.01
441P1237	-441P1238	198.	18.	9.18	30896.	.30	.01
441P1238	-441P1403	198.	18.	9.03	30896.	.30	.02
441P1403	-441P1387	198.	16.	8.07	30890.	.32	.15
441P1387	-441P652	198.	12.	6.18	30890.	.32	.00
441P652	-441P1464	198.	11.	5.58	30885.	.34	.10
441P1464	-441P1304	198.	7.	3.69	30882.	.35	.03
441P1304	-441P840	198.	5.	2.49	30880.	.35	.02
441P840	-441P1425	198.	1.	.60	30880.	.36	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

1 EMERGENCY CONDITION AT YEAR : 2023

* ETUDE DES DECLENCHEMENTS ET DE LA DEFAILLANCE POUR L ANNEE 2023

*

1*****

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2024 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							

441H3C3	-441P812	198.	49.	24.98	30926.	.21	5.24
441P812	-441P893	230.	46.	20.16	30923.	.22	.23
441P893	-441P729	230.	46.	19.84	30920.	.23	.19
441P729	-441P426	198.	45.	22.67	30916.	.24	.33
441P426	-441P453	198.	43.	21.67	30915.	.24	.04
441P453	-441P1229	198.	32.	16.18	30910.	.26	.27
441P1229	-441P1243	198.	31.	15.56	30902.	.28	.42
441P1243	-441P524	198.	30.	14.94	30897.	.30	.21
441P524	-441P117	198.	27.	13.69	30894.	.31	.17
441P117	-441P1237	198.	24.	12.13	30893.	.31	.01
441P1237	-441P1238	198.	19.	9.54	30893.	.31	.02
441P1238	-441P1403	198.	19.	9.39	30892.	.32	.02
441P1403	-441P1387	198.	17.	8.39	30886.	.34	.16
441P1387	-441P652	198.	13.	6.42	30886.	.34	.00
441P652	-441P1464	198.	11.	5.80	30880.	.35	.11
441P1464	-441P1304	198.	8.	3.84	30878.	.36	.03
441P1304	-441P840	198.	5.	2.59	30876.	.37	.02
441P840	-441P1425	198.	1.	.62	30875.	.37	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2025 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-***ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							
441H3C3	-441P812	198.	51.	25.98	30923.	.22	5.67
441P812	-441P893	230.	48.	20.97	30920.	.23	.24
441P893	-441P729	230.	47.	20.63	30917.	.23	.21
441P729	-441P426	198.	47.	23.58	30913.	.25	.35
441P426	-441P453	198.	45.	22.54	30912.	.25	.04
441P453	-441P1229	198.	33.	16.83	30907.	.27	.29
441P1229	-441P1243	198.	32.	16.18	30898.	.30	.46
441P1243	-441P524	198.	31.	15.54	30894.	.31	.22
441P524	-441P117	198.	28.	14.24	30890.	.32	.18
441P117	-441P1237	198.	25.	12.62	30889.	.32	.02
441P1237	-441P1238	198.	20.	9.92	30889.	.33	.02
441P1238	-441P1403	198.	19.	9.76	30888.	.33	.03
441P1403	-441P1387	198.	17.	8.72	30882.	.35	.17
441P1387	-441P652	198.	13.	6.68	30882.	.35	.00
441P652	-441P1464	198.	12.	6.03	30876.	.37	.11
441P1464	-441P1304	198.	8.	3.99	30873.	.38	.04
441P1304	-441P840	198.	5.	2.69	30871.	.38	.02
441P840	-441P1425	198.	1.	.65	30871.	.39	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2026 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							
441H3C3	-441P812	198.	53.	27.02	30920.	.23	6.13
441P812	-441P893	230.	50.	21.81	30917.	.24	.26
441P893	-441P729	230.	49.	21.46	30914.	.24	.23
441P729	-441P426	198.	49.	24.52	30910.	.26	.38
441P426	-441P453	198.	46.	23.44	30909.	.26	.05
441P453	-441P1229	198.	35.	17.51	30903.	.28	.31
441P1229	-441P1243	198.	33.	16.83	30894.	.31	.49
441P1243	-441P524	198.	32.	16.16	30890.	.32	.24
441P524	-441P117	198.	29.	14.81	30886.	.34	.20
441P117	-441P1237	198.	26.	13.12	30885.	.34	.02
441P1237	-441P1238	198.	20.	10.32	30885.	.34	.02
441P1238	-441P1403	198.	20.	10.15	30884.	.34	.03
441P1403	-441P1387	198.	18.	9.07	30878.	.36	.19
441P1387	-441P652	198.	14.	6.95	30877.	.36	.00
441P652	-441P1464	198.	12.	6.27	30871.	.38	.12
441P1464	-441P1304	198.	8.	4.15	30869.	.39	.04
441P1304	-441P840	198.	6.	2.80	30866.	.40	.02
441P840	-441P1425	198.	1.	.67	30866.	.40	.00

LONGUEUR DU DEPART : 8.2710 Km

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km

*LOAD LEVEL AT YEAR : 2027 *

N O R M A L C O N D I T I O N

-****ONLY PARTIAL STRUCTURE FOUND IN 21.00 SECONDS*

ONODE1 (KW)	NODE2	CAPACITY	CURRENT	PCT	V-NODE2	DV%	LOSS
-----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----
-							
441H3C3	-441P812	198.	56.	28.10	30917.	.23	6.63
441P812	-441P893	230.	52.	22.68	30914.	.24	.29
441P893	-441P729	230.	51.	22.32	30911.	.25	.25
441P729	-441P426	198.	50.	25.50	30906.	.27	.41
441P426	-441P453	198.	48.	24.38	30906.	.27	.05
441P453	-441P1229	198.	36.	18.21	30900.	.29	.34
441P1229	-441P1243	198.	35.	17.50	30891.	.32	.53
441P1243	-441P524	198.	33.	16.80	30886.	.34	.26
441P524	-441P117	198.	30.	15.40	30882.	.35	.21

441P117	-441P1237	198.	27.	13.65	30881.	.35	.02
441P1237	-441P1238	198.	21.	10.73	30881.	.35	.02
441P1238	-441P1403	198.	21.	10.56	30880.	.36	.03
441P1403	-441P1387	198.	19.	9.44	30873.	.38	.20
441P1387	-441P652	198.	14.	7.23	30873.	.38	.00
441P652	-441P1464	198.	13.	6.52	30867.	.40	.13
441P1464	-441P1304	198.	9.	4.31	30864.	.41	.04
441P1304	-441P840	198.	6.	2.91	30861.	.41	.02
441P840	-441P1425	198.	1.	.70	30861.	.42	.00
LONGUEUR DU DEPART :		8.2710	Km				

-LONGUEUR DE L'INJECTEUR : 8.2710 Km