



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Electrotechnique
Réseaux Electriques

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
BEN SACI Abdelhakim

Le : lundi 25 juin 2018

Etude d'un Réseau d'Alimentation Dédié aux Zones Agricoles

Jury :

M.	KIYYOUR Brahim	Grade MAA	Président
M.	MAHDAD Belkacem	Grade MCA	Encadreur
M.	ROUINA Abdelhafid	Grade MCA	Examineur

Année universitaire : 2017 – 2018

Dédicaces

Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail

à tous ceux qui me sont chers,

A mes parents pour m'avoir encouragé. Sans lui, je n'en serais pas là que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

à ma sœur qu'Allah illumine Vos tombes, et vous accueil, dans son vaste Paradis, A tous mes frères et sœurs ainsi la grande sœur Samira , a mes neveux et nièces: Mohamed ,Hamza ,Oussama ,Hamza ,Wail ,Youcef ,Sami ; Ayoub ,Soundes, Achref ,Med Amine ,Abed El Basset, Amina , Adem

sans oublié ma grand-mère

A toute ma famille, mes amis particulièrement SAADALLAH Hocine Ingénieur à DD Biskra pour son soutien et ces orientations permanentes, tous mes professeurs qui m'ont enseigné Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible, je vous dis merci.

Remerciement

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mr MEHDAD Belkacrm**, je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant mon préparation de ce mémoire.*

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon acheminement de ce travail ainsi Houhou Mabrouk Chargé GDO de la DD Biskra . Mon vifs remerciements va également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail en acceptant d'examiner notre mémoire et de l'enrichir par leurs recommandations. Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui nous ont toujours encouragées au cours de la réalisation de ce mémoire.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique

Filière :.....

Option :.....

Thème :

Etude d'un Réseau d'Alimentation dédié aux Zones Agricoles

Proposé par : Mr ...Dr. MAHDAD BELKACEM

Dirigé par : Mr ...Dr. MAHDAD BELKACEM

RESUMES (Français et Arabe)

Suite à des décisions politiques et économiques liées principalement à l'amélioration du secteur d'agriculture en zones de Tolga, l'électrification des périmètres agricoles ne cesse de se développée depuis quelques années. Nous constatons que, le réseau électrique se développe progressivement à partir des zones industrialisées et consommatrices d'énergie vers des zones de plus en plus agricoles et de forte densité des agriculteurs. Ces aspects impactent fortement sur l'expansion des réseaux de distribution électriques dans des zones agricoles. Ce projet de fin d'étude vise comme objectif principal l'étude statistiques de l'analyse d'une partie du réseau de distribution destiné à l'alimentation des zones agricole et en particulier la région de M'lili. Cette analyse préliminaire permet de déterminer l'état actuel des investissements existants en termes de qualité de la tension et les pertes totales ainsi que les prévisions d'extension envisagés a court et long terme.

نظرا للقرارات السياسية و الاقتصادية المرتبطة بتحسين القطاع الزراعي بالمناطق الفلاحية و خاصة منطقة طولقة بالتموين بالكهرباء للمحيطات حيث هذا القطاع عرف وثيرة تطور مستمرة خلال السنوات الأخيرة الأمر الذي أوجب توسيع الشبكات الكهربائية باستمرار من المناطق ذات الطابع الصناعي و الاستهلاكي إلى المناطق الفلاحية المعروفة و المشهورة بكثافة و ثروتها الفلاحية . لهذا الجانب تأثير قوى في تمدد شبكات التوزيع الكهربائية في المناطق الفلاحية.

مشروع نهاية الدراسة هذا تطرق كهدف أساسي دراسة إحصائية وتحليلية لقسم من شبكة التوزيع مخصصة لتغذية مناطق فلاحية و بالتحديد منطقة مليلي ،هذا التحليل المبدئي سمح بتحديد الحالة الواقعية المعبرة عن جودة التوتر و الضيعات الإجمالية، كذا إمكانية تمديد شبكات التوزيع مستقبلا على المدى القريب و البعيد .

Sommaire

REMERCIEMENT
LISTES DES FIGURES
LISTES DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE	02
Chapitre I : Généralités sur les réseaux électriques	
I-1-INTRODUCTION	04
I-2-STRUCTURE DE RESEAU ELECTRIQUE	04
I-2-1-Production d'énergie électrique	04
I-2-2-réseau de transport et interconnexion	05
I-2-2-1-Le transport de l'énergie électrique se fait au moyen de	05
I-2-2-2-Réseaux de Répartition d'énergie électrique	06
I-2-3- Réseaux de distribution	06
I-2-3-1-Pour les réseaux de distribution à moyenne tension HTA	06
I-2-3-2-Pour les réseaux de distribution à basse tension BTA	06
I-3-Description générale	08
I-3-1-Activité de la SONELGAZ	08
I-3-1-1-Activité production	08
I-3-1-2-Activité de transport	08
I-3-1-3-Activité de distribution	09
I-4- La Distribution de l'Electricité	10
	10
I-4-1- Infrastructures	10
I-4-2- Topologie des réseaux de distribution	11
I-4-2-1 Structure source à source	11
I-4-2-2- Structure maillée	11
I-4-2-3- Structure en épi	11
I-4-2-4- Structure en fuseau	12
I-4-2-5- Structure en double dérivation	13
I-4-2-6- Structure arborescente du réseau aérien	14
I-5-Système intelligent de contrôle et de commande (SCADA)	14

I-5-1- Réseau de transport	15
I-5-2- Réseaux de distribution	16
I-6- Conclusion	18
Chapitre II : Plan Energétique dédié aux zones agricoles de la Wilaya de Biskra	
II-1-Introduction	20
II-2- Situation géographique	20
II-3- Historique de charge de pointe 2013-2015	21
II-3-1-Interprétation du tableau	22
II-4- Prévision en charge 2016-2018	23
II-4-1 Interprétation du tableau	25
II-5- Etude du cas d'alimentation périmètre agricole	25
II-5-1- Principaux indicateurs de la Wilaya	25
II-5-2-Production de la wilaya 2013	25
II-6- Le programme Agricole a travers la Wilaya	26
II-6-1- La Commune de M'lili	27
II-7-Conclusion	29
Chapitre III : Méthodes d'analyse des réseaux de distributions	
III-1- Introduction	31
III-2 -Modélisation des éléments du réseau électrique	31
III-2-1. Générateurs	31
III-2-2 .Lignes de transmission	31
III-2.3. Charge électrique	32
III-2.4 Eléments shunts	33
III-2.5-Jeu de barre de charge	33
III-2.6-Jeu de barre de contrôle	33
III-2.7-Jeu de barre de référence	33
III-3-Méthodes de calculs	34
III-3.1 Méthode analytique	34
III-3.2 -Méthodes itératives	34
III-3.2.1-Formulation des équations de l'écoulement de puissance	34
III-3.2.2- Algorithme de résolution du problème de l'écoulement de puissance	36
III-4 -Les puissances transités et les pertes	36
III-5 Techniques de réglage de la tension	39
III-5.1-la compensation	40

III-5.2- Principe général de la compensation	40
III-5.3-Principe de base de la compensation shunt	41
III-6-Transformateurs avec prises de réglable en charge	41
III-5-Conclusion	43
Chapitre IV : Analyse des Résultats de Statistiques et de Simulation	
IV-1-Introduction	45
IV-2-Description du réseau de distribution de la ville de Tolga.	45
IV-2-1 Postes sources existants	45
	47
IV-3 Historique de charge de pointe 2013-2015	
IV-4- Analyse du réseau de distribution de la région de M'lili	52
IV-4-1 Cas normal	52
IV-4-2- Départ 30Kv de M'Lili	52
IV-5 Test 1	54
IV-6- Test 2	58
IV-7- Test3	61
IV-8-Description des résultats	62
IV-9- Recommandations suggérées	62
CONCLUSION GENERALE	64
BIBLIOGRAPHIE	66

LISTES DES FIGURES

Figure I-1 : Structure Générale du réseau électrique	04
Figure I-2 : Schéma d'un alternateur	05
Figure I.3 : Les différentes lignes du transport	05
Figure. I.4 Architecture générale des réseaux électrique moderne..	07
Figure I- 5 Evolution de la longueur du réseau de transport électrique 2005-2015	09
Figure. I-6 Evolution de la longueur du réseau de distribution électrique 2005-2015	10
Figure. I-7 schémas de structure source a source.	11
Figure. I-8 Schémas de structure maillée.	12
Figure. I-9 schémas de structure en épi	12
Figure. I-10 schémas de structure fuseau	13
Figure. I.11 schémas de structure double dérivation	13
Figure. I.12 schémas de structure arborescente du réseau aérien	14
Figure. I-13 Bureau central de teleconduite	15
Figure. 1.14 Architecture Telecom	16
Figure. I.15 Entaine de transmission teleconduite	17
Figure II-1 : Carte géographique	21
Figure II-2 : Carte géographique démontre la répartition de programme agricole a travers la Wilaya	27
Figure III-1 : <i>Modèle d'un générateur</i>	31
Figure III-2: Schéma en π d'une ligne de transmission	32
Figure. III-3: Modèle d'une charge électrique.	33
Figure III-4: Algorithme de résolution du problème de la répartition des charges	34
Figure III-5: Le fonctionnement de la méthode de N-R.	37
Figure III-6 : Transit de puissance dans une ligne de transmission	38
Figure III-7 : Diagramme traduisant l'échange d'énergie	40

Figure III-8 : Principe de la compensation shunt	41
Figure III-9 : Transformateurs avec prises de réglage	42
Figure IV-1 : Schéma unifilaire du réseau HT/MT : 220/60/30 KV.	48
Figure IV-2 : Représentation le tracer de départ M'Lili	49
Figure IV-3 : schéma unifilaire du réseau de distribution : départ M'Lili. Possibilité de bouclage avec le départ Oumeche	50
Figure IV-4 : schéma unifilaire du réseau de distribution : départ M'Lili. Bouclage avec le départ Ourllel.	51
Figure IV-5: localisation du départ M'lili en coordination avec les autres départs : Cabine mobile Oumeche 220/30 KV	52
Figure IV-6 : Distribution des tensions aux jeux de barres en unité relative : Test1	56
Figure IV-7 : Distribution des tensions aux jeux de barres en KV : Test1	57
Figure IV-8 : Les pertes actives dans les branches : Test1	57
Figure IV-9: Les courants transités dans les lignes. Test1	57
Figure IV-10 : Distribution des tensions aux jeux de barres en unité relative : Test2	59
Figure IV-11 : Distribution des tensions aux jeux de barres en KV : Test2	60
Figure IV-12: Les courants transités dans les lignes : Test2	60

LISTES DES TABLEAU

Table I-1 Les différents moyens de production d'énergie électrique en Algérie	08
Tableau II-1 : Les Charges de pointe 2013-2015	21
Tableau II-2 : Prévision en charge 2016-2018	23
Tableau II-3 : La répartition des constances a travers des périmètre de la Commune de M'Lili	28
Tableau IV-1 : Postes sources existants	45
Tableau IV-2 Tableau de charge de pointe 2013-2015	47
Tableau IV-3 : Caractéristiques techniques des jeux de barres départ 30 KV de M'lili.	53
Tableau IV-4 : Caractéristiques techniques des branches départ 30 KV de M'Lili.	53
Tableau IV-5 : Module de tension et angles aux jeux de barres : Départ 30 KV M'lili. Uem=30 KV	55
Tableau IV-6 : Module de tension et angles aux jeux de barres : Départ 30 KV M'lili. Uem=32 KV	58
Tableau IV-7: Module de tension et angles aux jeux de barres : Départ 30 KV M'lili. Avec augmentation de la charge : Uem=32 KV	61

INTRODUCTION GENERALE

Les investissements humains et matériels affectés aux réseaux électriques sont énormes. Pour cela, le réseau électrique doit répondre à trois exigences essentielles : stabilité, économie et surtout continuité du service.

Les lignes et les câbles de distribution d'énergie électrique moyenne tension HTA constituent une partie essentielle d'un réseau électrique qui doit assurer la continuité de l'alimentation en électricité aux consommateurs HTA et BTA. Ce qui n'est pas toujours le cas, car ces lignes sont souvent exposées à des incidents ou défauts qui peuvent interrompre ce service et engendrer des pertes financières importantes pour les industriels et des désagréments pour les simples consommateurs.

Ce travail consiste à l'étude et l'analyse d'une partie du réseau de distribution HTA de Tolga ; En raison de l'importance accordée par l'Etat à l'investissement et à l'expansion dans le domaine de l'agriculture et de sa demande croissante en énergie électrique ce facteur a nécessité l'étude de l'expansion des réseaux de distribution pour amélioration, assurer la continuité et la qualité d'énergie fournie aux consommateurs. Le départ le plus critique est celui de M'lili a été choisi. Ce départ alimente une grande partie de consommateurs type agricole dont la demande en puissance augmente pendant la période d'été. Le présent mémoire est structuré comme suit:

- Le premier chapitre traite des généralités sur les réseaux électriques de distribution HTA, des notions sur les différents types des réseaux, description générale sur les activités de la SONELGAZ et la topologie des réseaux de distribution, et se termine par donner en bref l'importance du système SCADA.
- Le deuxième chapitre expose l'importance du programme agricole ainsi que les provisionnements prisent par l'état dans le programme quinquennal vu aux extensions au court et au long terme pour améliorer et assurer une bonne qualité de service ainsi la continuité de l'alimentation d'énergie électrique.
- Le troisième chapitre traite les méthodes d'analyse des réseaux de distribution, permettant ainsi de proposer par la suite des solutions pour assurer une meilleure exploitation des réseaux électriques de distribution.
- Le quatrième chapitre traite l'analyse d'une partie du réseau de distribution HTA de Biskra pour l'amélioration de la qualité d'énergie fournie aux consommateurs. Le départ le plus critique est celui de M'lili a été choisi. Ce départ alimente une grande partie de consommateurs type agricole dont la demande en puissance augmente pendant la période d'été.

I-1-INTRODUCTION

Nous allons présenter dans ce chapitre des notions générales sur les réseaux électriques, et pour plus de détail en va donner des définitions du base sur les différentes compositions du réseau électrique, ensuite on va parler sur les catégories des réseaux. [1]

I-2-STRUCTURE DE RESEAU ELECTRIQUE

En générale les réseaux dans le monde sont la même topologie et structure comme nous avons vue dans pour maintenir $\text{Production} = \text{Consommation} + \text{pertes}$ (1).

(Figure I-1) [2]



Figure I-1 : Structure générale du réseau électrique

I-2-1-Production d'énergie électrique

La plupart des installations de production d'électricité – centrales nucléaires, hydrauliques ou à combustible fossile et les éoliennes – font exactement le même travail : elles transforment l'énergie cinétique, c'est à dire l'énergie du mouvement, en un flux d'électrons que l'on appelle « électricité ». Dans une centrale, on a recours à un énorme ALTERNATEUR pour produire de l'électricité. Dans l'alternateur, un aimant géant appelé ROTOR tourne à l'intérieur d'un bobinage de fils de cuivre nommé STATOR. La force ainsi produite expulse les électrons de leurs atomes et induit dans les fils de cuivre un flux d'électrons, c'est-à-dire l'électricité. Les électrons peuvent alors être envoyés, par les lignes de transport, là où on en a besoin. On emploie des roues géantes appelées TURBINES pour faire tourner les aimants à l'intérieur de l'alternateur, ce qui nécessite beaucoup d'énergie. La source d'énergie varie selon le type d'installation de production – on utilise un flot déversant

dans une centrale hydraulique, la vapeur dans une centrale nucléaire ou une centrale thermique qui brûle un combustible fossile et la force de l'air en mouvement dans une éolienne. [3]

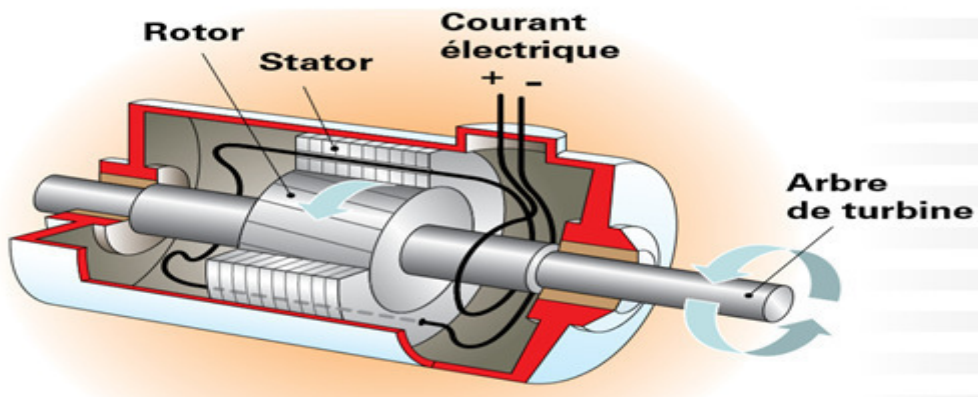


Figure I-2 : Schéma d'un alternateur

I-2-2-réseau de transport et interconnexion :

Le transport de l'énergie électrique se fait en plusieurs étapes: Au départ de la centrale de production, la tension délivrée par l'alternateur est de 20kV; Cette tension subit une première transformation, il s'agit d'une élévation vers 400kV ou 225kV; Avec cette valeur on assure un transport longue distance; D'autres transformations sont faites sur la tension pour différents niveaux de distribution; On parle alors de la THT, HT, MT, BT et TBT.

I-2-2-1-Le transport de l'énergie électrique se fait au moyen de

A-lignes aériennes soutenues par différents types de pylônes :

- à 2 ternes, pour le transport longue distance en THT ;
- à 1 terne, pour le transport moyenne distance ;
- à poteau, pour le transport courte distance et de proximité.

B- Lignes souterraines

C- Lignes sous marines



Lignes aériennes



Lignes souterraines



Lignes sous-marines

Figure I.3 : Les différentes lignes du transport

I-2-2-2-Réseaux de Répartition d'énergie électrique

Avant d'atteindre le réseau de distribution et de livraison clients, l'énergie électrique passe à travers le Réseau de Répartition dont la finalité est d'acheminer l'électricité du Réseaux de Transport vers les grands centres de consommation tels que les industries lourdes, les chemins de fer etc. Les Réseaux de Répartition sont à caractère régional. [4]

I-2-3- Réseaux de distribution

Les réseaux de distribution commencent à partir des tensions inférieures à 60 Kv et des postes de transformation HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension jusqu'aux postes de répartition HTA/BTA. Le poste de transformation HTA/BTA constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique. Les caractéristiques de ces réseaux sont :

I-2-3-1-Pour les réseaux de distribution à moyenne tension HTA

- 10 et 30 KV le plus répandu,
- Neutre à la terre par une résistance ou transformateur de point neutre,
- -Réseaux souterrains en boucle ouverte.

I-2-3-2-Pour les réseaux de distribution à basse tension BTA

- - 230 / 400 V,
- -Neutre directement à la terre,
- -Réseaux de type radial, maillé et bouclé ouverte [5].

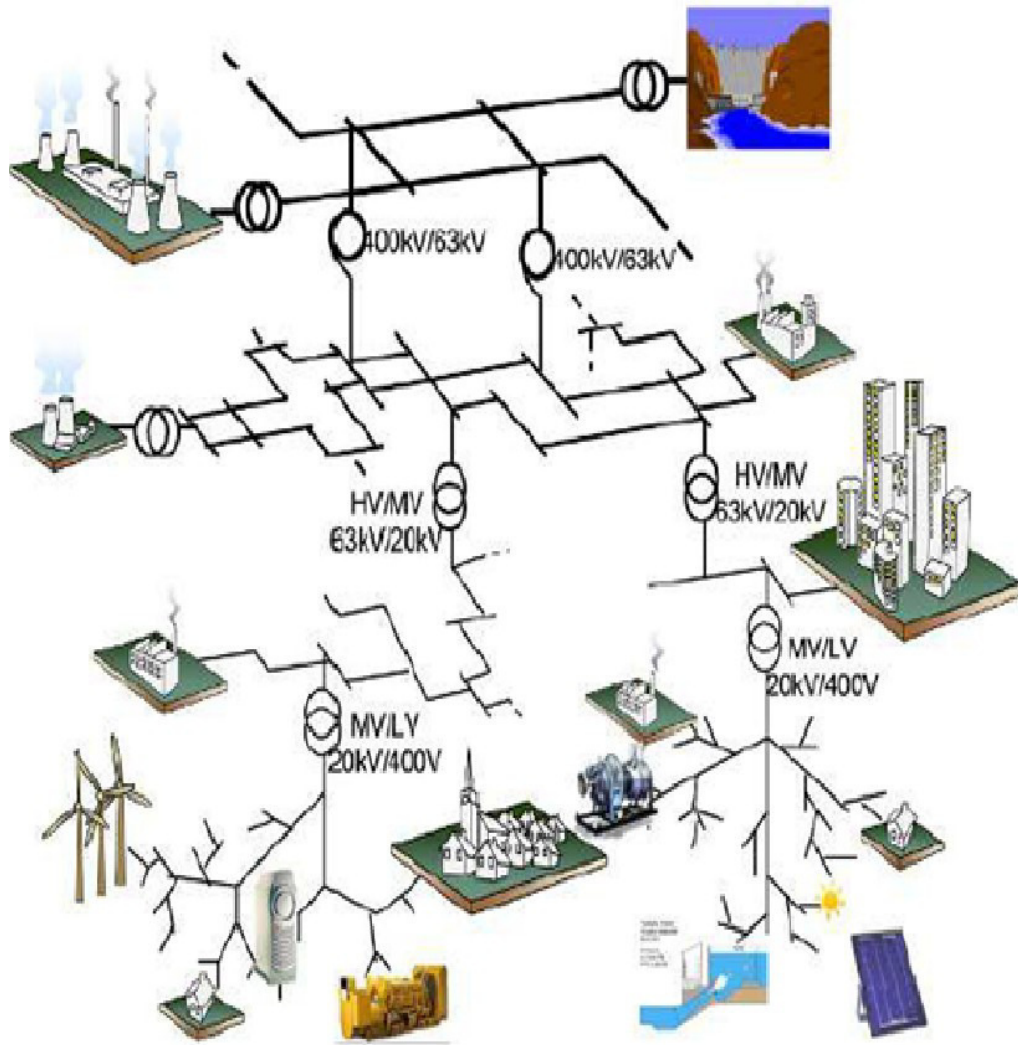


Figure. I.4 Architecture générale des réseaux électrique moderne..

Table I-1 Les différents moyens de production d'énergie électrique en Algérie

Type d'équipement	1980	1990	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Thermique vapeur	3 621	8 397	16 624	14 558	14 142	13 384	11 857	9 692	9 654	9 422	9 582	10 221	10 227
Thermique gaz	2 223	6 704	15 679	16 463	17 011	20 339	19 940	19 564	22 055	24 075	17 400	20 211	26 970
Cycle combiné	-	-	386	3 419	5 321	5 704	10 318	15 341	15 701	18 623	27 685	28 444	26 122
Hydraulique	251	135	555	218	226	277	342	173	378	389	98	193	145
Diesel	125	216	281	264	250	283	313	403	464	416	227	248	276
Hybride	-	-	-	-	-	-	-	1	619	1 159	1 155	1 181	889
Eolien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	19
Photovoltaïque	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	14
Total	6 220	15 452	33 525	34 922	36 950	39 987	42 770	45 174	48 871	54 084	56 147	60 500	64 662

I-3-Description générale

Les réseaux publics d'électricité sont les infrastructures qui permettent d'acheminer l'énergie depuis les installations de production jusqu'aux installations de consommation. La production, le transport et la distribution sont assurés par la SONELGAZ

I-3-1-Activité de la SONELGAZ

SONELGAZ est composée des trois branches d'activités structurées comme suit

I-3-1-1-Activité production

La nature non stockable de l'électricité, impose à l'Entreprise une intégration complète de toutes les phases de son activité, depuis la production jusqu'à sa mise à disposition au consommateur final. Le tableau I-1 présente les différents moyens de production d'énergie électrique en Algérie durant la période (1980-2015).

I-3-1-2-Activité de transport

Le transport est réalisé à partir des lignes haute tension, et permet de se rapprocher des consommateurs finaux (gros clients industriels et postes de distribution). La longueur totale du réseau national de transport de l'électricité, tous niveaux de tensions confondus (60 à 400 Kv), dont la gestion est confiée au Gestionnaire du Réseau de Transport de l'Electricité (GRTE) est de 27 284 Km à la fin 2015 soit 10 506 Km de réalisé en dix ans. L'évolution de la longueur du réseau de transport électrique 2005-2015 et montré dans la figure I-3.

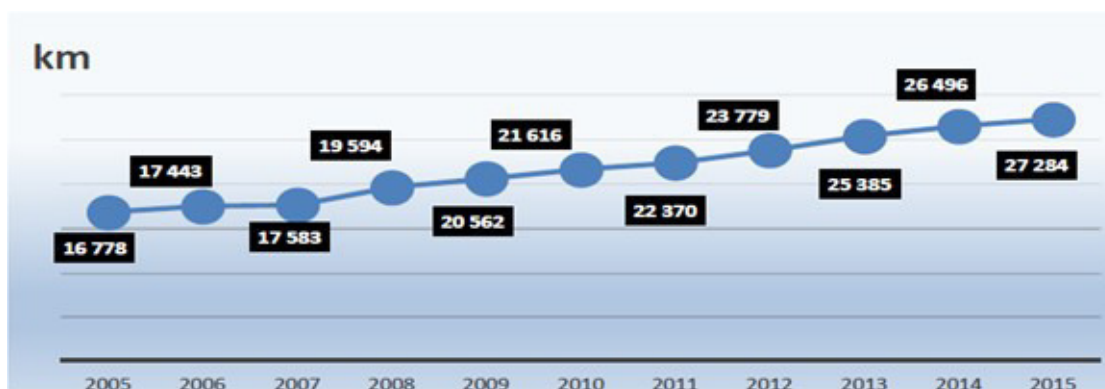


Figure I- 5 Evolution de la longueur du réseau de transport électrique 2005-2015

I-3-1-3-Activité de distribution

La distribution se fait par lignes et câbles de moyenne et basse tensions. Elle consiste à alimenter l'ensemble des petits clients industriels et les abonnés domestiques. La distribution assure la satisfaction en énergie électrique des trois grandes catégories de clients :

- Les clients industriels (alimentés par les réseaux hauts tension).
- Les clients industriels de moyenne importance (alimentés par les réseaux moyenne tension).
- Les ménages et artisans (alimentés par les réseaux basse tension ouverte).

I-4- La Distribution de l'Electricité

I-4-1- Infrastructures

Le programme de développement en moyens de production et transport d'électricité doit s'accompagner du renforcement du réseau de distribution (lignes HTA/BTA et postes), pour assurer la fiabilité de l'approvisionnement et de la distribution de l'énergie électrique et garantir une meilleure qualité de service pour les citoyens. A fin 2011, la longueur totale du réseau national de distribution de moyenne et basse tension de l'électricité, a été atteint 263 585 Km

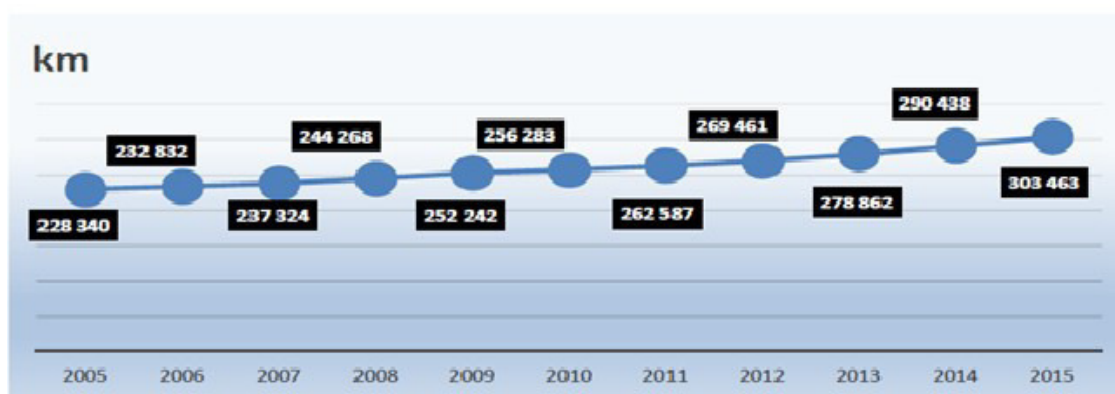


Figure. I-6 Evolution de la longueur du réseau de distribution électrique 2005-2015

I-4-2- Topologie des réseaux de distribution

La structure des réseaux électrique est à un seul type de lignes : les dorsales. Ces réseaux, par leur constitution (faible longueur et forte section des conducteurs) sont le siège des chutes de tension réduites. Un plans de masse de la ville ou bien de la région à étudier sera indispensable pour le planificateur qui lui permettra de :

- Donner une vue réelle sur la situation géographique du réseau (positionnement des postes HTA/BTA, liaisons des câbles,.....)
- Trouver facilement les passages nécessaires pour la réalisation des solutions ainsi que les consistances physiques correspondantes.
- Orienter facilement le réseau a une structure préconisée par le guide technique
- Différentes structures préconisées par le guide technique de distribution [6]

I-4-2-1 Structure source à source

Les câbles sont issus de deux sources distinctes. Cette structure est cependant utilisée dans le cas de postes HTB/HTA ou la puissance ne peut être garantie. Cette solution limite la charge à la moitié de la capacité des câbles de distribution. figure I-7.

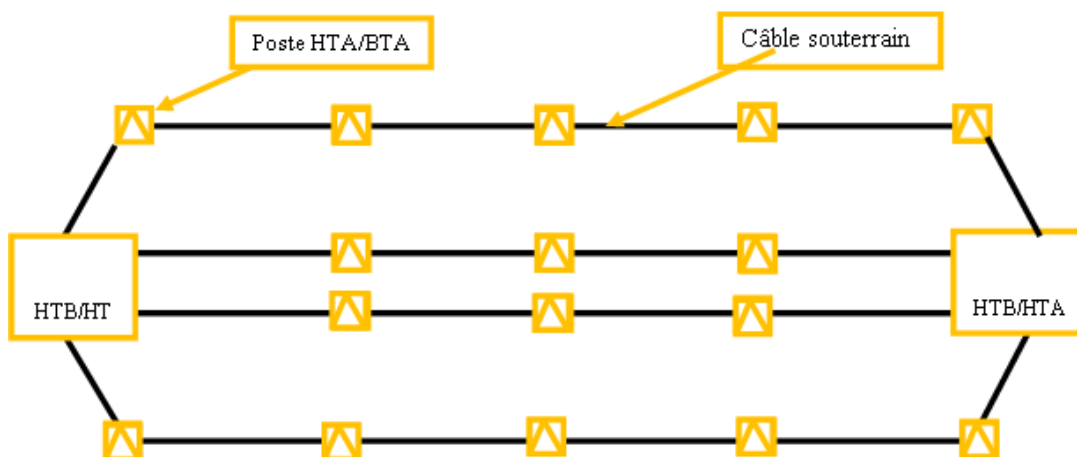


Figure. I-7 schémas de structure source a source.

I-4-2-2- Structure maillée

La structure en maille est composée de boucles alimentées directement par les sources MT ou alimentées par des postes tête de boucle, eux-mêmes reliés aux sources des câbles de structures de forte section. Des liaison inter-boucles permettent le report de charge a une boucle sur l'autre, en cas de perte d'un câble de structure, figure I-8.

I-4-2-3- Structure en épi

Chaque câble de distribution est rabattu à son extrémité au câble de secours. Ce point de connexion est en général un poste de distribution publique alimenté soit par le câble de distribution, soit par le câble de secoure. Cette structure permet une meilleure utilisation des câbles par rapport aux deux structures précédentes figure I-9.

I-4-2-4- Structure en fuseau

Elle est considérée comme l'aboutissement de l'évolution de la structure en épi pour laquelle tous les câbles de distribution aboutissent en un point unique qui permet de secourir chacun de ces dernières et contribue à une reprise rapide de service par la diminution des durées d'interruption (Localisation précise du point de reprise)

figure I-10.

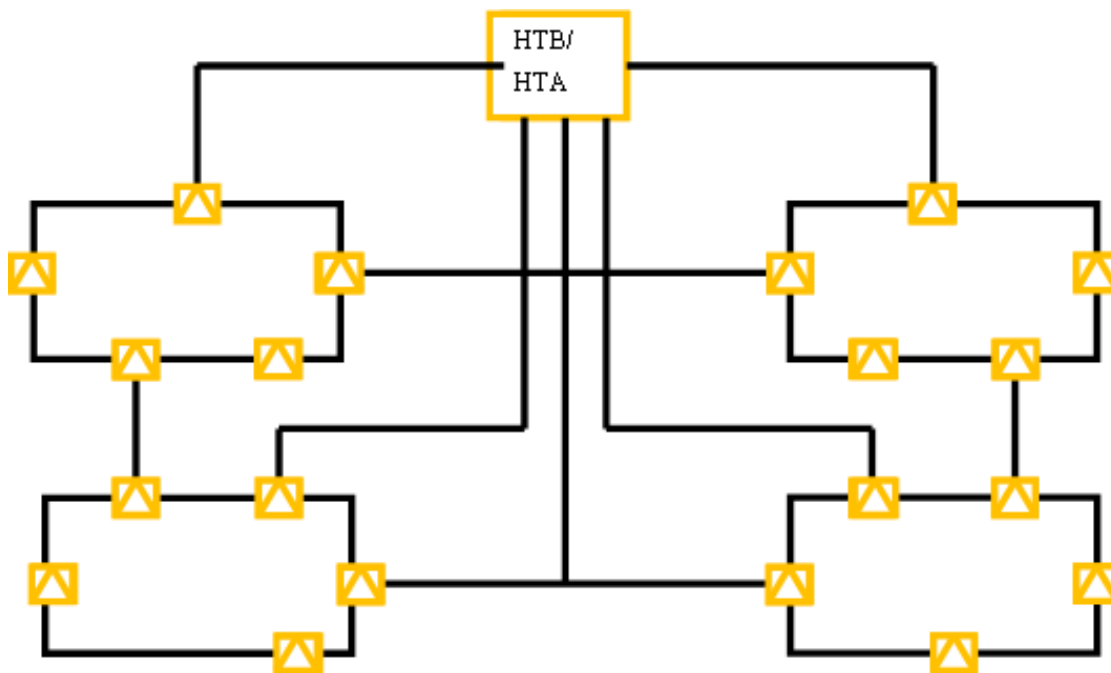


Figure. I-8 Schémas de structure maillée.

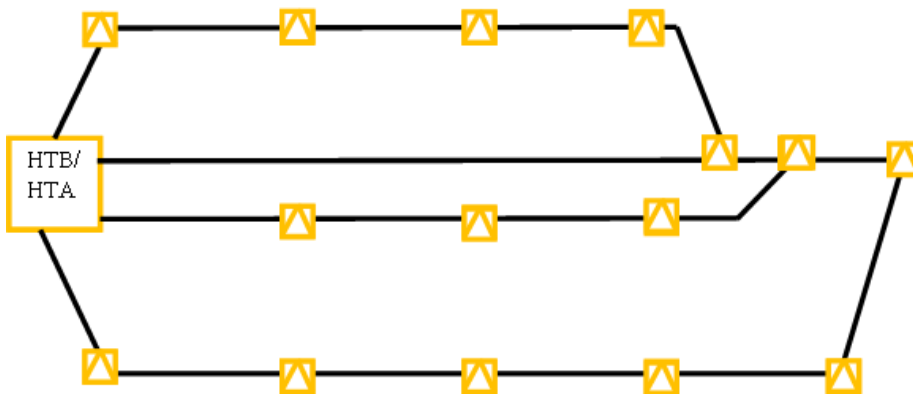


Figure. I-9 schémas de structure en épi

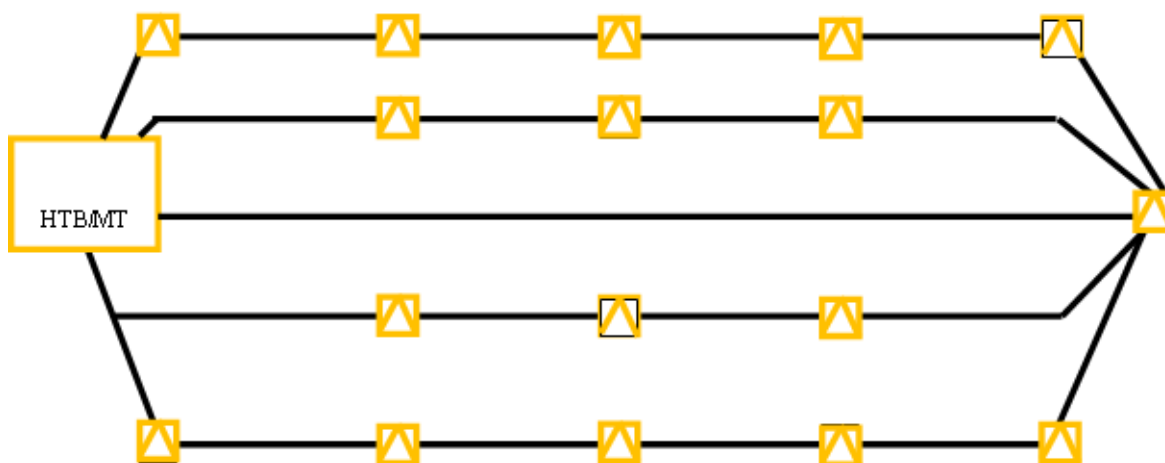


Figure. I-10 schémas de structure fuseau

I-4-2-5- Structure en double dérivation

Elle permet une grande sécurité d'alimentation et une reprise automatique du service. Cependant cette structure n'est utilisée qu'en cas de nécessité d'une fiabilité d'alimentation de très haut niveau pouvant justifier son coût élevé

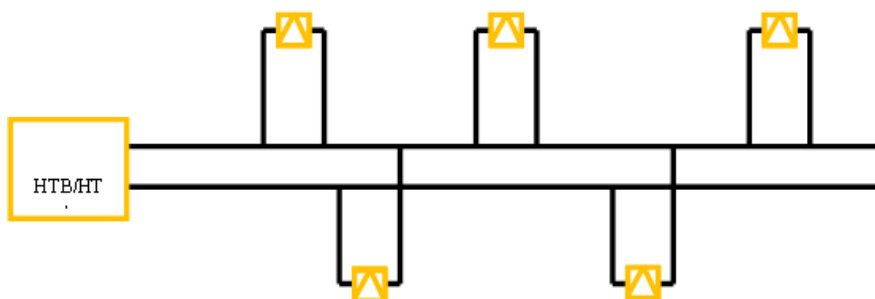


Figure. I.11 schémas de structure double dérivation

I-4-2-6- Structure arborescente du réseau aérien

La structure arborescente est composée des lignes aériennes alimentées directement les postes son boucle, eux-mêmes reliés aux sources avec ligne principale de forte section (dorsale). On a dérivation et sous dérivation la figure I.12 présente schémas unifilaire de structure arborescente du réseau aérien.

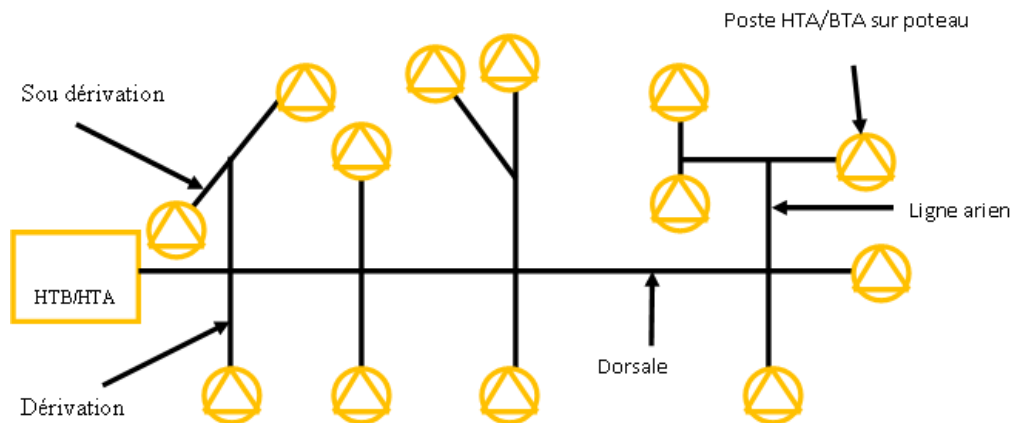


Fig. I.12 schémas de structure arborescente du réseau aérien

I-5- Système intelligent de contrôle et de commande (SCADA)

Le système électrique est géographiquement très large et dispersé. Il est également très complexe au sens où des incidents peuvent se produire à tout moment et il faut constamment faire face à des problèmes très variés. Actuellement, la télécommande et la télécontrôle sur le réseau de transport se fait à partir de systèmes de type SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) Ce sont de système de télé conduite centralisée qui assurent la surveillance des équipements électriques, mécaniques ou électroniques d'un réseau, et qui permettent aux opérateurs, depuis le centre de contrôle, de traiter, en temps réel, les différents types d'incidents. Pourtant, selon le type du réseau, les priorités peuvent être sensiblement différentes.

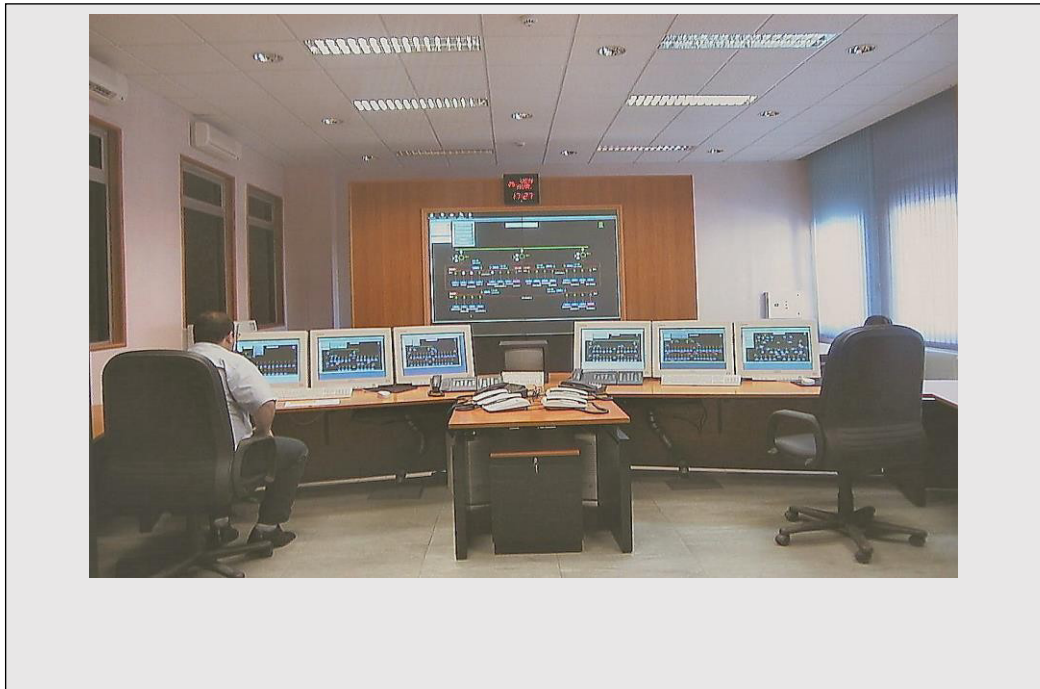


Figure. I-13 Bureau central de teleconduite

I-5-1- Réseau de transport

Le système de conduite permet une mise en œuvre rapide des mesures à distance indiquées par les programmes informatiques d'optimisation et de sécurité du système de production - transport. [7]

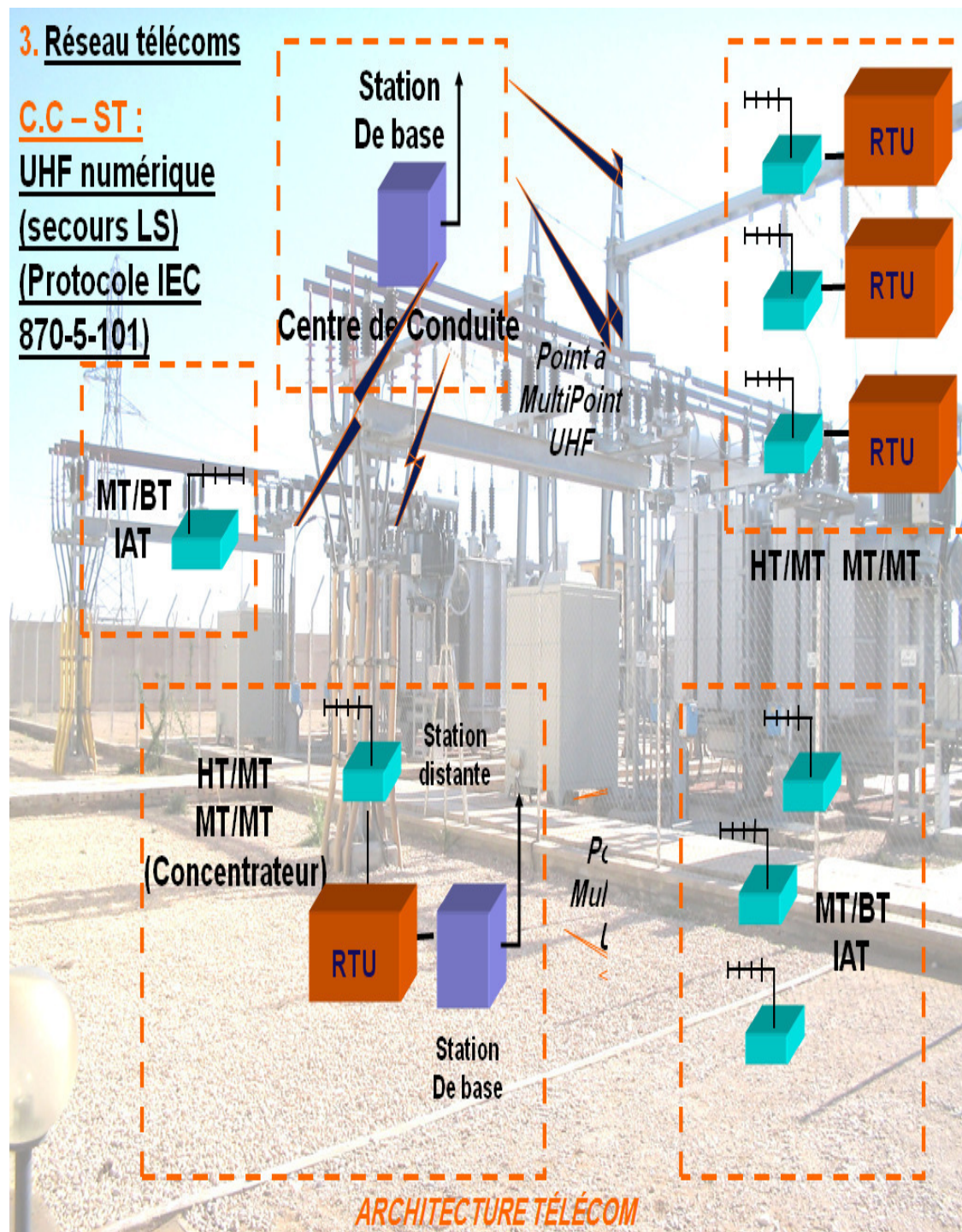


Figure. I.14 Architecture Telecom

I-5-2- Réseaux de distribution

Le système de télé conduite permet surtout d’agir sur les disjoncteurs de départ ou sur les interrupteurs (télécommandés) pour reconfigurer et réalimenter au plutôt la clientèle à la suite d’une perturbation.

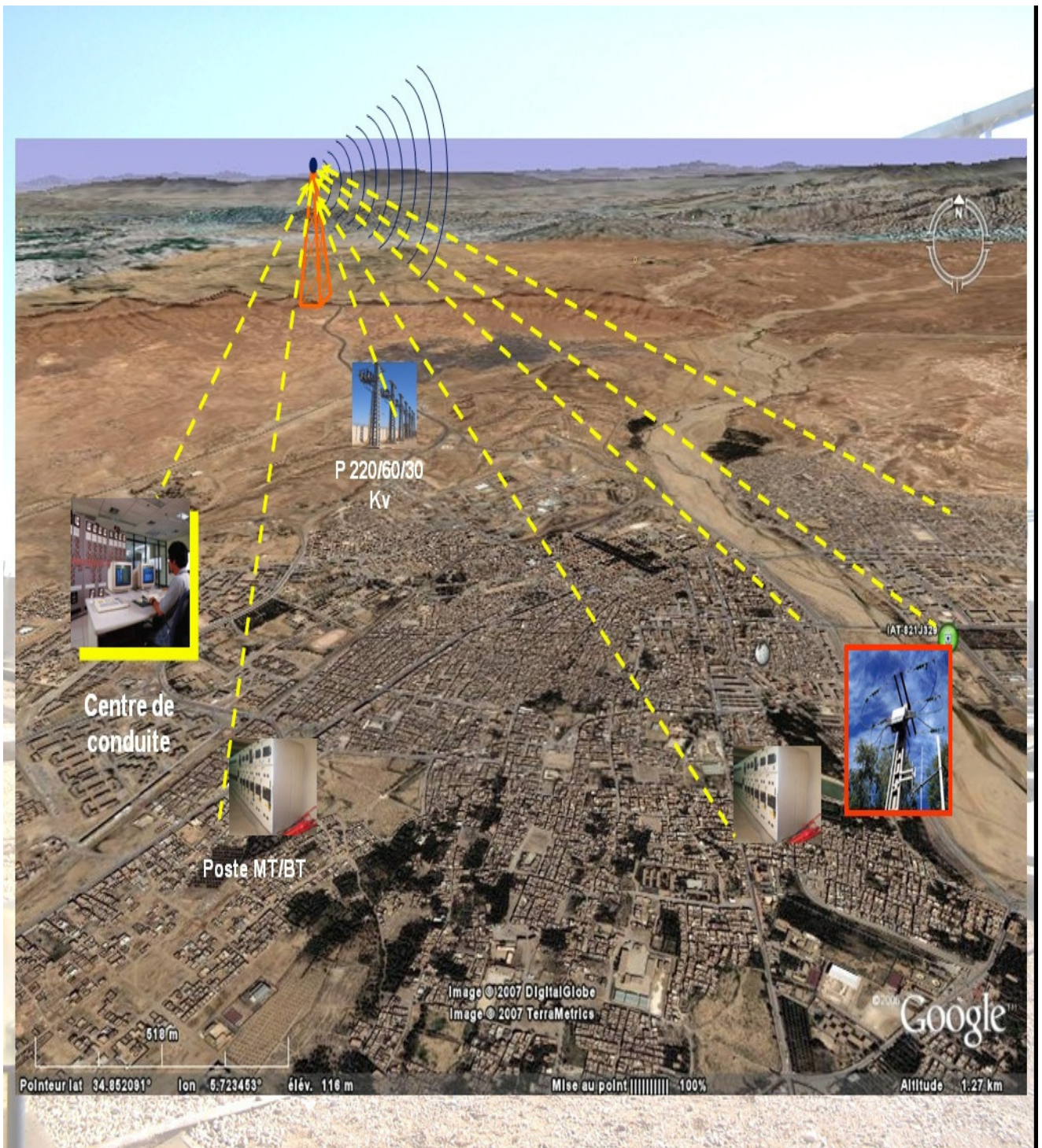


Figure. I.15 Entaine de transmission teleconduite

I-6- Conclusion

L'énergie électrique est très importante dans le monde, la production de cette énergie et les méthodes de transport de plus en plus complexes. Dans ce chapitre on a présenté les différents types de réseaux électriques. Les réseaux publics d'électricité en Algérie, depuis les installations de production jusqu'aux installations de consommation. La production, le transport et la distribution sont assurés par la SONELGAZ. On a présenté quelques statistiques de réseau algérien et les structures des réseaux.

II-1-Introduction

La wilaya de Biskra constitue la transition entre les domaines atlasiques plissés du Nord et les étendues plates et désertiques du Sahara au Sud. Au Nord se découpent plusieurs chaînes atlasiques, dont l'altitude maximale peut aller jusqu'à 1500 m et dont la moyenne est de l'ordre de 300m, caractérisés par l'alternance de végétation forestière. Au Sud, la plaine saharienne, du point de vue morphologique se présente en général comme un piémont sans relief marqué, qui relie par une pente douce les chaînes atlasiques aux étendues sahariennes au sud. En surface, les dépôts grossiers que l'on trouve au pied des montagnes passent à des dépôts fins argilo-sableux vers le Sud.

A l'Est, le relief est caractérisé par le développement d'une vaste plaine découpée par des lits d'oueds qui s'écoulent des monts de l'Atlas et disparaissent dans la grande dépression fermée du chott Melghir. Le climat est aride, avec des hivers froids et secs et des étés chauds et secs.

La direction de distribution de Biskra a été toujours présente pour poursuivre l'accroissement du potentiel économique puisque l'énergie électrique occupe encore aujourd'hui une place centrale dans notre région; à cet effet plusieurs projets 'd'ouvrages lourds' sont réalisées et d'autres sont soit en phase réalisation soit programmés afin d'améliorer la qualité et la continuité de service pour des abonnés de plus en plus exigeant et de plus en plus énergivores.

II-2- Situation géographique

Le territoire de la wilaya de Biskra s'étend sur une superficie de 21 671 Km² avec 773 097 habitants. Il couvre 33 communes comme indiqué sur la carte suivante ci-dessous:

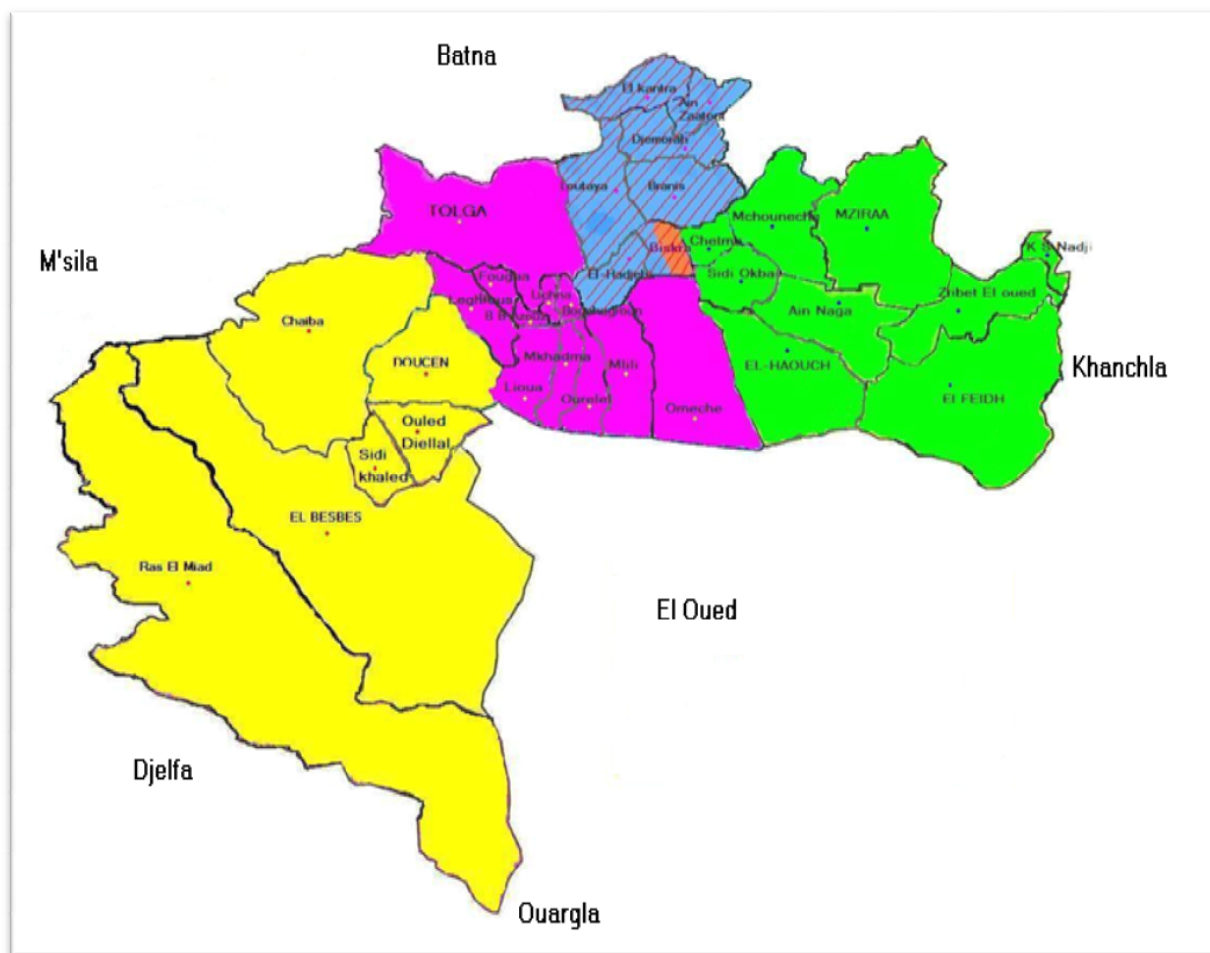


Figure II-1 : Carte géographique [8]

II-3- Historique de charge de pointe 2013-2015

Tableau II-1 : Les Charges de pointe 2013-2015

Postes source	Puissance installée (MVA)	Puissance garantie (MVA)	2013 (MVA)	2014 (MVA)	2015 (MVA)	Observation
PS 60/30kVBiskra	3x40	80	96.55	106.62	110.40	Dépassement de la PG
CM 60/30kV El-Outaya	1x20	-	-	12.01	13.60	
CM60/30kVZ. Industrielle	1x20	-	16.66	17.66	20.89	
PS 60/10kV H/Salhine	2x40	40	50.80	53.65	56.54	Dépassement de la PG
CM 60/10kV El-Alia	1x20	-	15.07	16.78	19.06	
CM 60/10kV Z/Ouest	1x20	-	-	1.04	1.57	
PS 60/30kV O/Djellel	2x40	40	70.13	82.35	75.30	Dépassement

						de la PG
CM 60/30kVDoucen	1x20	-	-	3.22	12.46	
PS 60/30kV Tolga	2x30+40	60	69.44	64.83	80.96	Dépassement de la PG
CM 60/30kV Leghrous	1x20	-	19.93	20.54	21.47	
CM 220/30kV Tolga	1x40	-	19.71	34.1	35.43	
PS 60/30kV Ain Nagua	2x40	40	41.97	42.96	32.85	Puissance garantie
PS 60/30kVZ.Hamed	2x40	40	8.72	15.93	17.44	Source entre deux DD
CM 60/30kV Chetma	1x20	-	15.6	16.72	19.20	
CM 60/30kV Garta	1x20	-	-	-	19.56	
Total PMA (MVA)			424.58	488.41	536.73	
Total PI (MVA)			660	720	740	
Totale PG (MVA)			300	300	300	
Taux d'utilisation (%)			64.33	67.83	72.53	
Déficite en garantie (MVA)			124.58	188.41	236.73	

II-3-1-Interprétation du tableau

La Wilaya de Biskra a enregistré un dépassement de la puissance de garantie pour toutes sources sur les trois années d'études ; à l'exception du PS Ain Naga qui n'a pas enregistré un dépassement en 2015 suite à l'installation de la CM Garta bien avant la période des grades chaleurs. Le taux d'utilisation des sources sur les trois années ne dépasse pas 73%.

La reprise de la charge, en cas de la perte d'une source, ne peut être vérifiée du fait de l'appel de charge important bien plus la saturation de la quasi-totalité des départs sans pouvoir les décharger suite à l'étouffement des étages MT.

II-4- Prévision en charge 2016-2018

Tableau II-2 : Prévision en charge 2016-2018

Postes		PI [MV A] Projets	PMD [MV A] Projets	Prévisions de charge			Observation
				2016	2017	2018	
POSTE 60/30kV BISKRA	Total projets POSTE 60/30kV BISKRA [MVA]	106.58	74.60	16,3	22,1	26,7	
	Charge en profondeur			119,2	128,7	139,0	
	Report sur CM 220/30 Oumeche			8,00	9	9	Puissance reportée sur CM Oumeche
	Total poste			127.5	141.8	156.7	saturation en 2016
CM 60/30kV ZONE INDUSTRIELLE	Total projets [MVA]	8.7	6.1	1,2	5,4	6,9	
	Report sur CM 60/10 Zone Industrielle			12,4	13,39	14,46	
	Charge en profondeur			22,57	24,38	26,33	
	Total poste			11.37	16.39	18.77	
CM 60/30kV EL-OUTAYA	Total projets [MVA]	29.18	20.42	13,1	26,6	32,1	
	Charge en profondeur			14,68	15,85	15,85	
	Total [MVA]			27.78	15.85	47.945	saturation en 2016
CM 60/10kV ZONE OUEST	Total projets [MVA]	32.51	22.75	5,2	7,6	11,1	
	Charge en profondeur			1,73	9,00	16,20	
	Total [MVA]			6.93	16.6	27.3	
CM 60/10kV EL-ALIA	Total projets [MVA]	17.24	12.06	4,9	6,2	8	
	Charge en profondeur			20,63	22,28	24,06	
	Total [MVA]			25.53	28.48	32.06	saturation en 2016
POSTE 60/10kV HAMMAM SALHINE	Total projets [MVA]	21.36	15	5,5	6,2	6,5	
	Charge en profondeur			61,1	65,9	71,2	
	Report sur CM 60/10 Zone Ouest			3,30	3,6	3,8	
	Total [MVA]			63.3	68.5	73.9	
POSTE 60/30kV O/DJELLEL	Total projets [MVA]	36.46	25.52	20,9	23,1	23,8	
	Charge en profondeur			82,8	91,1	100,2	
	Report sur PS 60/30 Leghrouss			9,32	10,3	11,3	saturation en 2016
	Total [MVA]			94,38	103,93	112,76	
CABINE MOBILE	Total projets [MVA]	10.13	7.1	0,8	5,05	5,25	
	Charge en profondeur			13,71	15,08	16,58	

60/30kV DOUISS	Report sur PS 60/30 Leghrouss			3,59	3,95	4,34	
	Total [MVA]			10,92	16,18	17,49	
POSTE 60/30kV TOLGA	Total projets [MVA]	80.15	56.1	19,07	26,47	36,38	
	Charge en profondeur			87,4	94,4	102,0	
	Report sur PS 60/30 Leghrouss			11,80	12,7	13,8	
	Report sur CM 220/30 Oumeche			4,43	4,8	5,2	
	Total [MVA]			90,24	103,37	119,38	saturation en 2017
CABINE MOBILE 60/30kV LEGROUSS	Total projets [MVA]	5.44	3.80	2,99	2,99	2,99	
	Charge en profondeur			23,19	25,0	27,0	
	Report sur PS 60/30 Leghrouss			15,87	17,14	18,51	
	Total [MVA]			10,31	10,85	11,48	
CABINE MOBILE 220/30kV TOLGA	Total projets [MVA]	0	0	0	0	0	
	Charge en profondeur			38,26	41,33	44,63	
	Total [MVA]			38,3	41,3	44,6	saturation en 2017
NOUVEAU POSTE 60/30kV LEGROUSS	Total projets [MVA]	11.09	7.76	2,2	4,0	4,0	
	Charge en profondeur			0	0	0	
	Reprise du PS 60/30 Tolga			11,80	12,74	13,76	
	Reprise du PS 60/30 O/Djellel			9,32	10,07	10,87	
	Reprise du CM 60/30 Leghrouss			15,87	17,14	18,51	
	Reprise du CM 60/30 Douiss			3,59	3,88	4,19	
	Total [MVA]			35,6	40,1	43,0	
CM 220/30kV Oumeche	Total projets [MVA]	20.96	14.67	11,8	12	0	
	Charge en profondeur			0	0	0	
	Reprise du PS 60/30 Biskra			13,30	14,36	15,51	saturation en 2018
	Reprise du CM 220/30 Tolga			4,43	4,78	5,17	
	Total [MVA]						
POSTE 60/30kV AIN NAGUA	Total projets [MVA]	18.19	12.73	9,15	12,06	14,68	
	Charge en profondeur			35,15	37,61	40,24	
	Total [MVA]			44,30	49,67	54,92	
CABINE MOBILE 60/30kV CHETMA	Total projets [MVA]	34.16	23.91	7,97	10,2	15	
	Charge en profondeur			20,53	22,18	23,95	
	Total [MVA]			28,5	32,38	38,95	saturation en 2016
CABINE MOBILE 60/30kV GARTA	Total projets [MVA]	10.62	7.43	2,41	1,03	1,03	
	Charge en profondeur			20,93	22,39	23,96	
	Total [MVA]			23,34	23,42	24,99	saturation en 2016

POSTE 60/30kV ZERIBET HAMED	Total projets [MVA]	25.11	17.57	8,41	8,86	8,86	
	Charge en profondeur			18,31	19,23	20,19	
	Total [MVA]			26,72	28,1	29,05	
Total Wilaya	Total projets [MVA]	535,8	350,1	128,08	169,53	188,44	Intégrati on du PS El- Grouss dans la PI et la PG
	Charge en profondeur			580,19	634,43	691,39	
	Total [MVA]			669,44	763,66	849,2	
	Totale PI (MVA)			860	860	860	
	Totale PG (MVA)			340	340	340	
	Taux d'utilisation (%)			77.84	88.79	98.74	
	Déficit en garantie (MVA)			329.44	423.66	509	

II-4-1 Interprétation du tableau

D'après l'examen des prévisions en charge sur la période 2016-2018, nous remarquons que le taux d'utilisation globale des sources est trop élevé d'un croisement du 77.84% jusqu'au 98.74% dans les deux dernières années ; et par la suite la puissance de garantie n'est pas assurée. Malgré l'intégration provisoire des nouvelles CM, la majorité des postes sources ont atteint leurs saturations. Vue que l'importance du programme agricole et l'extension périmètre de la wilaya. Par ailleurs il reste 2800km réseau HTA/BTA programmé dans le programme quinquennal au niveau de la wilaya prochaine qui nécessite de garantir une puissance importante soit des postes sources dans les périmètres d'extension [9]

II-5- Etude du cas d'alimentation périmètre agricole

II-5-1- Principaux indicateurs de la Wilaya

- Population totale (2013) : 846 700 ;
- Population active (2013) : 239 020 ;
- Population agricole active (2013) : 99 066 ;
- Nombre d'exploitations (2013) : 62 459 ;
- Surface agricole totale (2013) : 1 652 751 ha ;
- Surface agricole utile (2013) : 185 473 ha ;
- Superficies irriguées (2013) : 104 079 ha ;

II-5-2-Production de la wilaya 2013

- Production en valeur 2013 : 150,9 milliards de DA. Classement national : 1ère ;
- Pourcentage par rapport à la production nationale en valeur : 5,90 % ;

- Taux de croissance 2013 : 12,63 % ; Classement national : 10^{ème}.

II-6- LE PROGRAMME AGRICOLE A TRAVERS LA WILAYA

Suite à des décisions politiques et économiques liées principalement à l'amélioration du secteur d'agriculture en zones de Tolga , l'électrification des périmètres agricoles ne cesse de se développée depuis quelques années. Nous constatons que, le réseau électrique se développe progressivement à partir des zones industrialisées et consommatrices d'énergie vers des zones de plus en plus agricoles et de forte densité des agriculteurs. Ces aspects impactent fortement sur l'expansion des réseaux de distribution électriques dans des zones agricoles.

La Wilaya De Biskra A Bénéficiée D'un programme ambitieux concernant l'alimentation des périmètres agricoles en énergie électriques. une consistance physique de 1001 kms et d'un enveloppe financier de 2 499 999 989.98 da réparti sur trois tranches qui touchent les 33 communes et 267 périmètres.

Ce projet a été lancé sous la forme d'un appel d'offre à des entreprises privées afin de le réaliser dans les règles de l'art.

La Direction de Distribution de Biskra avec sa grande expérience dans le domaine de construction des lignes électriques fut retenue pour la réalisation de ces travaux.

La consistance des travaux du projet est :

L'étude et les calculs mécaniques ainsi que la levée topographique du profil en long en vue de l'implantation de l'ouvrage de l'interconnexion de la source de la ligne à l'entrée de Périmètre.

La réalisation de ce tronçon de ligne qui est long de 5 km environ.

La construction d'une ligne haute tension pour l'alimentation de quatre transformateurs dans le périmètre.

La construction d'un réseau basse tension issu des transformateurs le long des certaines pistes de périmètre pour l'alimentation des pompes des fellahs

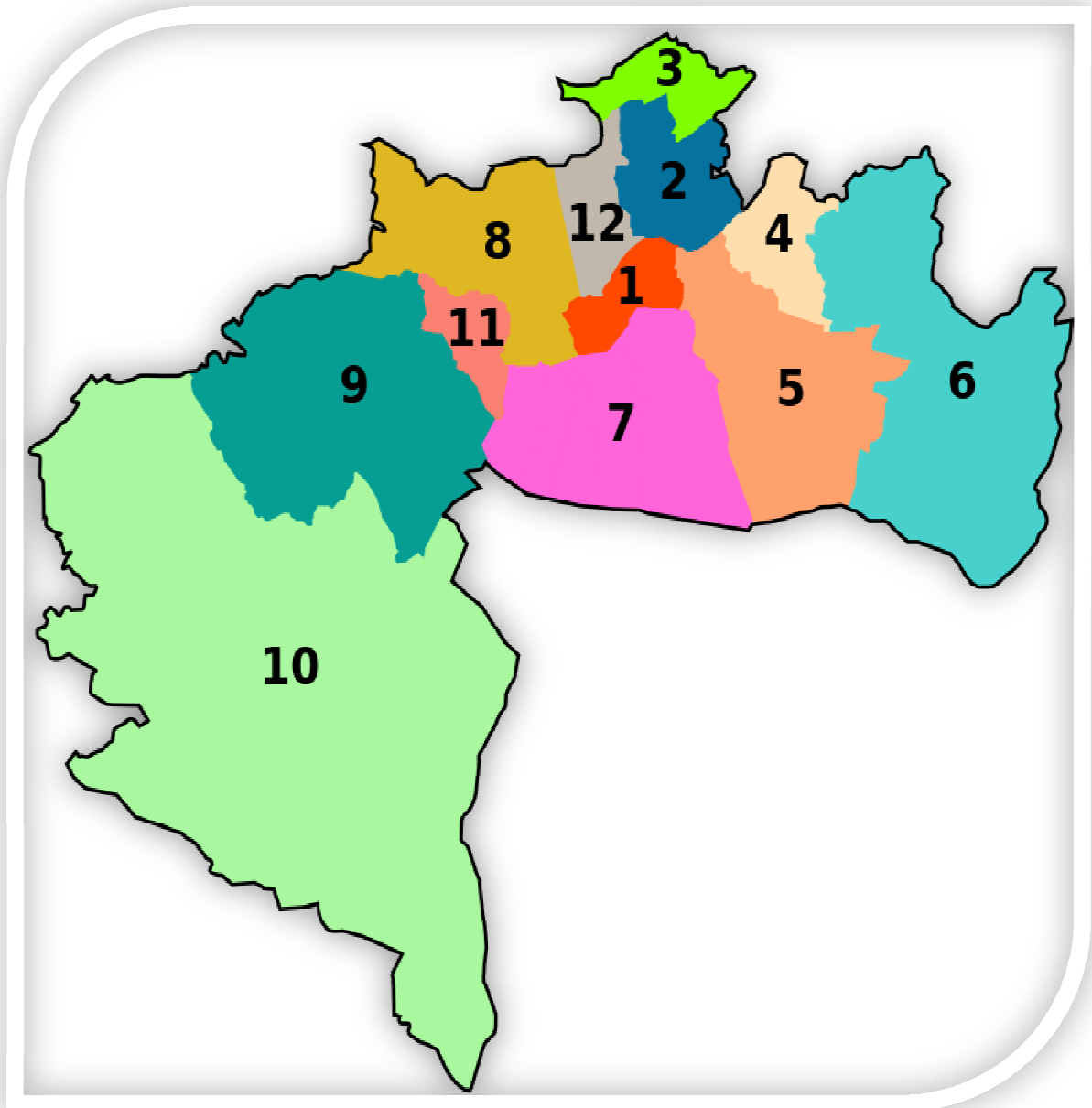


Figure II-2 : Carte géographique démontre la répartition de programme agricole a travers la Wilaya [8]

II-6-1- La commune de M'lili

De nos jours, toutes nos activités sont liées à l'électricité. L'avènement de l'énergie électrique dans une zone joue un grand rôle sur l'amélioration de niveau de vie de la population locale. C'est dans ce contexte que la Société Algérienne de Distribution d'Electricité é et de Gaz (Direction de Distribution Biskra) a décidé de réaliser l'électrification de la localité de Sikh, une zone agricole de L'APC M'LILI, en la raccordant à son réseau de distribution HTA existant.

Tableau II-3 : La répartition des constances a travers des périmètre de la Commune de M'Lili [2]

M'LILI	Zone	Consistances Prévues Km	Cout en DA
	Sereg	10,00	24 999 999,90
	Zaouiat Ouled M'Hamed (Sih)	2,000	4 999 999,98
	El Sikh	5,000	12 499 999,95
	Périmètre Emir Abdelkader	3,000	7 499 999,97
	Hetaymia & Zitouna	2,000	4 999 999,98
	D'Zira (Menahla)	2,000	4 999 999,98
	L'Est Zaouiet Ouled M'Hamed	2,000	4 999 999,98
	Zaouiet Ouled M'Hamed	3,000	7 499 999,97
	Périmètre Emir Abdelkader	2,000	4 999 999,98
Zitouna El Hatabia	2,000	4 999 999,98	

II-7-Conclusion

Dans ce chapitre on a montré l'importance du programme agricole ainsi les provisionnements prisent par l'état dans le programme quinquennal vue aux extensions au court et au long terme pour améliorer et assurer une bonne qualité de service ainsi la continuité de l'alimentation d'énergie électrique. Afin d'assurer une efficacité énergétique du système d'alimentation des zones agricole, des outils d'analyse du réseau existant basé sur les méthodes itératives et les méthodes d'optimisation sont indispensables pour garantir une meilleure exploitation du point de vue technique et économique. Le prochain chapitre sera consacré à exposé une étude sur les différentes méthodes mathématiques permettant l'analyse des réseaux de distribution.

III-1- Introduction

Le réseau de distribution est destiné à acheminer l'électricité au niveau local selon les normes de qualité et de sécurité. D'un côté, l'énergie doit être fournie aux consommateurs selon les indices de qualité d'énergie, la tension et la fréquence doivent rester dans leurs limites admissibles. D'autre côté, les réseaux de distribution doivent être exploités avec des pertes minimales. Dans ce chapitre on s'intéresse à exposer les différentes méthodes et techniques permettant l'analyse des réseaux de distribution afin d'assurer une meilleure exploitation dans le régime normal et en particulier dans le régime anormal tels que la surcharge et les défauts.

III-2. Modélisation des éléments du réseau électrique :

Les générateurs de puissance (machines synchrones), les charges électriques, les lignes de transports, transformateurs de puissances et compensateurs statiques ce sont des éléments qui participent (interviennent) dans le problème de répartition des charges.

III-2.1. Générateurs :

Le générateur est considéré comme le cœur du réseau électrique, il assure la production de l'énergie électrique demandée par le consommateur. Les générateurs sont modélisés comme des injecteurs de courants dans l'analyse de l'écoulement de puissance.

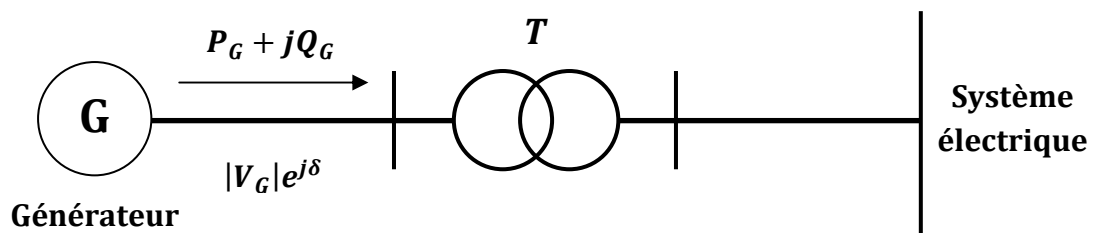


Figure. III-1 : Modèle d'un générateur.

III-2.2 .Lignes de transmission :

Généralement une ligne de transmission de l'énergie électrique entre deux nœuds i et j est représentée par le schéma équivalent de type π , cette représentation est donnée par la figure suivante :

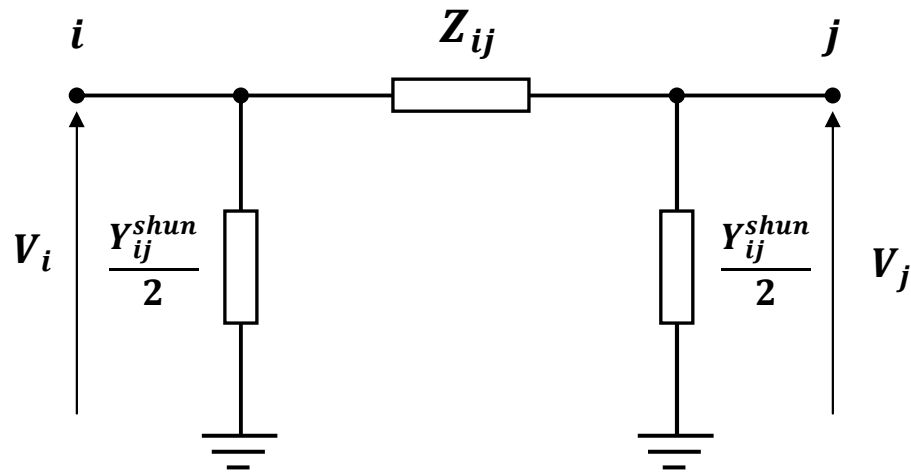


Figure III-2: Schéma en π d'une ligne de transmission.

Ce modèle est caractérisé par les deux paramètres suivants :

- L'impédance série ou longitudinale par phase Z en Ω (*Ohm*).
- L'admittance shunt par phase Y en S (*Siemens*).

Avec :

$$Z_{ij} = R_{ij} + jX_{ij}$$

$$Y_{ij}^{shun} = g_{ij}^{shun} + jb_{ij}^{shun}$$

Où :

R_{ij} et X_{ij} sont respectivement, la résistance et la réactance série de la ligne entre les jeux de barres i et j .

g_{ij}^{shun} et b_{ij}^{shun} sont respectivement, la conductance et la susceptance capacitive shunts de la ligne entre les jeux de barres i et j .

III-2.3. Charge électrique

Une charge électrique est souvent modélisée sous forme d'une impédance constante, Sa modèle est représenté sur la figure suivante :

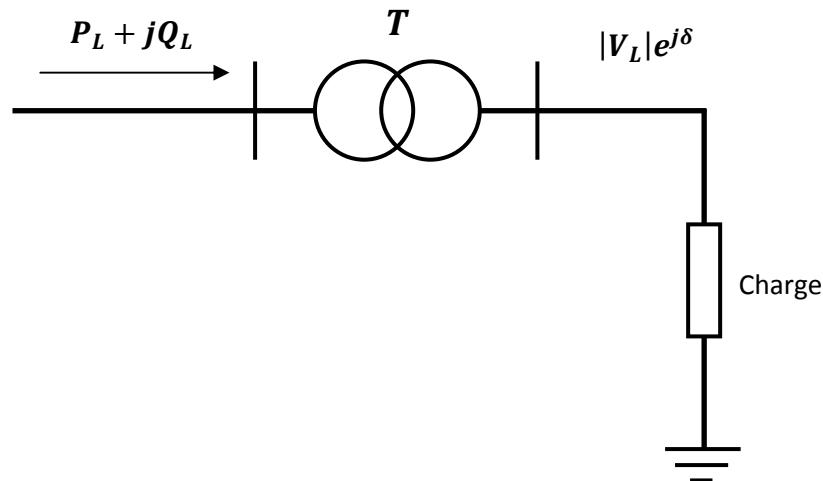


Figure. III-3: Modèle d'une charge électrique.

III-2.4 Eléments shunts

Généralement ce sont les éléments qui utilisées pour :

- La fourniture et l'absorption de la puissance réactive (compensation de l'énergie réactive avec l'utilisation des réactances).
- L'amélioration de profil de la tension (les batteries de condensateurs).

III-2.5-Jeu de barre de charge

Ce sont les jeux barres de la demande, pour ce type de jeux de barres, les puissances actives et réactives sont données, mais l'amplitude et l'argument de la tension sont à déterminer.

III-2.6-Jeu de barre de contrôle

Ce jeu de barre est connecté à un générateur délivrant une puissance active P sous une tension constante V contrôlé par un régulateur automatique de tension (AVR). Donc la puissance active et le module de la tension sont contrôlables, par contre la puissance réactive et l'argument de la tension sont inconnues (à calculer).

III-2.7-Jeu de barre de référence

C'est un jeu barre connecté à une source de tension considérée constante, ce type de jeu de barre caractérisé par deux grandeurs qui sont données, le module et l'argument de tension. Ses puissances actives et réactives, doivent être calculées après la convergence de l'algorithme de calcul.

III-3-Méthodes de calculs

Les méthodes de calculs existantes dépendent de la topologie du réseau ainsi que les contraintes associées. On distingue les méthodes analytiques destinée pour l'analyse des réseaux électriques possédant une topologie simple, les méthodes des nœuds généralisés destinés pour l'analyse des réseaux radiaux possédant plusieurs dérivations, et finalement les méthodes itératives adaptés pour l'analyse des réseaux possédant des configurations radiales bouclées.

III-3.1 Méthode analytique [10]

Cette méthode est utilisée pour l'analyse des réseaux de distribution possédant une topologie simple.

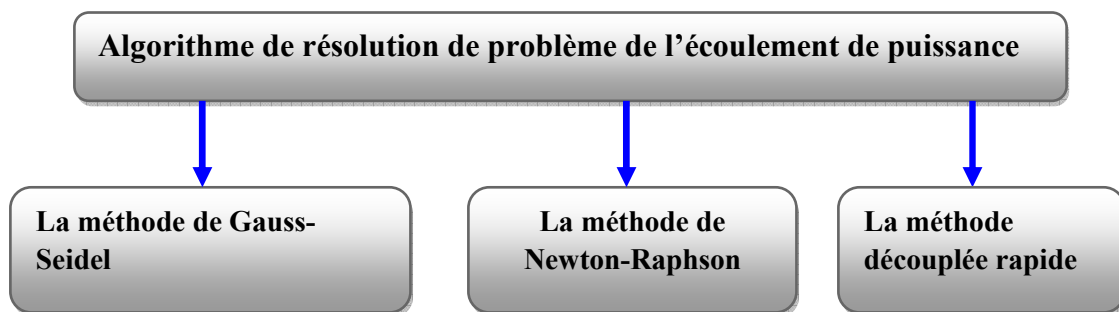


Figure III-4: Algorithme de résolution du problème de la répartition des charges.

III-3.2-Méthodes itératives

Pour les réseaux de grande dimension on utilise les méthodes itératives pour analyser le réseau (écoulement de puissance), parmi ces méthodes qui est largement utilisée la méthode de Newton-Raphson.

III-3.2.1-Formulation des équations de l'écoulement de puissance

Pour un réseau électrique avec N jeux de barres, les équations des tensions nodales du système sont exprimées par la relation matricielle:

$$\mathbf{Z}_{ij} = \mathbf{R}_{ij} + \mathbf{j}\mathbf{X}_{ij} \quad 3-43$$

$$Y_{ij}^{shun} = g_{ij}^{shun} + jb_{ij}^{shun} \quad 3-44$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{n1} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \dots & Y_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix} \quad 3-45$$

$$I_{bus} = Y_{bus} * V_{bus}$$

Où

$I_{bus} = [I_1 \ I_2 \ \dots \ I_N]^T$ est le vecteur 1xN des courants complexes injectés à chaque jeu de barres

$V_{bus} = [V_1 \ V_2 \ \dots \ V_N]^T$ est le vecteur 1xN des tensions complexes de chaque jeu de barres

$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_{11} & \dots & Y_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{N1} & \dots & Y_{NN} \end{bmatrix}$ est le vecteur NxN des admittances nodale du système.

La matrice admittance nodale est formée sur la base des composants du réseau électrique (lignes de transmission, transformateurs, batteries de condensateurs et réactances), représentés par leurs modèles discutés dans la section avant. Chaque composant du réseau peut être connecté entre deux jeux de barres i et j , ou entre un jeu de barres i et le jeu de barres de référence (jeu de barres 1). Les éléments de la matrice admittance peuvent être obtenus en fonction des admittances des composants du réseau, en appliquant les règles suivantes :

Y_{ii} , l'élément diagonal ii , est égal à la somme des admittances de tous les composants connectés au jeu de barres i , soit :

$$Y_{ii} = Y_{i0} + \sum_{j \neq i}^N Y_{ij} \quad 3-46$$

Y_{i0} , l'élément shunte.

Y_{ij} , l'élément hors diagonale de la matrice Y , est égal à la somme négative des admittances de tous les composants connectés entre les jeux de barres i et j , c'est à dire :

$$Y_{ij} = - \sum_{j \neq i} Y_{ij} \quad 3-47$$

Alors le courant injecté à un jeu de barres i , peut s'écrire :

$$I_i = Y_{ii}V_i + \sum_{j \neq i}^N Y_{ij} V_j \quad 3-48$$

Les grandeurs complexes V_j et Y_{ij} sont représentées sous la forme exponentielle ou rectangulaire suivantes :

$$V_j = |V_j| \exp j\delta_j = V_j(\cos \delta_j + j \sin \delta_j) \quad 3-49$$

$$Y_{ij} = |Y_{ij}| \exp j\theta_{ij} = Y_{ij}(\cos \theta_{ij} + j \sin \theta_{ij}) \quad 3-50$$

La puissance apparente injecté à un jeu de barres i définir comme suit :

$$S_i = P_i + jQ_i = V_i I_i^* \quad 3-51$$

La puissance active et réactive injecté à un jeu de barres i donné par la formule suivent :

$$P_i = P_{Gi} - P_{Li} = \text{Re}[V_i I_i^*] \quad 3-52$$

$$Q_i = Q_{Gi} - Q_{Li} = \text{Im}[V_i I_i^*] \quad 3-53$$

Donc, à partir de l'équation (3-48) et (3-51), pour N jeu de barres, le courant formuler comme suit :

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} = Y_{ii} \cdot V_i + \sum_{j \neq i}^n Y_{ij} \cdot V_j \quad 3-54$$

À partir de l'équation (3-50)

$$V_i = \frac{1}{Y_{ii}} \cdot \left[\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} - \sum_{j \neq i}^n Y_{ij} \cdot V_j \right] \quad 3-55$$

Finalemnt la formule de la puissance apparente injecté à un jeu de barre i en fonction de la tension et l'admittance, donnée comme suit :

$$S_i = P_i + jQ_i = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \exp(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad 3-55$$

Avec

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \cos(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad 3-56$$

Et

$$Q_i = - \sum_{j=1}^n |V_i V_j Y_{ij}| \sin(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}) \quad 3-57$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

i ≠ jeu de barres de référence (slack bus)

cet ensemble de deux équations non linéaires constitue la forme polaire des équations de l'écoulement de puissance. Pour un profil de tension et une topologie du réseau donnés, ces équations donnent les injections de la puissance active, P_i et la puissance réactive, Q_i au niveau d'un jeu de barres i.

III-3.2.2- Algorithme de résolution du problème de l'écoulement de puissance

Actuellement, la méthode universellement adoptée est la méthode de Newton-Raphson ou la méthode découplée rapide, dont le nombre d'itérations requis pour obtenir une solution est indépendant de la taille du réseau étudié. Dans cette partie en représente la méthode de N-R, qui est la plus utilisée.

III-3.2.3- Application de la méthode de Newton-Raphson, au problème de l'écoulement de puissance

L'approximation linéaire est obtenue par un développement en série de Taylor des deux équations [] de l'écoulement de puissance permet d'obtenir les expressions suivantes:

$$\Delta P_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} \Delta \delta_j + \frac{\partial P_i}{\partial V_j} \Delta V_j \right) \quad 3-61$$

$$\Delta Q_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} \Delta \delta_j + \frac{\partial Q_i}{\partial V_j} \Delta V_j \right) \quad 3-62$$

Ou en forme matriciel

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & N \\ J & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V \\ \Delta \delta \end{bmatrix}$$

3-63

Où H, N, J et L sont, des sous matrices de jacobéenne.

Le principe général du fonctionnement de la méthode de N-R est représenté sur l'organigramme de la figure III.5 :

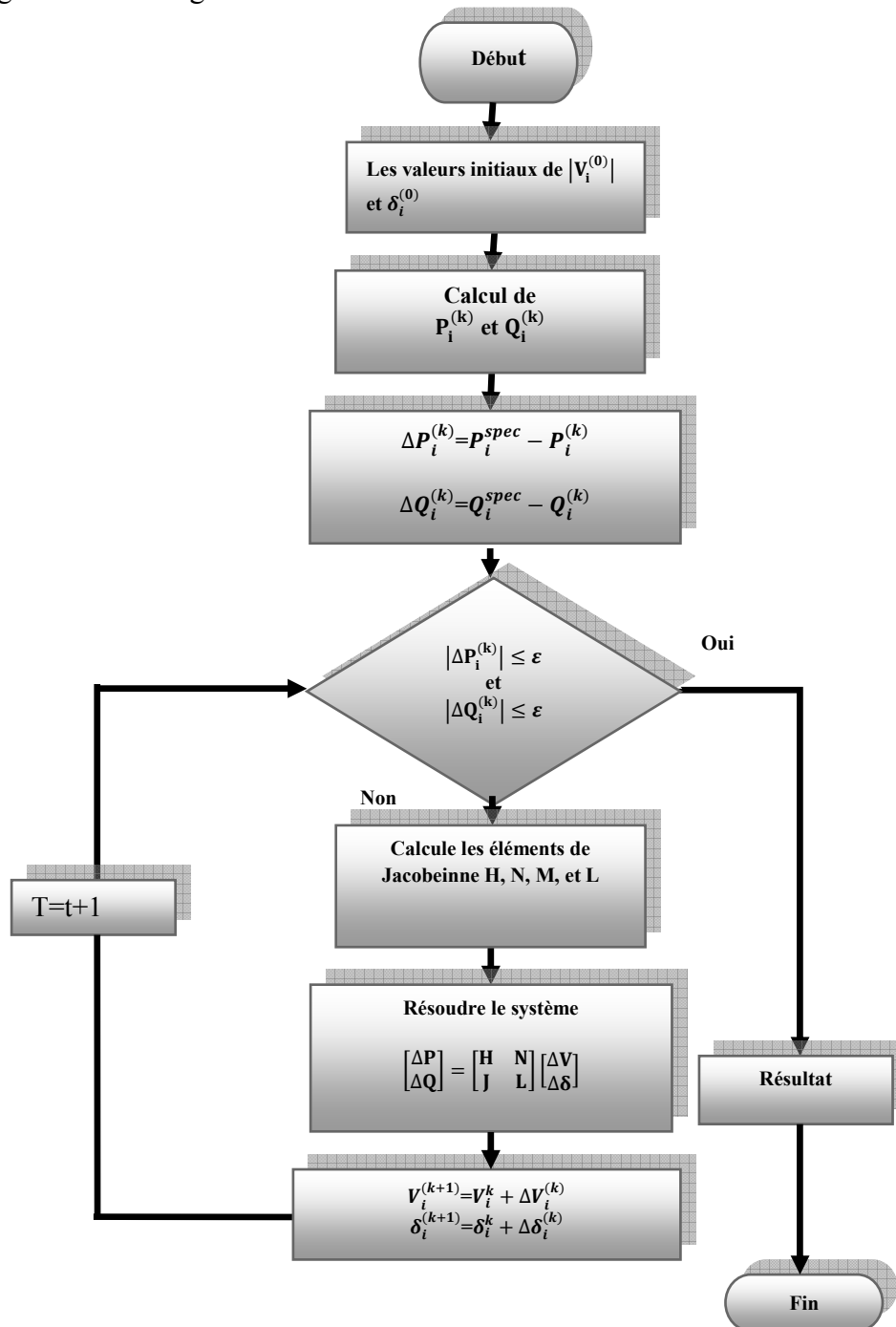


Figure III-5: Le fonctionnement de la méthode de N-R.

Le calcul de l'écoulement de puissance par l'utilisation de la méthode Newton Raphson, est résumée dans les étapes suivantes :

1. Initialiser le compteur d'itération, $t=0$.
2. formuler la matrice d'admittance Y .
3. Affecter des valeurs initiales aux modules et phases des tensions, $|V_i^{(0)}|$ et $\delta_i^{(0)}$

D'habitude, les valeurs initiales sont $|V_i^{(0)}|=1\text{p.u}$ et $\delta_i^{(0)} = 0$.

4. Calculer les puissances $P_i^{(k)}$ et $Q_i^{(k)}$.
5. Calculer le vecteur des écarts de puissances $\Delta P_i^{(k)}$ et $\Delta Q_i^{(k)}$ comme suit :

$$\Delta P_i^{(k)} = P_i^{spec} - P_i^{(k)} \quad 3-72$$

$$\Delta Q_i^{(k)} = Q_i^{spec} - Q_i^{(k)} \quad 3-73$$

Les écarts de puissances représentent la différence entre l'injection des puissances spécifiées et la valeur actuelle de l'injection des puissances calculées sur la base des formules (II.15) et (II.16), en fonction des valeurs actuelles des variables d'état.

6. Vérifier la convergence. Si le vecteur des écarts de puissance est inférieur à une certaine précision $|\Delta P_i^{(k)}| \leq \varepsilon$ et $|\Delta Q_i^{(k)}| \leq \varepsilon$ stop. Sinon, continuer.

7. Calculer les éléments de la matrice Jacobienne (H, N, J et L) à partir de (3-63)-(3-70).
8. Résoudre le système (3-62) par rapport à $[\Delta V, \Delta \delta]^T$, par l'inversion directe de la matrice jacobienne ou par la technique de factorisation triangulaire et l'élimination gaussienne.

9. Calculer les nouvelles estimations des variables d'états :

$$V_i^{(k+1)} = V_i^k + \Delta V_i^{(k)} \quad 3-74$$

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^k + \Delta \delta_i^{(k)} \quad 3-75$$

10. Incrémenter k de 1 et retourner à l'étape 4, jusqu'à le vecteur des écarts de puissance est inférieur à la valeur de précision.

III-4-Les puissances transites et les pertes

La dernière étape de l'analyse de l'écoulement de puissance, c'est le calcul des puissances transites et les pertes au niveau des lignes, pour ce la on considère le modèle en π d'une ligne reliant entre les deux jeux de barres i et j , montré dans la Figure (III.6).

Le courant I_{ij} transite dans la ligne i-j, mesuré au jeu de barre i, définit positif de i ver le jeu de barre j, est obtenu par :

$$I_{ij} = I_l + I_{i0} = (V_i - V_j)Y_{ij} + V_i Y_{i0} \quad 3-76$$

Et le courant inverse mesuré au jeu de barre j ver le jeu de barre i, s'écrit :

$$I_{ji} = -I_l + I_{j0} = (V_j - V_i)Y_{ij} + V_j Y_{j0} \quad 3-77$$

En représente la puissance apparente S_{ij} s'écoulant au jeu de barre i ver le jeu de barre j, et la puissance inverse S_{ji} , du jeu de barre j ver i, sont :

$$S_{ij} = V_i I_{ij}^* = V_i (V_i^* - V_j^*) Y_{ij}^* + V_i^2 Y_{i0}^* \quad 3-78$$

$$S_{ji} = V_j I_{ji}^* = V_j (V_j^* - V_i^*) Y_{ij}^* + V_j^2 Y_{j0}^* \quad 3-79$$

En représente la puissance perdu ΔS_{ij} dans la ligne i-j due à la transmission, par la somme algébrique des puissances apparentes S_{ij} et S_{ji}

$$\Delta S_{ij} = S_{ij} + S_{ji} \quad 3-80$$

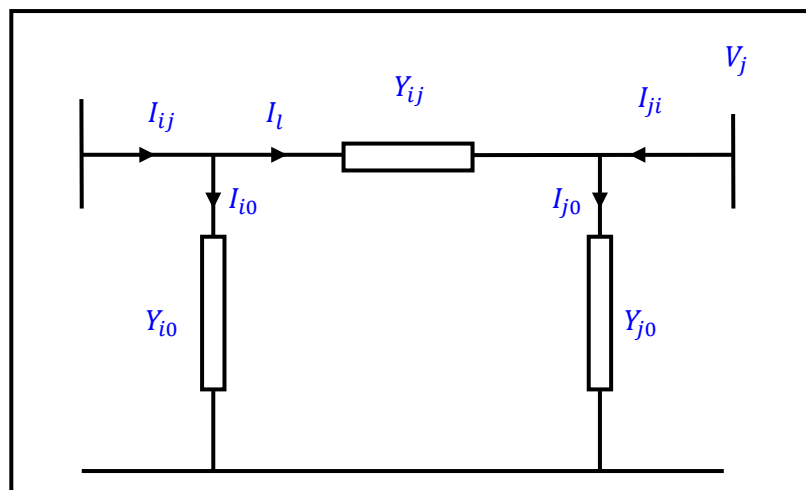


Figure III-6 : Transit de puissance dans une ligne de transmission

III-5-Techniques de réglage de la tension

En général, les moyens de compensation et de réglage à mettre en œuvre doivent faire face aux fluctuations périodiques liées à l'évolution journalière des transits de puissance mais aussi aux variations brusques liées aux incidents sur le réseau.

Les dispositifs de compensation de l'énergie réactive et de réglage de la tension sont :

- des condensateurs et inductances fixes.
- des compensateurs synchrones.

- des compensateurs statiques (SVC).
- des transformateurs à prises variables (en charge ou à vide).
- les groupes générateurs.

III-5.1-la compensation

Pour améliorer l'efficacité des réseaux, il y a plusieurs moyens parmi ces moyens la compensation. Afin de garantir une bonne qualité d'énergie il est nécessaire de satisfaire l'équilibre offre-demande de l'énergie réactive, de fournir une tension aussi régulière que possible et de respecter un certain nombre de contraintes techniques [11].

III-5.2- Principe général de la compensation

Le principe de compensation avec des condensateurs peut être représenté par les deux figures ci-après. La figure (III-7) illustre l'échange local d'énergie réactive entre le récepteur et le condensateur. Le courant total fourni par le réseau est réduit, le rendement de l'installation se trouve donc amélioré puisque les pertes par effet Joule sont proportionnelles au carré du courant [12].

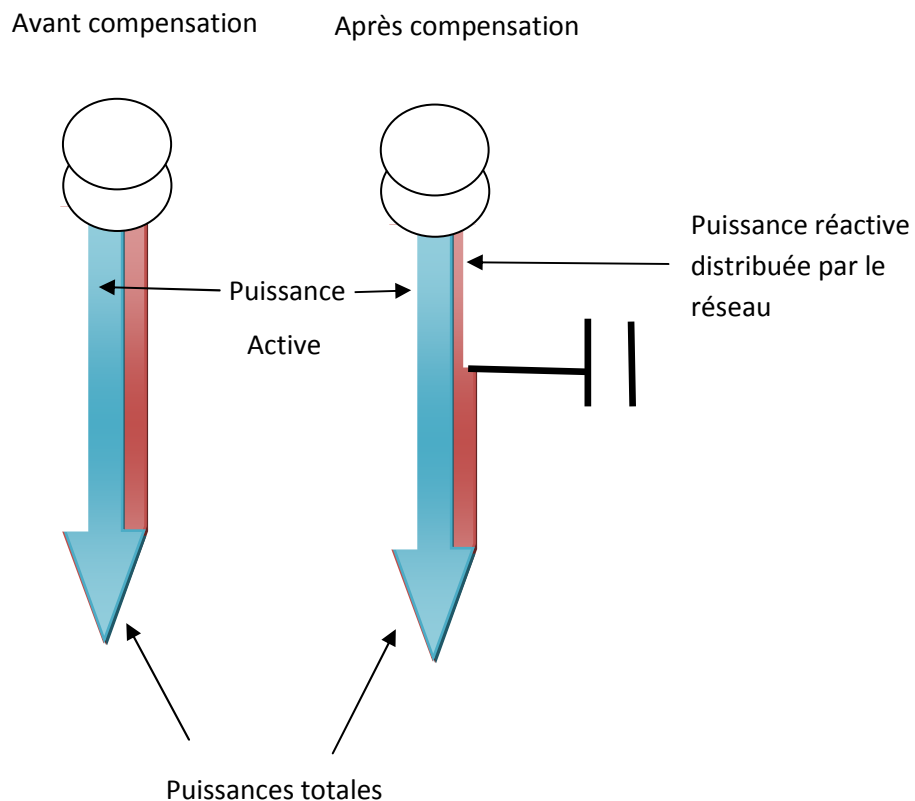


Figure III-7 : Diagramme traduisant l'échange d'énergie

et montrant l'intérêt de la compensation.

III-5.3- Principe de base de la compensation shunt

$$\Delta U_{12} = \frac{P_{12} \times R_{12} + Q_{12} \times X_{12}}{U_1} \quad (0)$$

$$\Delta U_{12}^c = \frac{P_{12} \times R_{12} + Q_{12}^c \times X_{12}}{U_1} = \frac{P_{12} \times R_{12} + (Q_{12} - Q_{SVC}) \times X_{12}}{U_1} \quad (0)$$

$$\Delta U_{12}^c = \frac{P_{12} \times R_{12} + Q_{12} \times X_{12}}{U_1} - \frac{Q_{SVC} \times X_{12}}{U_1} = \Delta U_{12} - \Delta U_c \quad (0)$$

Avec;

$$\Delta U_c = \frac{Q_{SVC} \times X_{12}}{U_1}$$

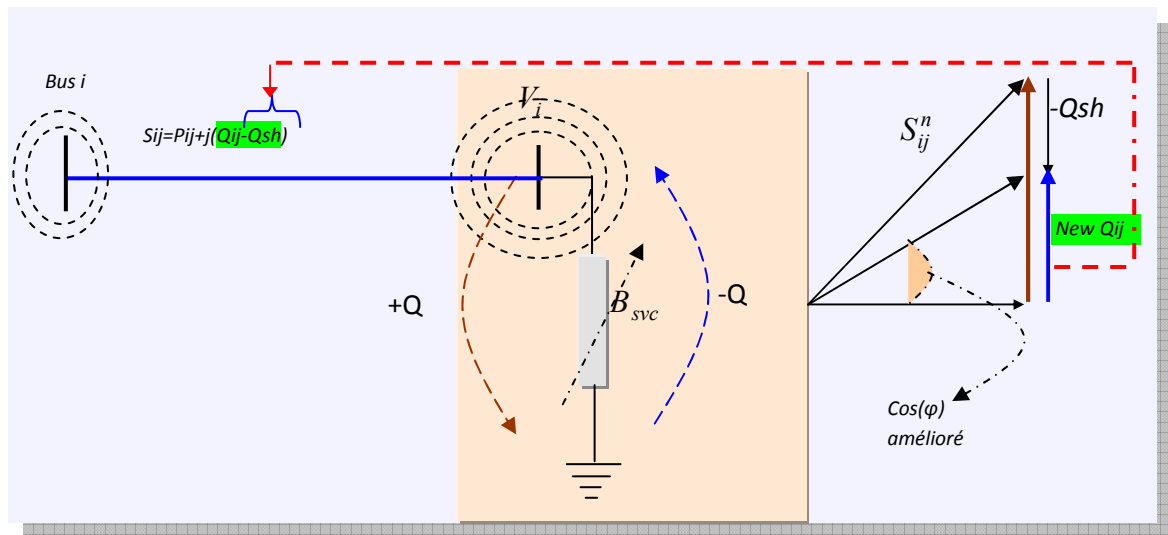


Figure III-8 : Principe de la compensation shunt

III-6-Transformateurs avec prises de réglable en charge

Un régulateur en charge modifie le rapport de transformation à l'intérieur d'une plage déterminée en augmentant ou diminuant le nombre de spires de l'enroulement haute tension. Il faut prendre garde de ne pas interrompre le courant ni mettre des spires en court-circuit lors de la commutation. Cela est réalisé par l'insertion temporaire d'une inductance ou d'une résistance. La plage de réglage est typiquement de $\pm 15\%$ avec une vingtaine de prises (échelon entre 1 et 2 %). Par rapport au réglage nominal, un changement de prises correspond à une injection d'une tension additionnelle au point d'insertion du transformateur, ce qui implique une modification de la répartition de la puissance réactive dans la zone concernée.

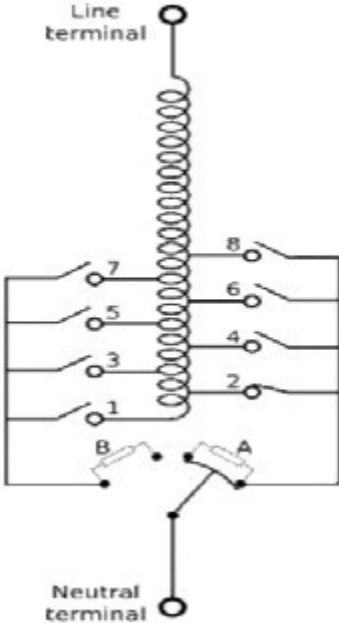


Figure III-9 : Transformateurs avec prises de réglage.

III-7- Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre un aperçu sur le rôle de l'écoulement de puissance dans la planification et l'exploitation des réseaux de distribution. Puis, nous avons exposé en bref les différentes méthodes utilisées pour l'analyse des réseaux électriques à savoir les méthodes de calculs simplifiés (analytique) et les méthodes itératives largement utilisés pour résoudre les systèmes non linéaires. Parmi les méthodes itératives existantes et qui est largement utilisée dans le domaine énergétiques la méthode de Newton-Raphson (N - R). Enfin, nous avons donné un aperçu sur les moyens techniques permettant d'améliorer l'exploitation des réseaux électriques dans le régime normal et anormal. Le prochain chapitre sera consacré à adapter ces méthodes pour l'analyse des réseaux de distributions de la ville de Biskra.

IV-1-Introduction

Cette partie est consacrée à l’analyse d’une partie du réseau de distribution HTA de Biskra pour l’amélioration de la qualité d’énergie fournie aux consommateurs. Le départ le plus critique est celui de M’lili a été choisi. Ce départ alimente une grande partie de consommateurs type agricole dont la demande en puissance augmente pendant la période d’été.

IV-2-Description du réseau de distribution de la ville de Tolga.

La majorité du réseau de distribution HTA de la ville de Tolga 90 pour cent est de type Aérien . Il compte 02 postes sources et 03 Cabine Mobile . La Puissance total installée actuel d’après les statistiques 2017 du réseau de distribution de la ville de Biskra de 300 MVA. Cette puissance est distribuée a travers 25 départs. Ces départs alimentent 1564 postes de 30/0,4KV. D’après les statistiques au niveau de centre de Biskra on remarque plusieurs coupures de courant surtout dans la période d’été. Le départ le plus affecté par les coupures et celui de Ourllale issue de la Cabine Mobile Tolga 220/30 Kv localisé à Tolga .[9]

IV-2-1 Postes sources existants

La direction de Biskra est alimentée par quatorze postes sources HT/MT de puissance 740 MVA répartie par poste et par service technique comme suit:

Tableau IV-1 : Postes sources existants.

Service technique	Poste source	Puissance installée (MVA)	Puissance pointe 2015 (MVA)	Nombre départ en service	Cellules Libres	Batterie	Coefficient de charge (%)
Biskra	PS 60/30kV Biskra	3x40	110.40	13	0	3	91.96
	CM 60/30kV El-Outaya	1x20	13.60	3	1	0	67.94
	CM 60/30kV Z.Industrielle	1x20	20.89	3	1	0	104.50
	PS 60/10kV H/Salhine	2x40	56.54	18	0	2	70.68
	CM 60/10kV El-Alia	1x20	19.06	4	0	1	95.32
	CM 60/10kV Z/Ouest	1x20	1.57	3	0	0	7.85*
O/Djellel	PS 60/30kV O/Djellel	2x40	75.30	10	4	6	94.13
	CM 60/30kVDoucen	1x20	12.46	2	1	0	62.30
Tolga	PS 60/30kV Tolga	2x30+40	80.96	10	2	3	80.96
	CM 60/30kV Leghrous	1x20	21.47	3	0	2	107.4
	CM 220/30kV Tolga	1x40	35.43	4	0	0	88.58

S/Okba	PS 60/30kV Ain Nagua	2x40	32.85	8	4	4	41.07
	PS 60/30kV Z.Hamed**	2x40	17.44	5	5/16	3***	21.80
	CM 60/30kV Chetma	1x20	19.20	3	1	0	95.97
	CM 60/30kV Garta	1x20	19.56	4	0	0	97.81
Charge totale de la DD de Biskra			$P_{appelée} = 536.80MVA$ et $K=72.53\%$				

- Le faible appel de charge de la CM Z/Ouest est dû à la nature de consommation des nouveaux logements desservi par cet ouvrage (appartements de type F3 et sociales); en revanche la charge prévisible de cet ouvrage pour l'exercice 2016 est de 10.29 MVA et ce suite aux travaux de raccordement des nouveaux lotissements sis à la zone ouest (31 postes MT/BT de puissance installée de 630KVA chacun sont en instance de MES) ainsi que le projet de raccordement des (176+280+60+100) Logts appartenant à l'OPGI et .
- Pour le PS Z/Hamed (répartie entre la DD de Biskra et Khenchla).
- Une batterie est fonctionnelle, la deuxième est hors tension tandis que la troisième est en défaut.

NB : La capacité des batteries est de 5.5MVAR pour les PS de Biskra et Tolga; est de 5 MVAR pour les CM de El-Alia, Legrouss et Doucen et le reste des PS.

■ Ce tableau laisse apparaître les remarques suivantes :

La puissance actuelle des postes est dans l'incapacité de faire face à la demande qui ne cesse de croître, comme nous constatons aussi l'étouffement de la majorité des étages MT ; ce qui laisse conclure que les investissements à réaliser seront lourds et imminents. Toutefois les durées de vie élevées des ouvrages de distribution et le poids des investissements correspondants font qu'il y a une grande inertie dans l'évolution des ouvrages.

■ Bien plus des ouvrages qui sont déjà en exploitation ; il a été octroyé pour la DD de Biskra pour l'exercice 2015 deux nouvelles cabines mobiles ; l'avancement des travaux de ces ouvrages est comme suit :

-CM Zone industrielle : CM sur site (au niveau du PS 60/30kV Biskra depuis 2014). Travaux génie civil en cours de réalisation par la DD de Biskra sur le compte GRTE/Sétif.

-CM Oumeche : Ouvrage déjà sous tension, un départ est mis en service les trois restants sont en cours de réalisation par les entreprises réalisatrices.

IV-3- Historique de charge de pointe 2013-2015

La Wilaya de Biskra a enregistré un dépassement de la puissance de garantie pour toutes sources sur les trois années d'études ; à l'exception du PS Ain Naga qui n'a pas enregistré un dépassement en 2015 suite à l'installation de la CM Garta bien avant la période des grades chaleurs. Le taux d'utilisation des sources sur les trois années ne dépasse pas 73%. La reprise de la charge, en cas de la perte d'une source, ne peut être vérifiée du fait de l'appel de charge important bien plus la saturation de la quasi-totalité des départs sans pouvoir les décharger suite à l'étouffement des étages MT.

Tableau IV-2 Tableau de charge de pointe 2013-2015.[9]

Postes source	Puissance installée (MVA)	Puissance garantie (MVA)	2013 (MVA)	2014 (MVA)	2015 (MVA)	Observation
PS 60/30kVBiskra	3x40	80	96.55	106.62	110.40	Dépassement de la PG
CM 60/30kV El-Outaya	1x20	-	-	12.01	13.60	
CM 60/30kV Z. Industrielle	1x20	-	16.66	17.66	20.89	
PS 60/10kV H/Salhine	2x40	40	50.80	53.65	56.54	Dépassement de la PG
CM 60/10kV El-Alia	1x20	-	15.07	16.78	19.06	
CM 60/10kV Z/Ouest	1x20	-	-	1.04	1.57	
PS 60/30kV O/Djellel	2x40	40	70.13	82.35	75.30	Dépassement de la PG
CM 60/30kVDoucen	1x20	-	-	3.22	12.46	
PS 60/30kV Tolga	2x30+40	60	69.44	64.83	80.96	Dépassement de la PG
CM 60/30kV Leghrous	1x20	-	19.93	20.54	21.47	
CM 220/30kV Tolga	1x40	-	19.71	34.1	35.43	
PS 60/30kV Ain Nagua	2x40	40	41.97	42.96	32.85	Puissance garantie
PS 60/30kVZ.Hamed	2x40	40	8.72	15.93	17.44	Source entre deux DD
CM 60/30kV Chetma	1x20	-	15.6	16.72	19.20	
CM 60/30kV Garta	1x20	-	-	-	19.56	
Total PMA (MVA)			424.58	488.41	536.73	
Total PI (MVA)			660	720	740	
Totale PG (MVA)			300	300	300	
Taux d'utilisation (%)			64.33	67.83	72.53	
Déficit en garantie (MVA)			124.58	188.41	236.73	

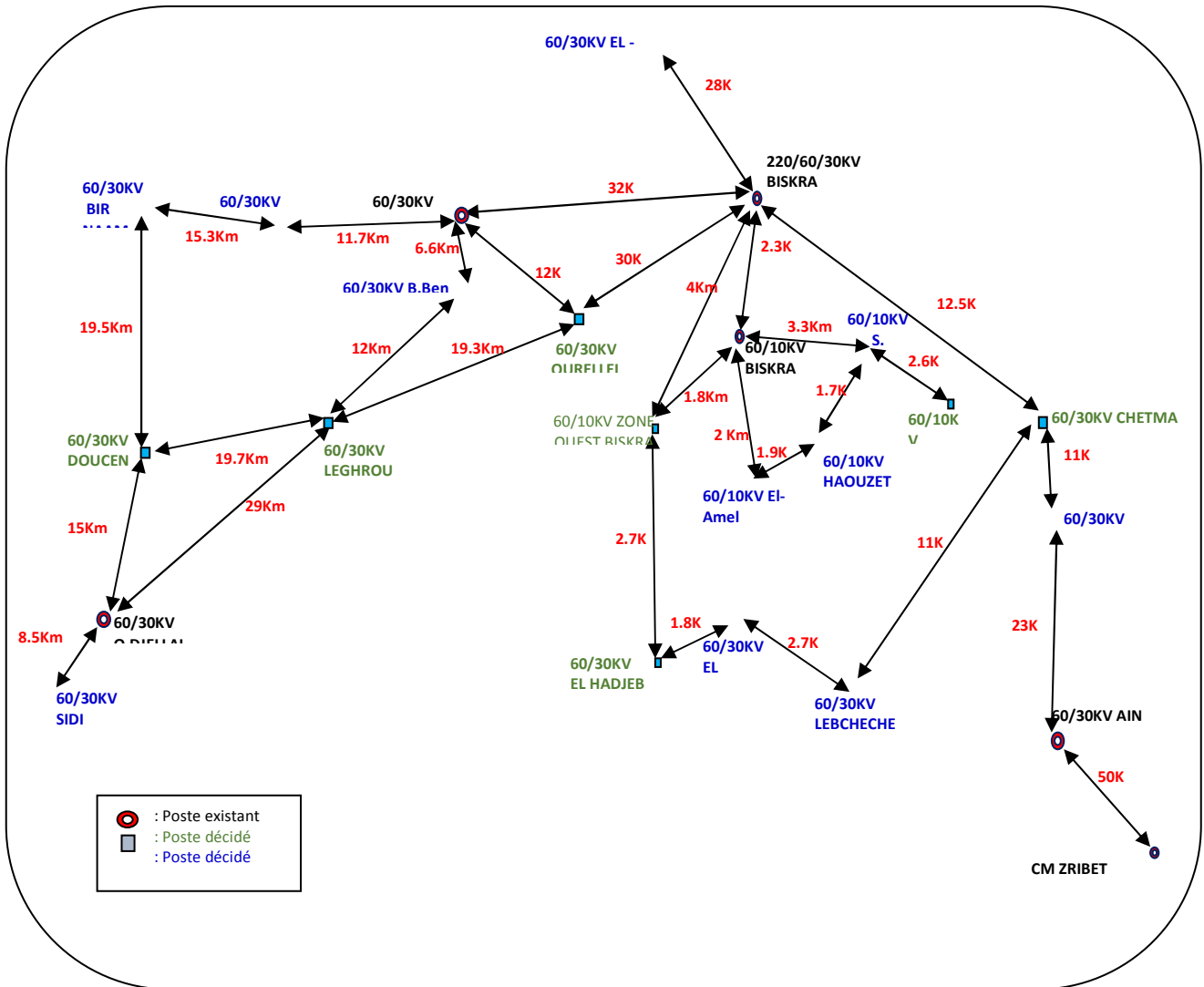


Figure IV-1 : Schéma unifilaire du réseau HT/MT : 220/60/30 KV.

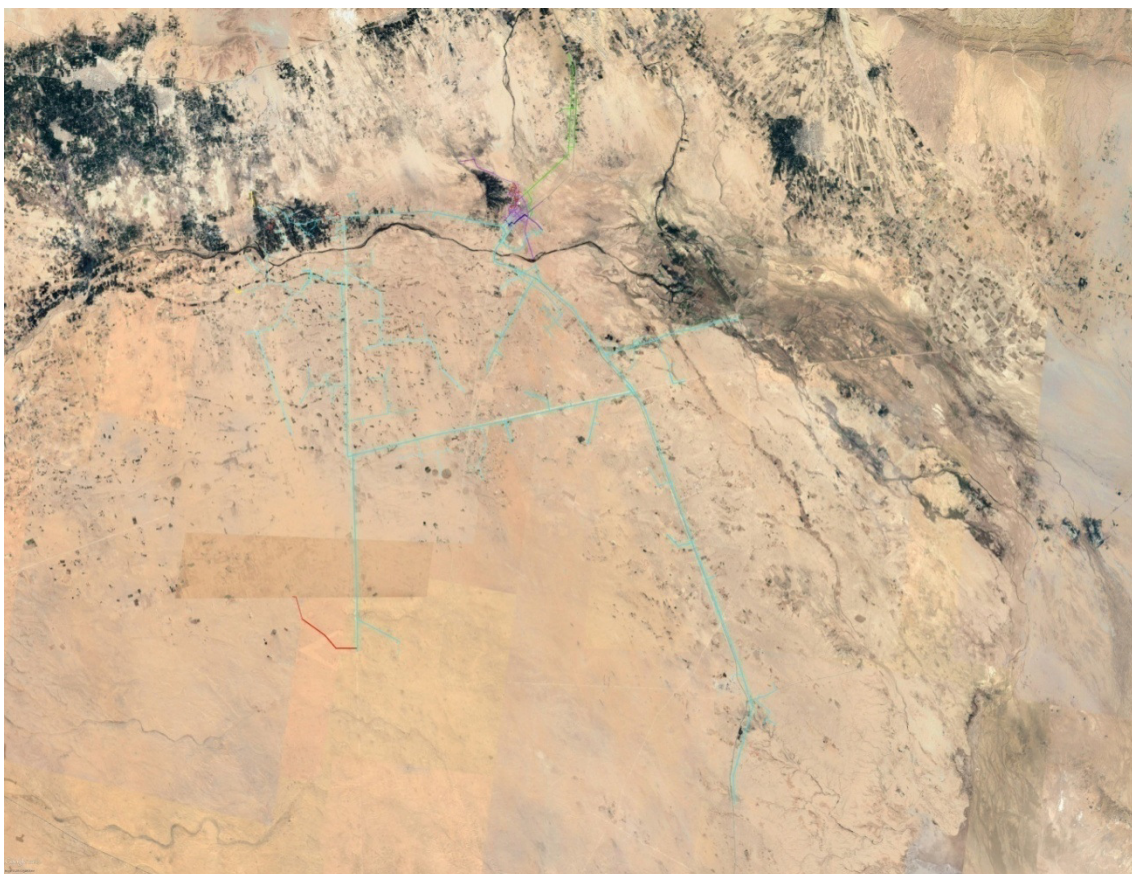


Figure IV-2 : Représentation le tracer de départ M'Lili

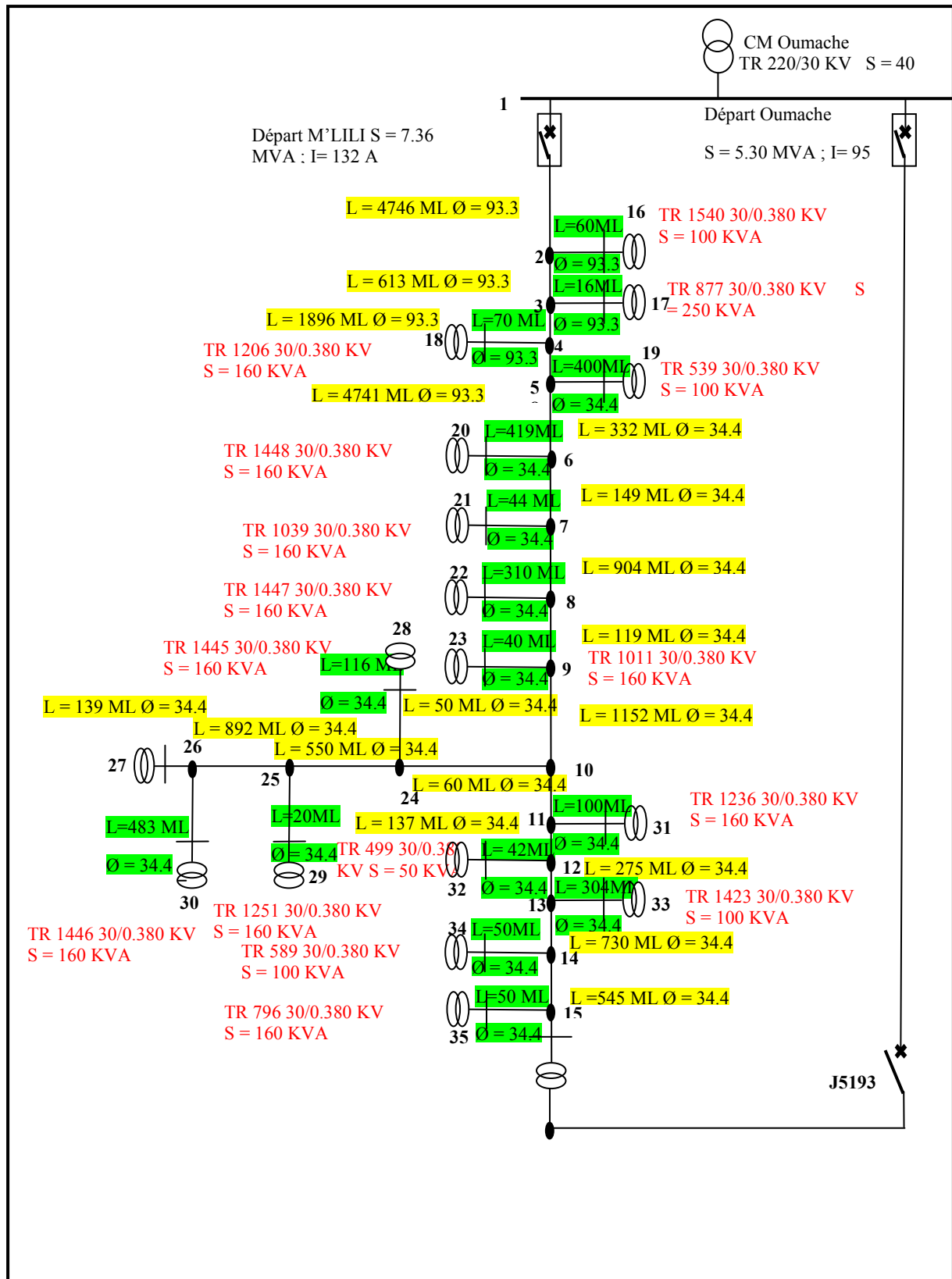


Figure IV-3 : schéma unifilaire du réseau de distribution : départ M'Lili. Possibilité de bouclage avec le départ Oumeche

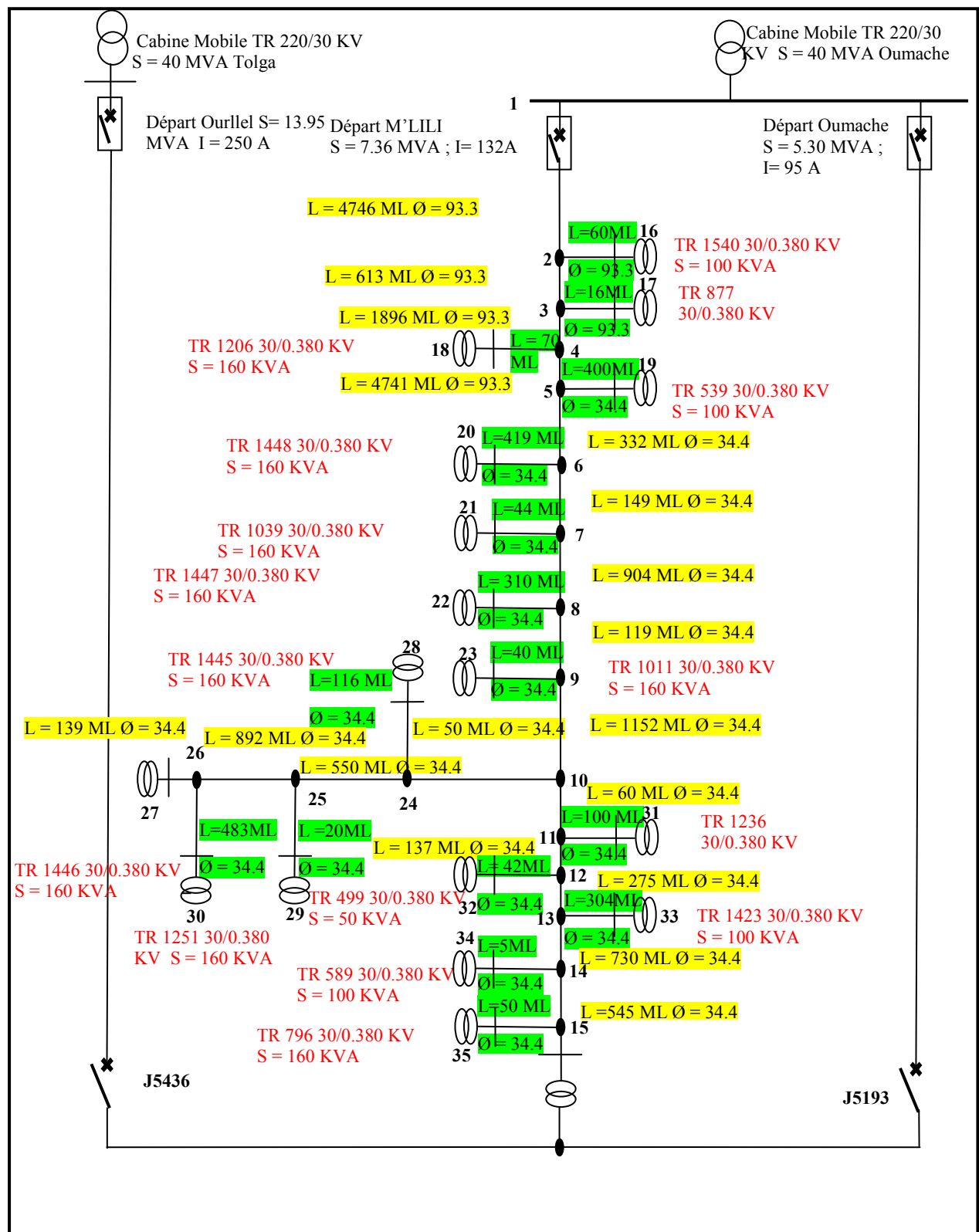


Figure IV-4 : schéma unifilaire du réseau de distribution : départ M'Lili. Bouclage avec le départ Ourllet.

IV-4- Analyse du réseau de distribution de la région de M'lili

IV-4-1 Cas normal

Ce premier test à pour objectif d'analyser le départ M'lili avec considération de la demande maximale qui est calculée d'après les mesures disponible au niveau du poste. Il faut noter que les charges de différents postes (10/0.4Kv) ont été mesurées pendant la période critique à l'été entre 13H et 15H.

IV-4-2- Départ 30Kv de M'Lili

Le départ 30Kv de M'lili est alimenté du Cabine Mobile 220/30 KV, il alimente 213 postes HTA/BTA (30/0,4Kv), le nombre de branches est de 35 lignes, la puissance active maximale demandée est de 4.5336 MW, la puissance réactive maximale demandée est de 3.4002 MVAR. Les courants admissibles sont : 270 A pour les lignes possédant une section de 93.3 mm² et de 140 A pour les lignes ayant une section de 34.5 mm². Les caractéristiques techniques du départ sont récapitulées dans les tableaux 4.3-4.4. Le départ M'lili possède des points de bouclage avec les autres départs localisés comme suit:

- J 5193 Depart Oumache.
- J 5436 Depart Ourllal Cabine Mobile 220/30 KV Tolga
- Poste 542 vers tronçon 5436 Depart Ourllal Cabine Mobile 220/30 KV Tolga

La figure représente le schéma unifilaire du réseau radial existant, la figure IV.5 montre le schéma unifilaire du réseau radial.

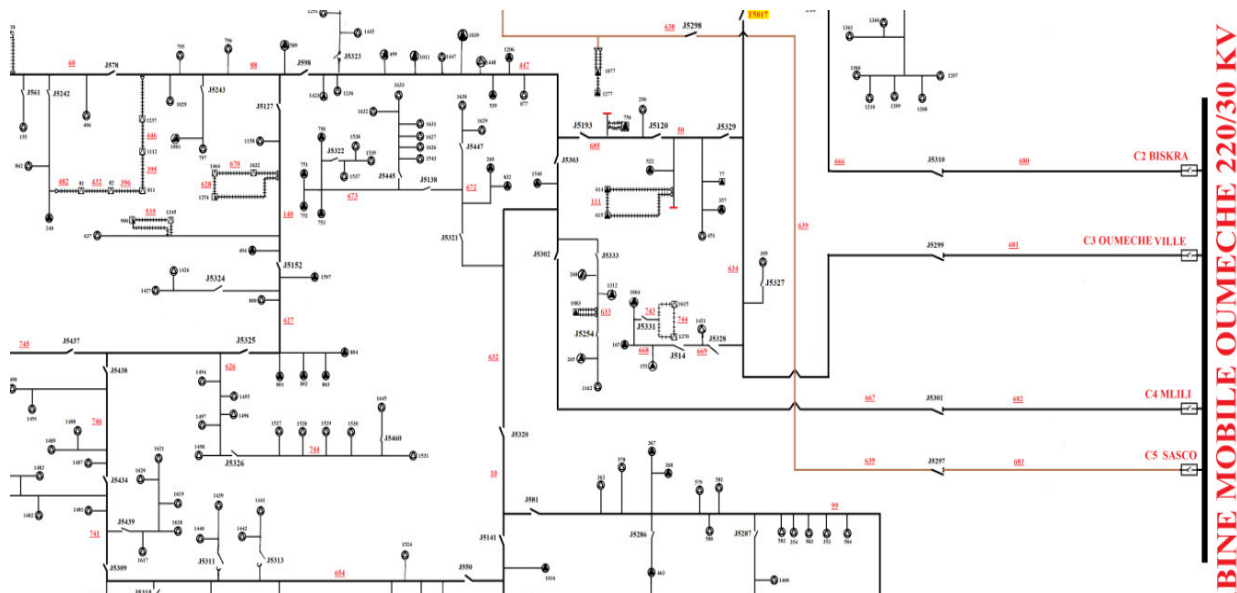


Figure IV-5: localisation du départ M'lili en coordination avec les autres départs : Cabine mobile Oumeche 220/30 KV.

Tableau IV-3 : Caractéristiques techniques des jeux de barres départ 30 KV de M'lili.

JB	type	Pd(KW)	Qd(KVAR)
1	3	0	0
2	1	0	0
3	1	0	0
4	1	0	0
5	1	0	0
6	1	0	0
7	1	0	0
8	1	0	0
9	1	0	0
10	1	0	0
11	1	0	0
12	1	0	0
13	1	0	0
14	1	0	0
15	1	4238.4	3178.8
16	1	12	9
17	1	30	22.5
18	1	19.2	14.4
19	1	12	9
20	1	19.2	14.4
21	1	19.2	14.4
22	1	19.2	14.4
23	1	19.2	14.4
24	1	0	0
25	1	0	0
26	1	0	0
27	1	19.2	14.4
28	1	19.2	14.4
29	1	19.2	14.4
30	1	19.2	14.4
31	1	19.2	14.4
32	1	6	4.5
33	1	12	9
34	1	12	9
35	1	19.2	14.4

Tableau IV-4 : Caractéristiques techniques des branches départ 30 KV de M'Lili.

de	à	R0 (Ω/KM)	X0 (Ω/KM)
1	2	0.357	0.35
2	3	0.357	0.35
3	4	0.357	0.35
4	5	0.357	0.35
5	6	0.357	0.35
6	7	0.357	0.35
7	8	0.357	0.35
8	9	0.958	0.35

9	10	0.958	0.35
10	11	0.958	0.35
11	12	0.958	0.35
12	13	0.958	0.35
13	14	0.958	0.35
14	15	0.958	0.35
2	16	0.958	0.35
3	17	0.958	0.35
4	18	0.958	0.35
5	19	0.958	0.35
6	20	0.958	0.35
7	21	0.958	0.35
8	22	0.958	0.35
9	23	0.958	0.35
10	24	0.958	0.35
24	25	0.958	0.35
25	26	0.958	0.35
26	27	0.958	0.35
24	28	0.958	0.35
25	29	0.958	0.35
26	30	0.958	0.35
11	31	0.958	0.35
12	32	0.958	0.35
13	33	0.958	0.35
14	34	0.958	0.35
15	35	0.958	0.35

IV-5 Test 1 : Ce premier test vise comme objectif principal l’analyse de l’état du départ M’Lili selon les données primaire disponible. Pour ce cas la puissance active demandée total est de 4.5336 MW, la puissance réactive demandée est de 3.4002 MVAR. La tension d’émission est de 30 KV. La distribution des tensions aux niveaux des jeux de barres du départ de M’Lili sont récapitulés dans le Tableau IV.5. La figure IV.6 montre la répartition des tensions et avngles aux jeux de barres en unité relative. La Figure IV.7 montre la répartition des tensions en baleur absolu (KV), la tension minimale (0.93672 p. u, 28.101 KV) est localisé dans le JB 35, la valeur des pertes totales engendrées est de **298.73 KW**. La répartition des pertes actives dans les lignes sont présentés dans la Figure IV.8. Figure 4.9 montre les courants transités dans les lignes. Il faut noter que la chute de tension est importante, ce qui nécessite l’intervention pour améliorer la qualité d’énergie fournies aux consommateurs.

Tableau IV-5 : Module de tension et angles aux jeux de barres : Départ 30 KV M'lili. Uem=30 KV

N° JB	Vm (u.r)	Vm (KV)	Ang (degré)
1	1.0000	30	0
2	0.9842	29.526	-0.12176
3	0.98217	29.465	-0.13773
4	0.97592	29.278	-0.18724
5	0.96036	28.811	-0.31335
6	0.95927	28.778	-0.32231
7	0.95879	28.764	-0.32632
8	0.95585	28.676	-0.35066
9	0.95509	28.653	-0.33719
10	0.94777	28.433	-0.20632
11	0.94715	28.414	-0.19506
12	0.9463	28.389	-0.17969
13	0.94459	28.338	-0.14879
14	0.94008	28.202	-0.066444
15	0.93672	28.102	-0.0046276
16	0.9842	29.526	-0.12174
17	0.98217	29.465	-0.13772
18	0.97592	29.278	-0.18721
19	0.96035	28.811	-0.31323
20	0.95926	28.778	-0.32211
21	0.95878	28.764	-0.3263
22	0.95584	28.675	-0.3505
23	0.95509	28.653	-0.33717
24	0.94777	28.433	-0.20622
25	0.94772	28.432	-0.20539
26	0.94767	28.43	-0.2045
27	0.94767	28.43	-0.20443
28	0.94776	28.433	-0.20616
29	0.94772	28.432	-0.20538
30	0.94766	28.43	-0.20425
31	0.94715	28.414	-0.19501
32	0.9463	28.389	-0.17968
33	0.94459	28.338	-0.14869
34	0.94008	28.202	-0.066429
35	0.93672	28.101	-0.0046019
Pd (MW)	4.5336		
Qd (MVAR)	3.4002		
Pertes totales (MW)	0.29873		

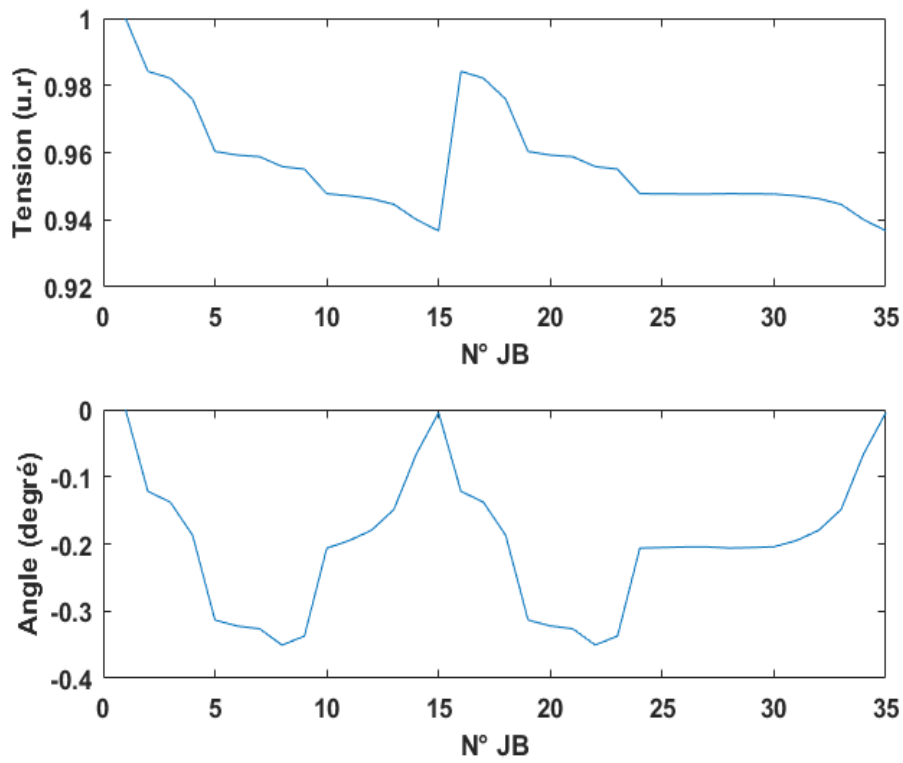


Figure IV-6 : Distribution des tensions aux jeux de barres en unité relative : Test1

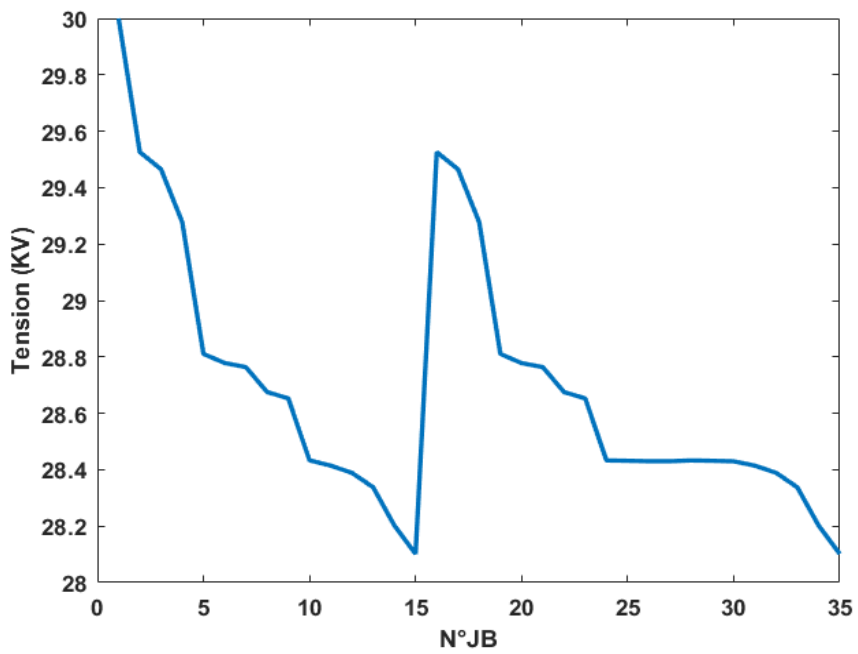


Figure IV-7 : Distribution des tensions aux jeux de barres en KV : Test1

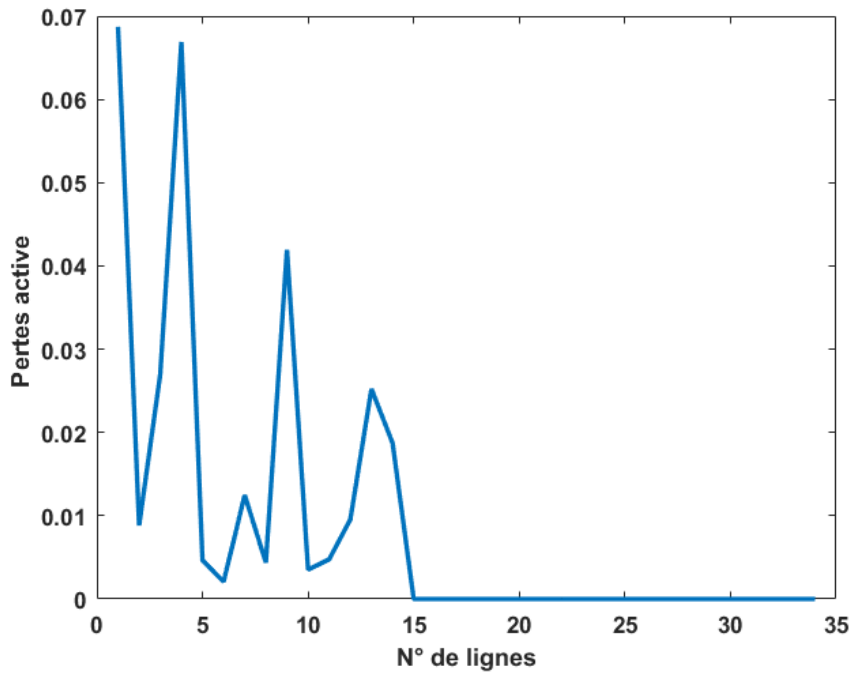


Figure IV-8 : Les pertes actives dans les branches : Test1

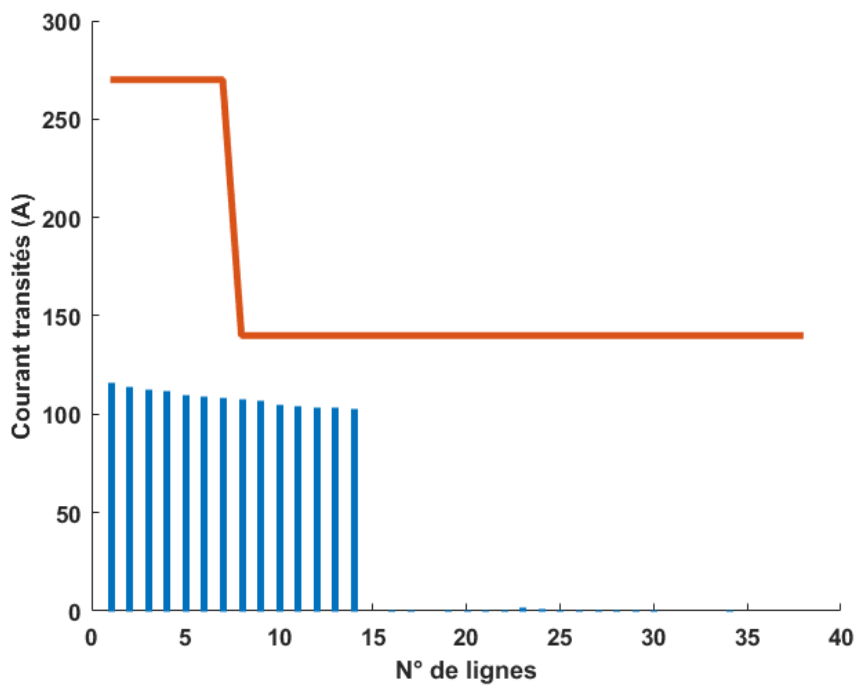


Figure IV-9: Les courants transités dans les lignes. Test1

IV-6- Test 2 : ce deuxième test vise comme objectif principal l'analyse de l'état du départ M'Lili selon les données primaire disponible. Pour ce cas la puissance active demandée total est de 4.5336 MW, la puissance réactive demandée est de 3.4002 MVAR. La tension d'émission est réglé à 32 KV.

La distribution des tensions aux niveaux des jeux de barres du départ de M'Lili sont récapitulés dans le Tableau IV.6. La figure IV.10 montre la répartition des tensions et angles aux jeux de barres en unité relative. La Figure IV.11 montre la répartition des tensions en valeur absolue (KV), la tension minimale (1.0077 p. u, 30.231 KV) est localisé dans le JB 35, la valeur des pertes totales engendrées est de **258.16KW**. Figure IV.12 montre les courants transités dans les lignes. Il faut noter que la chute de tension a été réduite à une valeur acceptable.

Tableau IV-6 : Module de tension et angles aux jeux de barres : Départ 30 KV M'lili. Uem=32 KV

N° JB	Vm (u.r)	Vm (KV)
1	1.0665	31.996
2	1.0519	31.556
3	1.05	31.499
4	1.0442	31.325
5	1.0297	30.891
6	1.0287	30.86
7	1.0282	30.847
8	1.0255	30.765
9	1.0248	30.744
10	1.018	30.54
11	1.0174	30.522
12	1.0166	30.499
13	1.015	30.451
14	1.0108	30.325
15	1.0077	30.231
16	1.0519	31.556
17	1.05	31.499
18	1.0442	31.325
19	1.0297	30.89
20	1.0287	30.86
21	1.0282	30.847
22	1.0255	30.765
23	1.0248	30.744
24	1.018	30.539
25	1.0179	30.538
26	1.0179	30.537
27	1.0179	30.537
28	1.018	30.539
29	1.0179	30.538

30	1.0179	30.536
31	1.0174	30.522
32	1.0166	30.499
33	1.015	30.451
34	1.0108	30.325
35	1.0077	30.231
Pd (MW)	4.5336	
Qd (MVAR)	3.4002	
Pertes totales (MW)	0.25816	

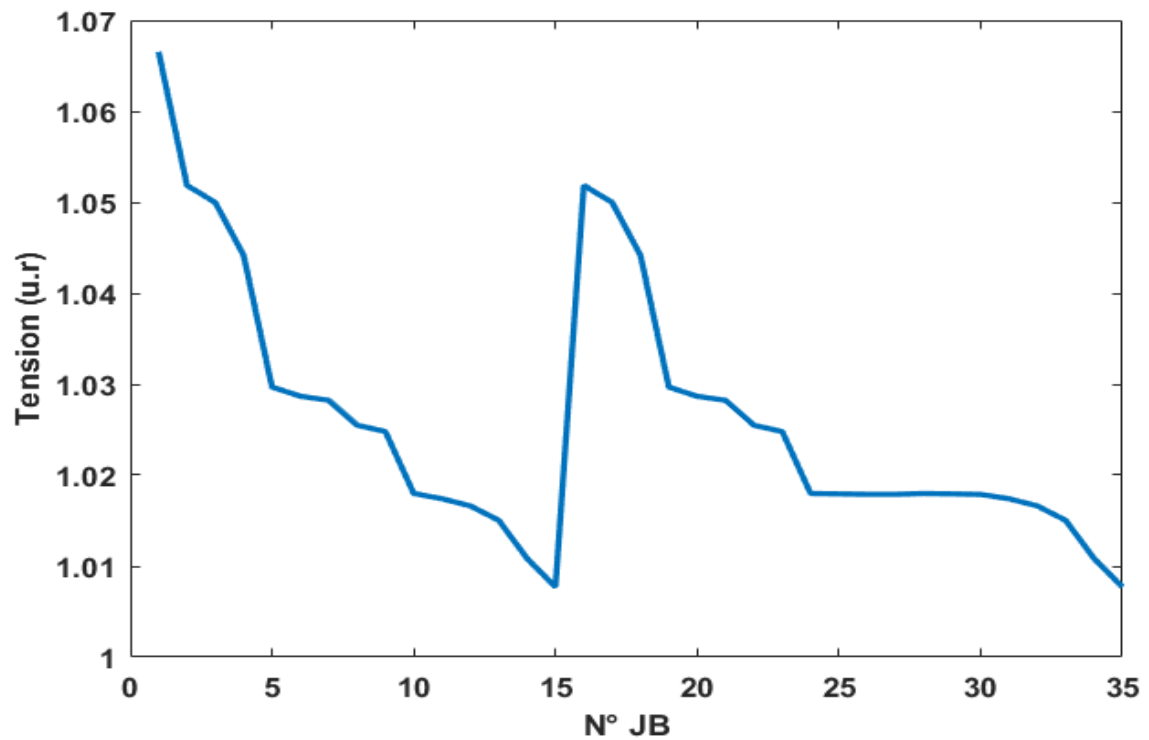


Figure IV-10 : Distribution des tensions aux jeux de barres en unité relative : Test2

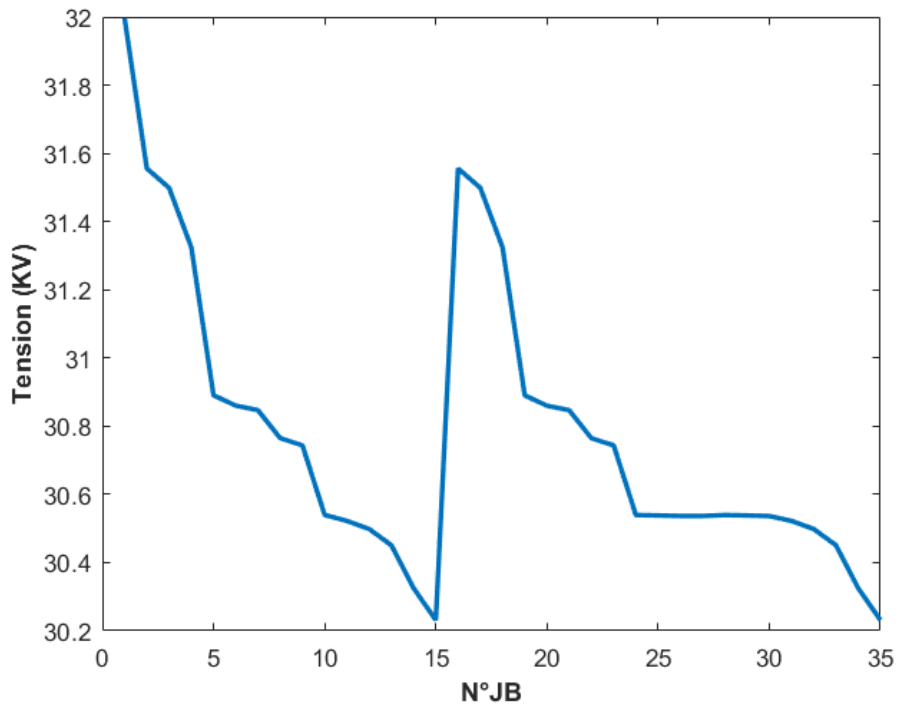


Figure IV-11 : Distribution des tensions aux jeux de barres en KV : Test2

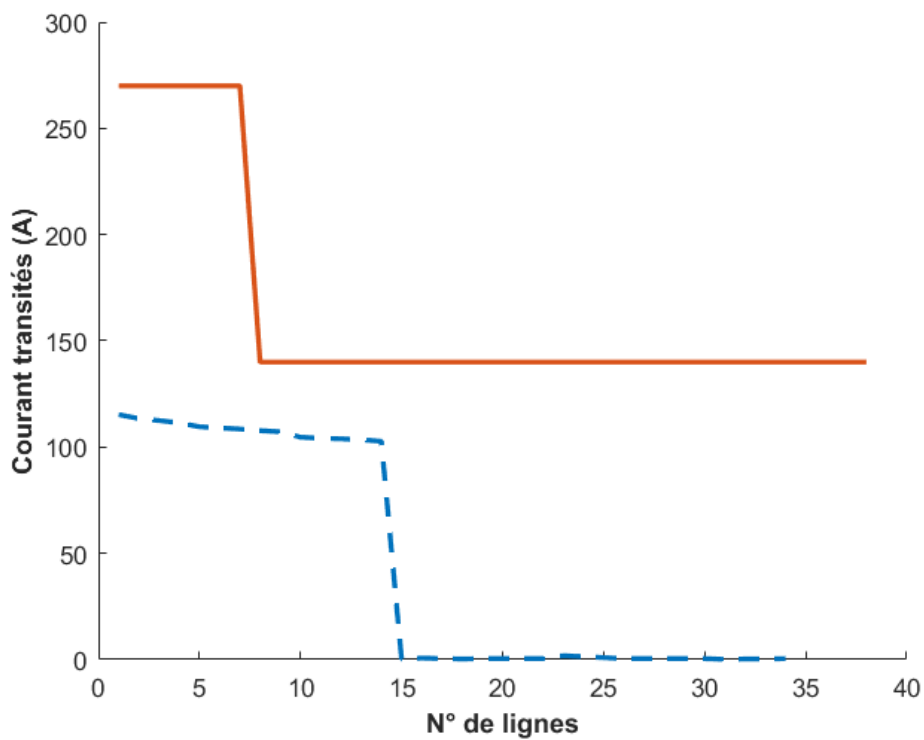


Figure IV-12: Les courants transités dans les lignes : Test2

IV-7- Test3 : ce troisième test vise comme objectif principal l'analyse de l'état du départ M'Lili avec considération de l'augmentation uniforme de la charge. Pour ce cas la puissance active demandée total est de 6.0448MW, la puissance réactive demandée est de 4.5336 MVAR. La tension d'émission est réglé à 32 KV.

La distribution des tensions aux niveaux des jeux de barres du départ de M'Lili sont récapitulés dans le Tableau IV.10 la tension minimale (0.9866 p. u, 29.5979 KV) est localisé dans le JB 35, la valeur des pertes totales engendrées est de **478.6 KW**. Il faut noter que les tensions dans les jeux de barres sont leurs limites acceptables.

Tableau IV-7: Module de tension et angles aux jeux de barres : Départ 30 KV M'lili. Avec augmentation de la charge : Uem=32 KV

N° JB	Vm (u.r)	Vm (KV)
1	1.0667	32.0006
2	1.0467	31.4012
3	1.0441	31.3239
4	1.0362	31.0866
5	1.0165	30.4958
6	1.0152	30.4545
7	1.0145	30.4361
8	1.0108	30.3247
9	1.0099	30.2959
10	1.0006	30.0179
11	0.9998	29.9941
12	0.9987	29.9618
13	0.9966	29.8970
14	0.9909	29.7255
15	0.9866	29.5979
16	1.0467	31.4011
17	1.0441	31.3239
18	1.0362	31.0866
19	1.0165	30.4955
20	1.0151	30.4541
21	1.0145	30.4361
22	1.0108	30.3244
23	1.0099	30.2958
24	1.0006	30.0176
25	1.0005	30.0159
26	1.0005	30.0141
27	1.0005	30.0139
28	1.0006	30.0175
29	1.0005	30.0159
30	1.0005	30.0136
31	0.9998	29.9940

32	0.9987	29.9618
33	0.9966	29.8968
34	0.9909	29.7255
35	0.9866	29.5979
Pd (MW)	6.0448	
Qd (MVAR)	4.5336	
Pertes totales (MW)	478.6	

IV-8-Description des résultats

D'après l'analyse préliminaire du départ de M'lili en termes de chute de tension et pertes active totale, les commentaires et recommandation suivantes sont à considérer pour assurer une meilleure exploitation du départ tout en considérant les projets à réaliser.

1. La tension d'émission 30 KV est insuffisante pour garantir une qualité de tensions fournie aux consommateurs
2. Pour la tension 30 KV Les courants transités dans les lignes sont dans leurs limites admissibles.
3. Pour la tension d'émission 32 KV, les tensions aux niveaux des jeux de barres sont dans leurs limites admissible, les pertes active ont été réduite.
4. Vue l'importance des projets agricole à réaliser dans le futur, une augmentation uniforme de la charge est effectuée pour la tension d'émission de 32 KV. Les résultats obtenus montrent clairement cette tension est suffisante pour assurer une exploitation efficace du départ.

IV-9- Recommandations suggérées

1. Il faut considérer les point de bouclage avec les autres départs afin d'assurer une exploitation efficace pendant les heures de pointes et en cas de défauts.
2. Réaliser une planification efficace de la puissance réactive par l'installation des batteries de condensateurs appropriées.

CONCLUSION GENERALE

Le tache principale du réseau de distribution d'énergie électrique c'est d'assurer le mouvement de cette énergie (active ou réactive) en la transitant par des lignes ou câbles HTA (30 et 10 kV) et entre les différents postes de livraison (postes sources HTB/HTA) et les consommateurs BTA(400/230 V) selon les normes techniques admissibles. L'architecture d'un réseau de distribution électrique moyenne tension (HTA) est plus ou moins complexe suivant le niveau de tension, la puissance demandée et la sûreté d'alimentation requise.

Suite à des décisions politiques et économiques liées principalement à l'amélioration du secteur d'agriculture en zones de Tolga, l'électrification des périmètres agricoles ne cesse de se développée depuis quelques années. Nous constatons que, le réseau électrique se développe progressivement à partir des zones industrialisées et consommatrices d'énergie vers des zones de plus en plus agricoles et de forte densité des agriculteurs. Ces aspects impactent fortement sur l'expansion des réseaux de distribution électriques dans des zones agricoles. Dans ce projet de fin d'étude nous avons exposé une des statistiques sur l'état énergétique du secteur agricole dans la region de Tolga et analyser selon les données disponible une partie du réseau de distribution destiné à l'alimentation des zones agricole et en particulier la région de M'lili. Cette analyse préliminaire nous a permet de déterminer l'état actuel des investissements existants en termes de qualité de la tension et les pertes totales ainsi que les prévisions d'extension envisagés a court et long terme.

Comme perspective nous proposons d'élargir cette étude pour traiter les axes suivants :

1. Il faut considérer les point de bouclage avec les autres départs afin d'assurer une exploitation efficace pendant les heures de pointes et en cas de défauts.
2. Réaliser une planification efficace de la puissance réactive par l'installation des batteries de condensateurs appropriées.

BIBLIOGRAPHIE

[1] J.L.LILIEN Cours donné à l'Institut d'Electricité Montefiore Université de Liège 2006
[2] J.L.LILIEN Cours donné à l'Institut d'Electricité Montefiore Université de Liège 2010
[3] Ontario power génération inc.2010
[4] Les Réseaux Électriques : Filière Ingénieur E .E.Automatique.2015
[5] « http://fr.scribd.com/doc/211034424/4597291-Generalites-Sur-Les-Reseaux-Electriques »- Article
[6] :Article :n°155 les réseaux de distribution publique MT dans le monde. Christian Puret
[7]: 073 Des réseaux électriques aux «Smartgrids » HADJSAÏD Nourredine et SABONNADIÈRE Jean-Claude.
[8] : Présentation de la Direction des Services Agricole (DSA)
[9] : Division Développement et Planification Réseaux Electricité et Gaz
[10]: Mémoire de Fin d'Etudes ضمان التغذية المستقبلية لمركز استهلاك – جامعة-المغرب-اسطيل
[11] : A. Kazemi, H. Andamim "Facts devices in deregulated electric power systems", IEEE April 2004.
[12] : Georges Thomasset, "la conception des réseaux industriels en haute tension"