



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

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Electrotechnique
Réseaux Electriques

Présenté et soutenu par :
CHERGUI NOUREDDINE

Etude et analyse du plan de tension d'un système conduite électrique (Réseaux de la wilaya de Biskra)

Jury :

Dr. Ben Alia Khaled	MCB	Université de Biskra	Président
Dr. Rouina Abdelhafid	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr. Dendouga Abdelhakim	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2019 - 2020

Dédicaces



Grace à Allah voilà notre travail est terminé et il est temps pour moi de partager ma joie avec tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents

A mes très chers filles

A ma femme

A mes très chers frères et leurs enfants

A ma grande famille

A tous mes amis et proches

A tous les travailleurs de sonelgaz

A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Allah le Tout-puissant de m'avoir donné le courage, la volonté, la patience et la santé durant toutes mes années d'étude et que grâce à lui ce travail a pu être réalisé.

Mes remerciements les plus vifs, vont à mon directeur de mémoire monsieur **Dr. ROUINA ABDELHAFID**, pour son aide et son orientation

Je remercie également tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail :

- **Dr. BEN ALIA KHALED**
- **Dr. DENDOUGA ABDELHAKIM**

Je remercie monsieur **HAMSSI ABDE SALEM** qui ma fournit tous les moyens pour compléter ce travail au niveau du Centre Régional de Conduite Sétif (CRC)

Je remercie monsieur **TOUHAMI MOUHAMED** qui ma fournit tous les moyens pour compléter ce travail au niveau du POSTE BISKRA

Je tiens à remercier monsieur **ABADLI FOUAD** pour sa disponibilité ses conseils

Je remercie également tous les enseignants de l'institut d'électrotechnique de l'université de Biskra et sur tout **Dr. GATAF ABDERAZEK** et **Dr. SAADI RAMZI**

Je remercie également tous les l'étudiant de l'institut d'électrotechnique de l'université de Biskra

Et à la fin merci à toute personne qui nous a aidés de près ou de loin

GRAND MERCI

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	H
Chapitre 01.....	1
GENERALITES SUR LA CONDUITE DES SYSTEMES ELECTRIQUES	1
Introduction	1
1.1. Généralité sur le réseau Algérie	2
1.1.1. Définition du Réseau électrique.....	2
1.1.2. Fonctionnement du réseau électrique.....	2
1.1.3. Évolution de l'organisation générale du secteur de l'énergie	2
1.1.4. La constitution du réseau de Transport Algérien	4
1.1.5. L'évolution du réseau électrique algérien	6
1.2. La conduite du système production-transport.....	6
1.2.1. Définition	6
1.2.2. Caractéristiques de La conduite du système électrique	6
1.2.3. Objectifs de la conduite du système électrique	7
1.2.4. Problématique de la conduite du réseau de production-transport.....	7
1.2.5. Evolution de la Puissance maximale appelée (PMA)	9
1.2.6. La corrélation demande – température	10
1.2.7. Les centres de conduite des réseaux électriques	11
1.2.8. La programmation de la conduite	12
Conclusion.....	15
Chapitre 02	16
REGLAGE DE LA TENSION	16
Introduction	16
2.1. Généralités	16
2.1.1. La tenue de tension.....	16
2.1.2. La puissance réactive	17
2.1.3. Puissance maximale transmissible dans une ligne.....	19
2.1.4. Classes de tension de réseau électrique Algérien	20
2.1.5. Les limites des paramètres de fonctionnement du système production – transport Algérien	21
2.2. Outils de régulation de la tension.....	22
2.2.1. Produire ou consommer de la puissance réactive.....	22
2.2.2. Les régulateurs en charge de transformateurs à prises variables.....	23
2.3. Pourquoi régler la tension ?.....	24
2.3.1. Satisfaire les clients, les distributeurs et les producteurs.....	24

SOMMAIRE

2.3.2. Satisfaire les besoins du Système	24
2.3.3. Respecter les contraintes de fonctionnement des matériels.....	24
2.4. Chaîne de réglage de la tension.....	25
2.4.1. Réseau de distribution à moyenne tension	26
2.4.2. Réseau de répartition à haute tension.....	26
2.4.3. Réseau de transport à très haute tension.....	26
2.5. Moyens de régulation de la tension leurs modes opératoires et leurs impacts.....	27
2.5.1. Régulation au niveau des groupes	27
2.5.2. Régulation au niveau des transformateurs	28
2.5.3. Régulation par les manœuvres des condensateurs et des réactances	28
Conclusion.....	28
Chapitre 03	29
ANALYSES ET RESULTATS	29
Introduction	29
3.1. Les Outils utilisés dans cette étude	29
3.1.1. Outils de supervision et contrôle (SCADA).....	29
3.1.2. Outil de simulation utilisé SPIRA	30
3.2. Le réseau électrique de la région de Sétif	31
3.3. Réseau de algérien pour la willaya de Biskra (avant été 2020)	31
3.4. Critères du choix des postes à analysés	32
3.5. Analyse par simulation	35
3.5.1. Les profils de consommation.....	35
3.5.2. La tension au niveau des postes.....	37
3. 6. La responsabilité de pointe.....	38
3.6.1. Evolution de la Puissance maximale appelée(PMA) de la willaya Biskra.....	38
3.6.2. La puissance réactive de la willaya de Biskra	40
3.6.3. La Corrélacion entre la variation de tension et la charge de la wilaya de Biskra	42
3.7. Renforcements réseau de la willaya de Biskra	45
3.7.1. Avant l'année 2020	45
3.7.2. L'année 2020.....	45
3.7.3. Les ouvrages du réseau prévus pour l'année 2021 à la willaya de Biskra	45
Conclusion.....	46
CONCLUSIONS GENERALES	46

Liste des figures

Figure 1.4 : Objectifs d'un Système de conduite	7
Figure 1.5 : L'évolution du parc de production Algérien par producteur.2019	8
Figure 1.6 : Flux énergétique année 2011	9
Figure 1.7 : Evolution de la Puissance maximale appelée.....	9
Figure 1.8 : Evolution de la PMA et des températures littorales	10
Figure 1.9 : Salle de commande de dispatching.....	11
Figure 1.10 : Courbe de charge de la journée du 08 MAI 2016	13
Figure 1.11 : Les échanges sur les interconnexions L'année 2015	14
Figure 2.1 : Modèle monophasé en π d'une ligne électrique triphasée	17
Figure 2.2 : Diagramme de Fresnel du modèle en π monophasé	18
Figure 2.3 : Modèle de la ligne simplifiée avec charge résistive	19
Figure 2.4 : Limite de stabilité en tension d'une ligne de transport	19
Figure 2.5 : La chaîne de réglage de la tension	25
Figure 2.6 : Mise en œuvre la régulation de la tension	27
Figure 3.1 : Courbe de charge de la région Sétif de la journée du 08 MAI 2020	31
Figure 3.2 : carte prévisionnelle du réseau de la wilaya de bistra (avant été 2020)	32
Figure 3.3 : visualisation des résultats (Masques graphiques).....	33
Figure 3.4 : visualisation des résultats (Fichier texte)	34
Figure 1.5 : Le profil de consommation par des postes HT/MT.....	35
Figure 1.6 : Les courbes des tensions pour les postes HT/MT.....	37
Figure 3.7 : Montre l'évolution de la PMA sur la période 2015 - 2020 de la wilaya Biskra.....	40
Figure 3.8 : la puissance réactive sur la période 2015-2020 de la wilaya Biskra.....	41
Figure 1.9 : Courbe de tension pour le poste Biskra 220/60/30KV	42

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : L'évolution du réseau électrique algérien.....	6
Tableau 2.1 : Niveau de tension de réseau électrique Algérien.....	21
Tableau 2.2 : Limites de tension en situation normale.....	21
Tableau 3.1 : Evolution de la Puissance maximale appelée (PMA) de la Willaya de Biskra.....	39
Tableau 3.2 : la Puissance réactive en (Mvar) de la Willaya de Biskra.....	41
Tableau 3.3 : la chute de tension de poste 220/60/30KV Biskra	43
Tableau 3.4 : Résumé tous les postes importants.....	43

Listes des Acronymes

SCADA: supervisory control and data acquisition.

SPTE : système de production-transport d'électricité.

EGA : Electricité et Gaz d'Algérie.

Spa : société par actions.

EPIC : entreprise publique.

OS: Opérateur Système Electrique.

GRTE : Société Algérienne de Gestion du réseau de Transport de l'Electricité..

SPE : Société Algérienne de Production de l'Electricité.

SDE :Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de l'Est.

SDA : Société de Distribution de l'électricité et du Gaz d'Alger

SDO : Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest.

SDC : Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre.

CREG : Commission de Régulation.

STEG : Société tunisienne d'électricité et de gaz.

ONE : office national d'électricité.

CRC : centre régional de conduite.

CNC : centre national de conduite.

PMA : la Puissance maximale appelée.

IPP: independent power production.

KAHRMA: Shariket Kahraba Wama.

SKB : Shariket Kahraba Wama

SKH : Shariket Kahraba Hadjret Ennous

SKT: Shariket Kahraba Terga

SKS : Shariket Kahraba Skikda

SKD : Shariket Kahraba Koudiet Eddraouche

SKTM : Shariket Kahraba Wa Taket Moutadjadida

SPP1 : Shariket Kahraba

Listes des Symboles

Θ : l'angle de transport.

Φ : le déphasage du courant par rapport à la tension.

V_1 : la tension au début de la ligne.

V_2 : la tension à la fin de la ligne.

ΔV : la chute de tension

P_1 : la puissance active au début de la ligne.

P_2 : la puissance active à la fin de la ligne.

Q_1 : la puissance réactive au début de la ligne.

Q_2 : la puissance réactive à la fin de la ligne.

P_{max} : puissance maximale transmissible dans une ligne.

U_{cr} : la tension critique.

P_{cr} : la puissance critique.

m : Rapport de transformation.

U_s : Tension secondaire.

U_p : Tension primaire.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'évolution rapide du réseau électrique Algérien dans sa taille et sa complexité par la mise en service de plusieurs ouvrages et l'interconnexion du réseau national au réseau européen, impose le développement du système électrique pour une meilleure exploitation, conduite et sécurité du système électrique, ainsi pour satisfaire les besoins des consommateurs..

La tension est, avec la fréquence, un des paramètres les plus importants pour la sûreté et la stabilité du système électrique. L'opérateur système définit des normes d'exploitation des réseaux que les gestionnaires doivent appliquer. Ces normes permettent notamment d'assurer la sûreté du système électrique et la qualité de l'énergie délivrée.

Le maintien de la tension est une contrainte imposée au système électrique. Ce travail porte leur attention sur la problématique de la conduite des systèmes production-transport du réseau Algérien, notamment, le plan de tension du réseau de transport Biskra montrer l'utilité du réglage de tension dans les réseaux électriques.

Notre travail se divise en trois chapitres :

Dans le premier chapitre nous avons présenté des généralités sur la conduite des systèmes électriques et une vue générale sur l'évolution de l'organisation du secteur d'énergie Algérien avec La présentation des données actualisées sur l'évolution de la consommation d'électricité dans les dernières années et la stratégie du secteur d'énergie algérien pour couvrir cette augmentation.

Dans le deuxième chapitre, nous montrons la problématique du réglage de tension dans les réseaux électrique, son utilité et les principes de base de son fonctionnement.

Le troisième chapitre décrit en détail les différents outils utilisés dans ce travail, avec l'explication des deux principales méthodes utilisées dans notre étude, l'analyse des données SCADA, et la simulation par le logiciel SPIRA, Ensuite présente une comparaison sur La Corrélation entre la variation de tension et la charge de la wilaya de Biskra basé sur la responsabilité de pointe.

En fin, une conclusion générale et des annexes terminant ce travail.

Chapitre 01

GENERALITES SUR LA CONDUITE DES SYSTEMES ELECTRIQUES

Introduction

Les « systèmes électriques », c'est-à-dire les **ensembles interconnectés production-transport-consommation**.

On appelle communément « système électrique » l'ensemble des installations électriquement interconnectées qui assure la livraison, à tous les utilisateurs d'électricité, des kilowattheures produits à partir de sources d'énergie primaire telles que l'hydraulique, les combustibles fossiles, la fission nucléaire, l'énergie éolienne, voire, mais encore marginalement, l'énergie solaire directe.

Conduire un système électrique, c'est d'abord définir le partage des rôles et responsabilités entre les nombreux acteurs concernés. Ensuite, pour les « gestionnaires du réseau de transport » qui, dans chaque pays, ont le rôle de chef d'orchestre et la maîtrise directe des moyens de conduite, il s'agit de préparer les situations à venir, puis, depuis leurs centres de conduite ou « dispatchings », de surveiller le système et de le maîtriser, d'anticiper les possibles difficultés. Enfin, il s'agit de rendre à chacun des acteurs l'image de son rôle dans l'exploitation passée et de procéder aux règlements financiers correspondants.

Ce chapitre s'articule autour deux grandes parties. Après une vue générale sur les systèmes électriques algérien en première partie, une brève description de la conduite de système production-transport, est donnée en deuxième partie.

1.1. Généralité sur le réseau Algérie

1.1.1. Définition du Réseau électrique

De la sortie de la centrale électrique au compteur de l'utilisateur final, l'électricité doit transiter sur un réseau électrique. On appelle réseau électrique l'ensemble des infrastructures permettant d'acheminer l'énergie électrique des centrales, vers les consommateurs. Il est constitué de lignes électriques exploitées à différents niveaux de tension, connectées entre elles avec des postes électriques qui permettent de répartir l'électricité et de la faire passer d'une tension à l'autre grâce aux transformateurs. De plus, les postes électriques assurent des fonctions stratégiques de protection du réseau.

1.1.2. Fonctionnement du réseau électrique

A la sortie des groupes de production la tension est de 10 à 15 KV. Cette tension est élevée pour être transportée sur les lignes de très haute tension 220KV/ 400KV, elle est de nouveau transformé en moyenne et basse tension.

1.1.3. Évolution de l'organisation générale du secteur de l'énergie

C'est l'ordonnance n° 69-59 du 28 juillet 1969 (parue au journal officiel n° 63 du 1^{er} août 1969) qui porte dissolution « Electricité et Gaz d'Algérie » (EGA) et création de la nouvelle Société Nationale de l'Électricité et du Gaz, SONELGAZ, Depuis sa création en 1969 et de son activité de service public, Sonelgaz a toujours vécu au rythme de son environnement, les mutations induites par l'économie mondiale ont imposé l'ouverture vers l'extérieur et l'ouverture vers l'économie de marché [4].

Sonelgaz est passée du statut EPIC en 1995, à celui de société par actions (Spa) en 2002 dès la promulgation de la loi du 5 février 2002.

La loi 02-01 du 5 février 2002 relative aux règles applicables aux activités liées à la production, transport, distribution et à la commercialisation de l'électricité, consacre :

- L'ouverture de la production de l'électricité à la concurrence.
- L'accès des tiers au réseau.
- La création d'une autorité de régulation indépendante « CREG »
- La restructuration de l'opérateur historique, la Sonelgaz transformée en holding de sociétés par actions .

Les filiales métiers de base

Les principales activités ont été érigées, dès janvier 2004 en filiales :

- Opérateur Système Electrique (OS)
- Société Algérienne de Gestion du réseau de Transport de l'Electricité (GRTE)
- Société Algérienne de Production de l'Electricité (SPE)
- Société de Distribution d'Electricité et du Gaz de l'Est (SDE)
- Société de Distribution de l'électricité et du Gaz d'Alger (SDA)
- Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz de l'Ouest (SDO)
- Société de Distribution de l'Electricité et du Gaz du Centre (SDC) [4].

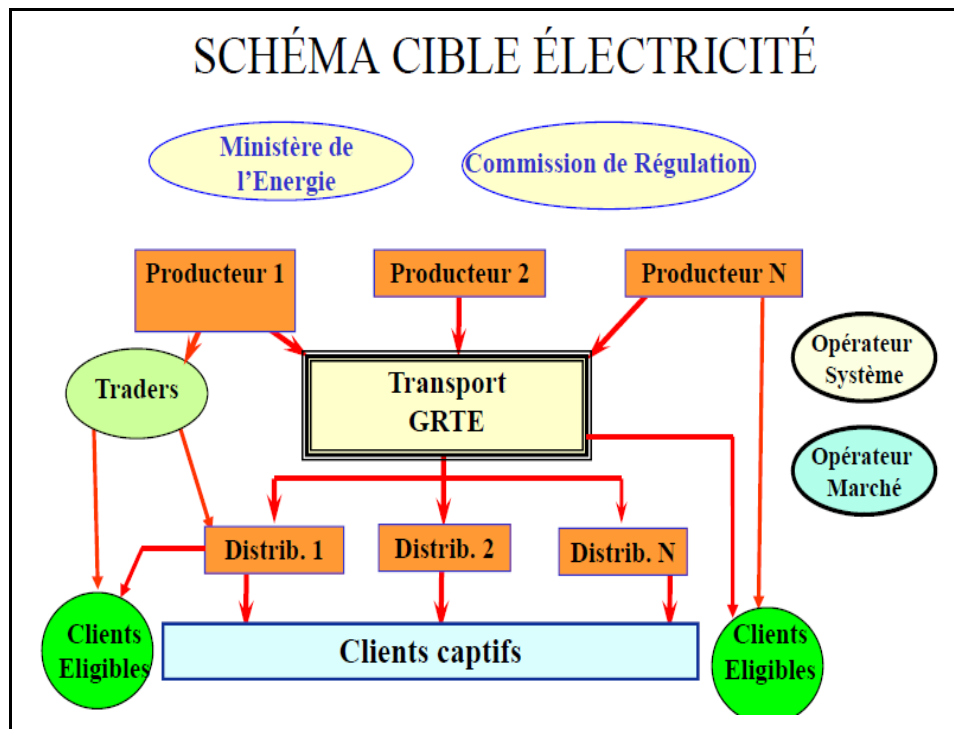


Figure 1.1: schéma cible d'électricité [5].

On peut citer quelques filiales :

a. L'Opérateur Système Electrique (OS)

L'Opérateur Système Electrique (OS) a pour mission, la gestion et la coordination du système de production et de transport de l'électricité en vue d'assurer l'équilibre permanent entre la production et la consommation d'électricité.

Créé en Janvier 2006, l'opérateur système dispose d'un Centre National de Conduite du réseau interconnecté (Dispatching National) pour la gestion, la sûreté et la coordination du système de production et de transport d'électricité au niveau national, et la conduite du réseau interconnecté est faite en association avec les centres régionaux de conduite du Gestionnaire du réseau de transport de l'Electricité.

L'OS établit également la prévision à court et moyen terme de la demande d'électricité sur le marché national. A ce titre, il a la responsabilité de la programmation du parc de production ainsi que la gestion des échanges internationaux d'électricité. Il participe à l'élaboration du plan de développement du réseau de transport de l'électricité.

b. Société Algérienne de Production de l'Electricité (SPE)

La Société Algérienne de Production de l'Electricité (SPE) Créée en Janvier 2004 a pour mission la production d'électricité à partir des sources thermiques et hydrauliques répondant aux exigences de disponibilité, fiabilité, sécurité et protection de l'environnement. Elle est également chargée de commercialiser l'électricité produite. Son programme de développement est orienté vers l'augmentation de la disponibilité et la fiabilité des groupes de production.

c. Société Algérienne de Gestion du réseau de Transport de l'Electricité (GRTE)

La Société Algérienne de Gestion du réseau de Transport de l'Electricité (GRTE), créée en Janvier 2004, est une société par action (Spa), elle a pour mission l'exploitation, la maintenance et le développement du réseau de transport de l'énergie électrique dans les meilleures conditions de qualité de service et au moindre coût.

d. La Commission de Régulation (CREG)

Installée en janvier 2005 est un organisme indépendant, il a pour mission de, veiller au fonctionnement concurrentielle et transparent du marché de l'électricité et du gaz, dans l'intérêt des consommateurs et de celui des opérateurs [4].

1.1.4. La constitution du réseau de Transport Algérien

1.1.4.1. Le réseau interconnecté

Le réseau de transport est interconnecté aussi bien au niveau national (5 régions: Alger, Oran, Annaba, Sétif et Hassi Messaoud) avec des lignes 400Kv et 220Kv, qu'au niveau maghrébin Maroc (ONE) avec des lignes 400Kv et 220Kv, et au niveau du réseau Tunisien (STEG), a partir des lignes (220Kv ,150Kv et 90Kv), et de ce fait avec l'Europe via le Maroc.

1.1.5. L'évolution du réseau électrique algérien

L'évolution rapide du réseau électrique algérien dans sa taille et sa complexité par la mise en service de plusieurs ouvrages.

Tableau 1.1. L'évolution du réseau électrique algérien [5] [12].

	2011	2012	2013	2014	2015	2019
Nombre des Postes de transformations	243	258	282	298	332	340
Nombre des cabines mobiles	52	61	74	91	97	120
Nombre des Transformateurs	599	638	699	723	739	821
Langueur des lignes THT/HT(KM)	22370	23251	25147	26659	27284	29207,19

1.2. La conduite du système production-transport

1.2.1. Définition

La conduite du réseau électrique comprend l'ensemble des actions réalisées afin de maintenir la fourniture à un bon niveau de qualité et rétablir la distribution d'électricité lorsque celle-ci a été interrompue. Des nos jours, les actions principales de la conduite concernent la réalimentation des consommateurs affectées par l'apparition du défaut.

La conduite des réseaux électrique est assurée dans des centres de dispatching. Ces centres sont répartis sur le territoire national dans une structure hiérarchique, depuis un dispatching national (CNC) gérant le système électrique au niveau du pays vers des centres régionaux (CRC) gérant des ouvrages régionaux qui sont une partie intégrante du réseau national de transport de l'électricité.

1.2.2. Caractéristiques de La conduite du système électrique

Des aspects fondamentaux caractérisent la conduite du système électrique

- Maintenir l'équilibre instantané entre la production et la consommation.
- Maintenir les paramètres électriques du système dans les limites de sécurité et qualité de fourniture.
- Unicité de l'exploitation en temps réel.
- Non stockabilité de l'énergie électrique [1].

1.2.3. Objectifs de la conduite du système électrique

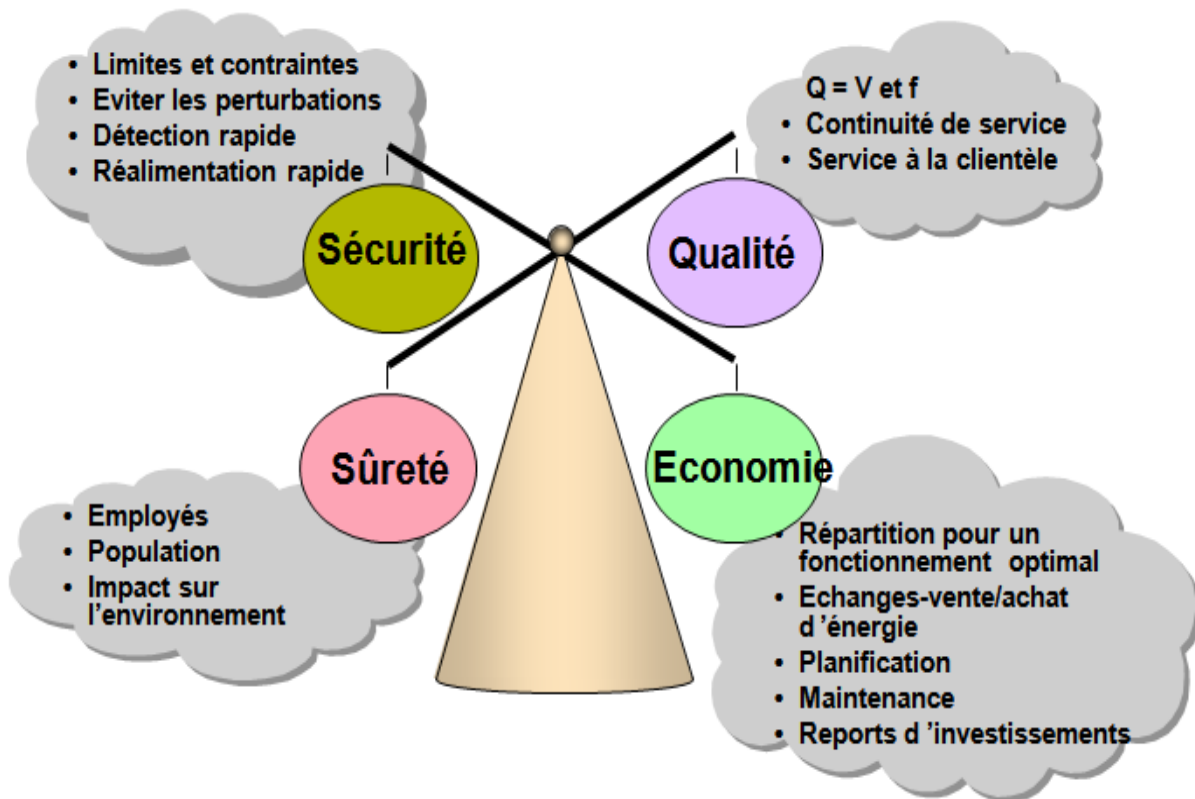


Figure 1.4 : Objectifs d'un Système de conduite [5].

1.2.4. Problématique de la conduite du réseau de production-transport

Parmi les aspects fondamentaux caractérisent la conduite du système électrique, l'égalité à tout instant entre la production et la consommation.

1.2.4.1. La production

Compte tenu de la spécificité d'un système de production-transport d'électricité (SPTE), les équipements requis pour son développement sont déterminés à l'avance sur la base de longues études de planification, intégrant à la fois les aspects techniques et économiques, puis arrêtés pour décision afin de couvrir la demande.

Concernant le système de production-transport électrique Algérien, en raison des difficultés économiques qu'a connu le pays durant toute la décennie 1990-2000, il n'était pas possible de subvenir aux investissements en particulier en moyen de production en électricité pour faire face à l'accroissement de la demande.

Pour satisfaire cette dernière, la Sonelgaz s'est trouvé vers la fin des années 1990 (début 2000) dans l'obligation d'exploiter les moyens de production aux limites de leur fonctionnement qui est devenu peu fiable, ceci a eu pour conséquence la fragilisation et l'accélération de vieillissement du parc de production.

Dans ce cas, l'opérateur du système électrique s'est retrouvé dans l'obligation de conduire le système avec une réserve presque nul. Alor le moindre incident mettait en danger tout le système électrique, le recours au délestage ainsi que l'importation de la puissance a partir des pays voisins (STEG, ONE) était alors parfois inévitable.

Cette situation déjà difficile et aggravé par croissance incessante de la consommation, nécessitant l'installation en urgence des nouvelles centrales électriques pour combler le déficit et sécurisé le fonctionnement du SPTE.

Avec la promulgation de la loi 02-01 du 05 Février 2002 sur le réseau algérien, ayant comme première mesure l'ouverture du secteur de la production de l'électricité à la concurrence, de nouvelles sociétés IPP (les producteurs indépendants) se sont installés à partir de l'année 2005 partageant les investissements dans ce secteur.

La figure ci-dessous illustre l'évolution du parc de production Algérien des années 2019 et sa répartition par société de production [1].

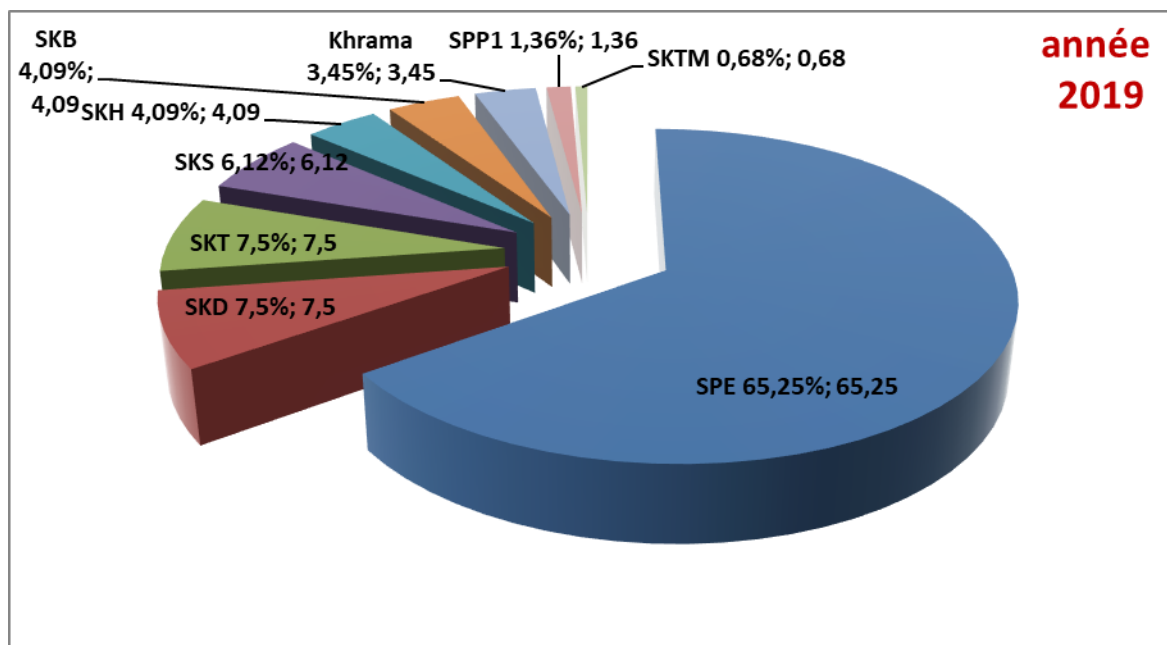


Figure 1.5 : L'évolution du parc de production Algérien par producteur 2019 [6].

La puissance totale disponible pour le Parc de production nationale en **2019** est de **19978,73MW**.

1.2.4.2. La consommation

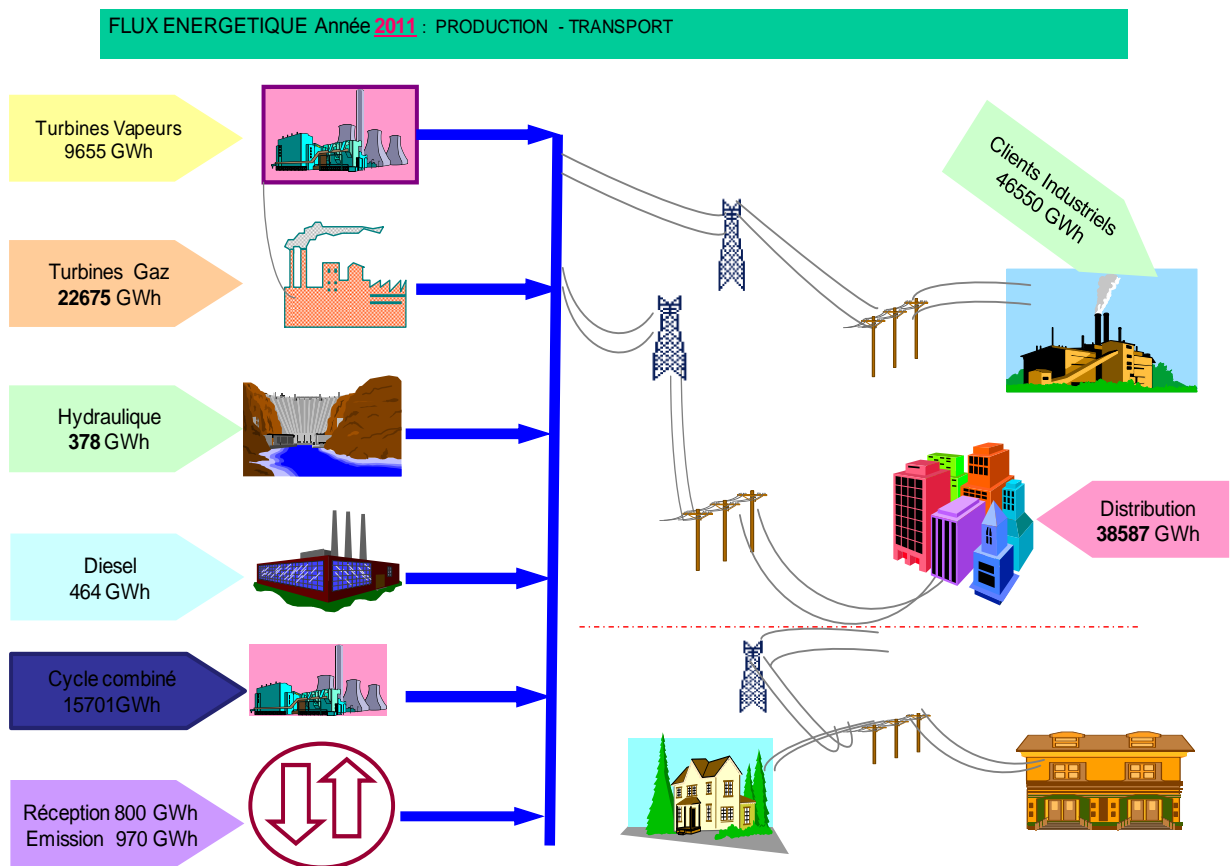


Figure 1.6 : Flux énergétique année 2011 [4].

1.2.5. Evolution de la Puissance maximale appelée (PMA)

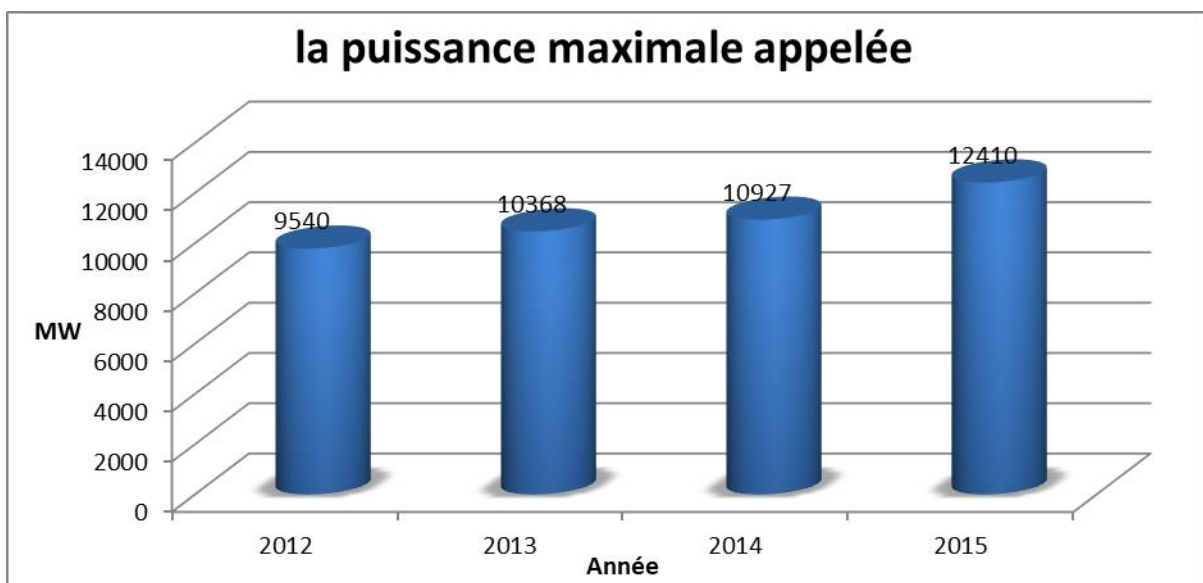


Figure 1.7 : Evolution de la Puissance maximale appelée [5].

1.2.6. La corrélation demande – température

Puisque l'énergie électrique est non stockable et la nécessité d'assurer, à tout instant, l'équilibre production- consommation, il est impératif de disposer la meilleure maîtrise de la prévision de la demande. Cette dernière est sujette à des fluctuations dues à différents paramètres externes tel que l'aléa température, qui est l'une des causes majeures de la variation de la consommation de l'énergie électrique et demeure un facteur déterminant difficile à appréhender et à matérialiser en terme de puissance.

Les appels de puissance importants peuvent se produire, comme le montrent les graphes de la **figure** suite aux variations des températures durant les périodes de froid (Décembre, Janvier et Février) ou de chaleur (Juin, Juillet et Août).

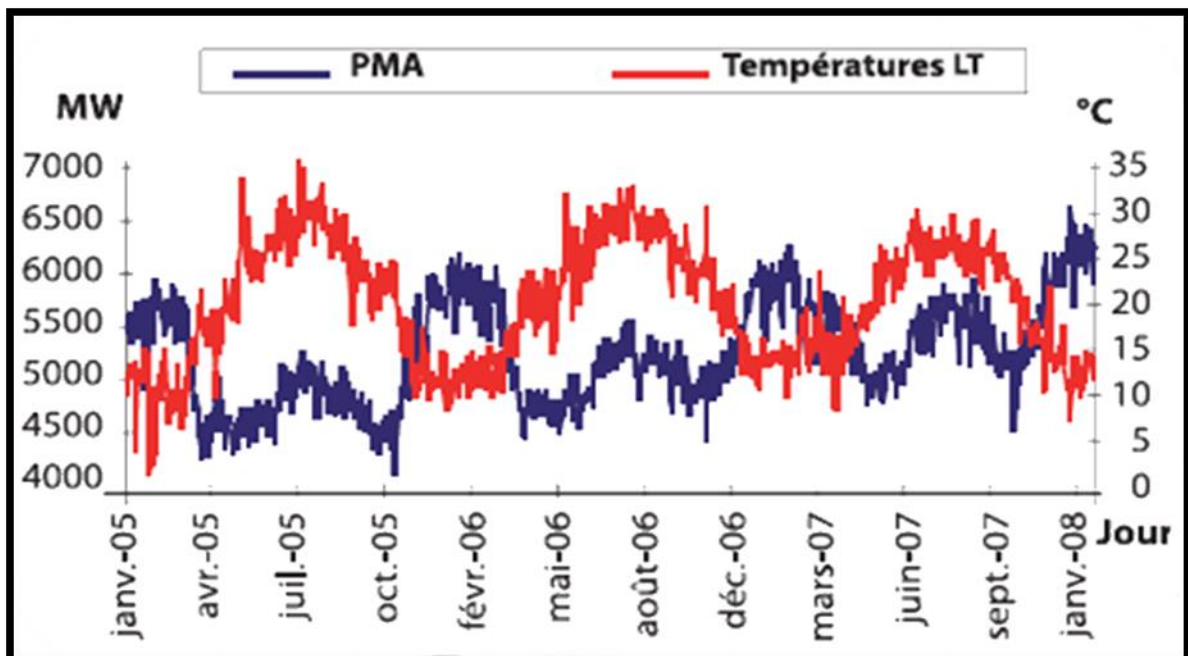


Figure 1.8 : Evolution de la PMA et des températures littorales [5].

L'évolution de la demande électrique en fonction de la température est illustrée par les graphes ci-dessus montre bien qu'il y a une corrélation demande – température.

En effet, la demande augmente lorsque la température baisse en période hivernale (Décembre, Janvier et Février) sur le littoral et les hauts plateaux, Elle augmente, également lorsqu'il y a une élévation de la température par rapport aux normales saisonnières sur le littoral et les hauts plateaux durant la période estivale (Juin, Juillet et Août) [1].

1.2.7. Les centres de conduite des réseaux électriques

1.2.7.1. Le centre de conduite national (CNC)

Le Centre de conduite national a la responsabilité de l'équilibre production-consommation et de la sécurité du système.

A ce titre, Il est chargé de conduire le réseau et certaines liaisons ayant un rôle d'interconnexion.

Le centre national traite environ 10 000 télémesures rafraîchies toutes les 10 s (2 s pour celles qui concernent les interconnexions internationales), il peut absorber jusqu'à 130 changements d'état de télésignalisations par seconde. Certaines de ces données sont directement fournies aux dispatcheurs par des consoles de visualisation, sous forme numérique ou graphique. Cela leur permet de suivre, à chaque instant, l'évolution de la topologie du réseau. Un affichage sur un écran mural, le panneau synoptique, de la carte du réseau avec les principales informations permet une vision synoptique du système. Cet affichage est aussi un outil de coordination des opérateurs en cas d'incident important des liaisons téléphoniques directes sont disponibles en permanence vers les centres régionaux et étrangers. Une batterie d'alarmes sonores et visuelles signale les évènements importants [1].

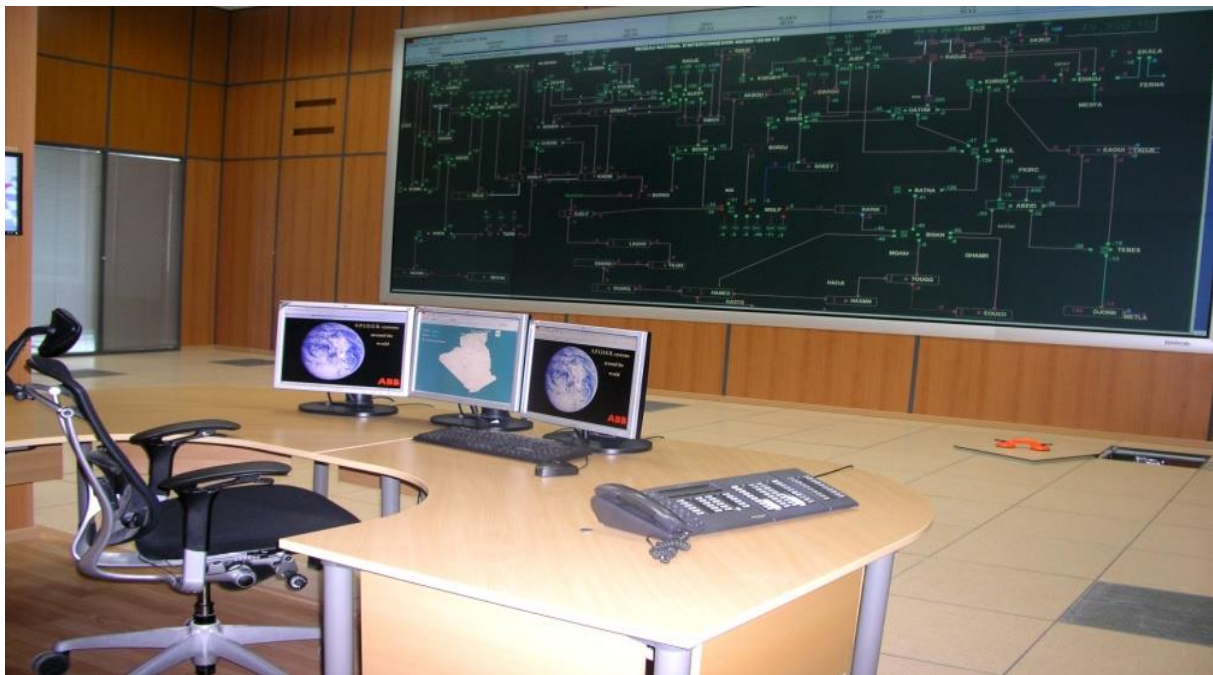


Figure 1.9 : Salle de commande de dispatching [5].

1.2.7.2. Les centres de conduite régionaux (CRC)

Ils sont responsables des réseaux de répartition, et veillent particulièrement à la continuité de l'alimentation des réseaux de distribution et les clients haute tension.

Les centres régionaux ont aussi une fonction de surveillance et de transmission d'ordres pour le compte du dispatching national, ce sont eux qui sont directement en lien avec les centrales de production, et qui réalisent par télécommande les manœuvres sur l'ensemble des réseaux de transport de leur zone.

Les centres régionaux sont aussi dotés de panneau synoptique donnant une vision simplifiée du réseau conduit. La vision détaillée est fournie par les terminaux des ordinateurs de conduite, qui permettent une supervision de chaque ouvrage.

Le réseau de transport est télécommandé depuis des dispatchings régionaux, par désignation directe sur les images de poste affichées sur les terminaux informatique [1].

1.2.8. La programmation de la conduite

La programmation de la conduite à l'OS est considérée comme un support principal de la conduite en temps réel. Ces principales attributions sont réparties à travers les pôles d'activités comme suit:

- Un Pôle Préviation de la demande et Programmation des Centrales électriques.
- Un Pôle Programmation des consignations d'ouvrages et gestion des congestions.

La planification de la conduite consiste à l'élaboration pour la semaine S+1 avec une actualisation le j-1 pour le jour J de :

- la prévision de consommation.
- La prévision des échanges sur les interconnexions.
- Le programme de marche des groupes.
- Des études de réseau relative aux programmes des centrales et des transferts ou d'essais des ouvrages transport et production.

1.2.8.1. Préviation de la consommation

La prévision de la consommation Algérienne d'électricité est une des missions essentielles du département programmation de l'OS.

La qualité de cette prévision est un élément essentiel dans la préparation et l'anticipation, qui contribue à garantir l'équilibre production consommation à tout instant, et influe donc directement sur la qualité du fonctionnement du système électrique [1].

On peut identifier trois cycles temporels : annuel ou saisonnier, Hebdomadaire et journalier.

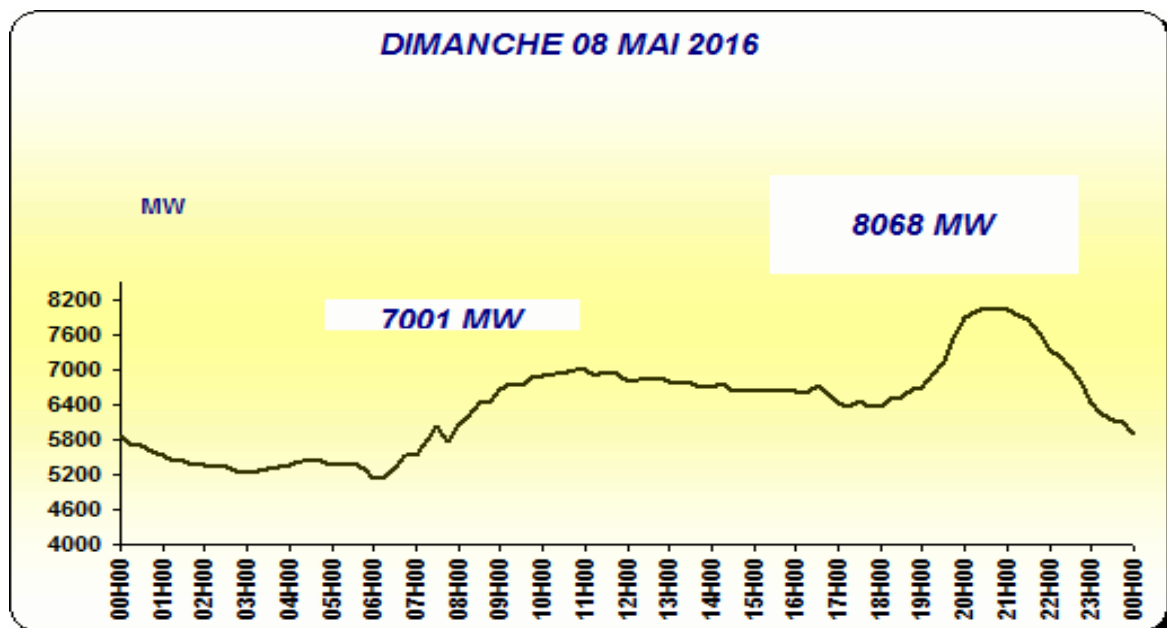


Figure 1.10 : Courbe de charge nationale de la journée du 08 MAI 2016 [5].

Les paramètres influençant la consommation d'électricité sont présentés ci-dessous par ordre décroissant d'importance.

➤ La météorologie

Pour établir une prévision, on utilise en particulier deux grandeurs, fournies par Météo :

- La température : Traduit par l'utilisation du chauffage électrique en hiver et des climatiseurs en été.
- La nébulosité : La nébulosité représente le taux de couverture nuageuse.
- L'activité économique : Ces effets sont directement observables sur les courbes de consommation hebdomadaire.

➤ Les événements exceptionnels

En voici quelques exemples :

- Le mois de Ramadan ou la forme de la courbe de la consommation change par rapport aux autres mois.
- Un événement sportif.
- Les intempéries, entraînant d'importantes coupures de clientèle, perturbe la consommation d'électricité [1].

1.2.8.2. La prévision Des échanges sur les interconnexions

Sur la base des index des énergies sur les interconnexions Maroc et Tunisie, un programme de compensations pour la semaine S+1 arrêté en commun accord entre les sociétés concerné, aussi un programme de secours en cas de manque de moyens de productions pour la couverture de la demande.

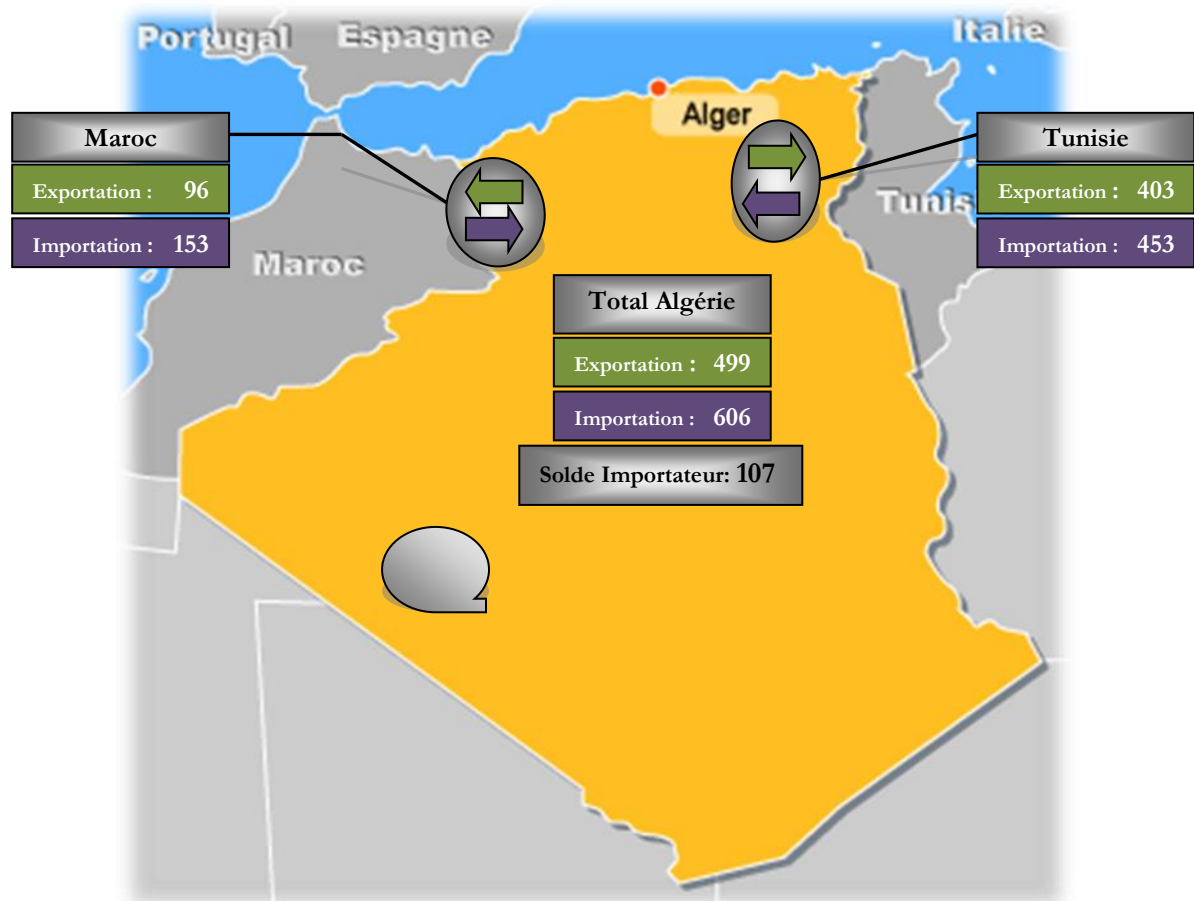


Figure 1.11 : Les échanges sur les interconnexions L'année 2015 [5].

1.2.8.3. Programme de marche prévisionnel des centrales électrique

Pour aboutir à l'équilibre offre-demande avec une réserve d'exploitation ,Un programme est établi sur les 24 heures par demi heure, le placement des moyens de production se fait selon les critères économique et tient compte des contraintes techniques sur le réseau, les Cycles combinés et les TV et sont des groupes de base (marche 24h/24h), puis selon la modélisation de la prévision de charge, le démarrage des TG pour la couverture de la demande, le démarrage tient compte de la consommation spécifique des centrales [1].

1.2.8.4. Programme de consignations et arrêts des groups

Sur la base des demandes de consignations transmises par les régions transport (GRTE) et producteurs pour la semaine S+1 Le département programmation élabore des études de simulation de la faisabilité de ces demandes et leurs impacts sur le SPTE.

Une réunion hebdomadaire de coordination se déroulera chaque mercredi entre le département programmation, le GRTE et CEEG pour le traitement des consignations et arrêter en commun le programme de la semaine S+1.

Le programme de consignment hebdomadaire final est transmis aux opérateurs de conduite (CNC et CRC'S), avec l'étude de faisabilité et toutes les consignes pour la réalisation des transferts, il est aussi diffusé aux régions de transport, et producteurs [1].

Conclusion

L'énergie produite est acheminée des producteurs vers consommateurs via tout système complémentaire entre deux opérations importantes telles la programmation et la conduite en temps réel (dispatching).

En particulier, parmi les défis à venir de Sonelgaz, la recherche de plus de qualité, sécurité, et de continuité de service dans les réseaux électriques.

Lorsque la condition nécessaire de fonctionnement (l'équilibre entre les puissances actives et réactives produites et consommées à chaque instant) est respectée, l'état du système est caractérisé en régime stationnaire par la fréquence (grandeurs globales) et les tensions (grandeurs locales).

Le chapitre suivant présente le réglage de tension dans les réseaux de transport THT/HT.

Chapitre 02

REGLAGE DE LA TENSION

Introduction

Ce chapitre a pour objet de présenter une vue synthétique des méthodes, et des moyens de mis en œuvre, pour assurer le réglage de tension dans les réseaux de transport THT et HT.

2.1. Généralités

Avant d'aborder les problèmes de réglage et de la tension, il est nécessaire d'avoir une idée convenable de ce qui se passe dans un réseau électrique.

2.1.1. La tenue de tension

Pour garantir la stabilité du réseau et la sécurité des matériels, la tension doit être maintenue dans des limites fixées par les règles d'exploitation des réseaux électriques. Ces limites sont définies dans chaque pays selon le type de réseau en fonction de son niveau de tension. La tenue de la tension est donc un des aspects fondamentaux de l'exploitation des réseaux de transport et de distribution.

En effet, les limites de tension ne doivent pas être dépassées pour les raisons suivantes :

– Les limites supérieures de tension sont imposées pour tous les niveaux d'exploitation par la tenue diélectrique des matériels, ainsi que par les limites de saturation des transformateurs. En ce qui concerne les réseaux de distribution, la tension est aussi limitée car une tension trop élevée peut réduire la durée de vie d'appareils utilisateurs.

– Les limites inférieures de tension au niveau des réseaux de transport sont liées à la sécurité du système électrique dans son ensemble, une tension trop basse aura les conséquences suivantes :

- Surcharge des éléments de transport (lignes et transformateurs) par augmentation du courant, et risque de déclenchement des protections associées.
- Instabilité de tension pouvant entraîner un écroulement de tension.
- Perte des éléments de production (stabilité statique des alternateurs, limites de fonctionnement des groupes et de leurs auxiliaires) [4].

2.1.2. La puissance réactive

Le transport de la puissance réactive à longue distance présente une série d'inconvénients tels-que les chutes de tension considérables, les pertes de ligne par effet joule et moins de capacité pour transporter la puissance active.

Actuellement, avec la complexité des réseaux, la participation des générateurs dans la production de l'énergie réactive est devenue insuffisante. Elle est générée en grande partie par les moyens de compensation existants ou en période creuse, par les lignes de transport [4].

2.1.2.1 .Les chutes de tension et pertes Joule

Lorsque le transit dans une ligne électrique est assez important, la circulation du courant dans la ligne provoque une chute de tension. La tension est alors plus basse en bout de ligne qu'en son origine et plus la ligne est chargée en transit de puissance, plus la chute de tension sera importante.

Les lignes triphasées en régime équilibré peuvent être décrites par un modèle monophasé équivalent dit modèle en π ce modèle est couramment utilisé dans l'étude des réseaux, il est valable pour des lignes de courte et moyenne longueur, c'est-à-dire inférieures à 250 km. Les phénomènes de propagation, c'est-à-dire l'atténuation de l'onde de tension, peuvent alors être négligés tout en prenant en compte l'effet capacitif des lignes. Le modèle est représenté sur la figure :

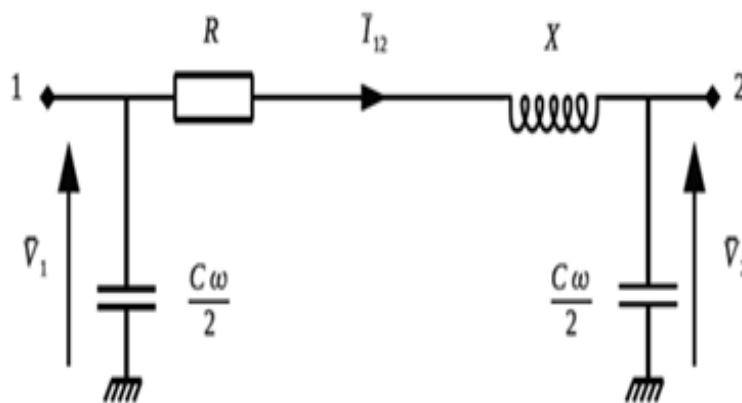


Figure 2.1 : Modèle monophasé en π d'une ligne électrique triphasée [7].

On associe à ce modèle en π le diagramme de Fresnel reliant les diverses grandeurs du système entre elles. Ce diagramme est présenté sur la figure :

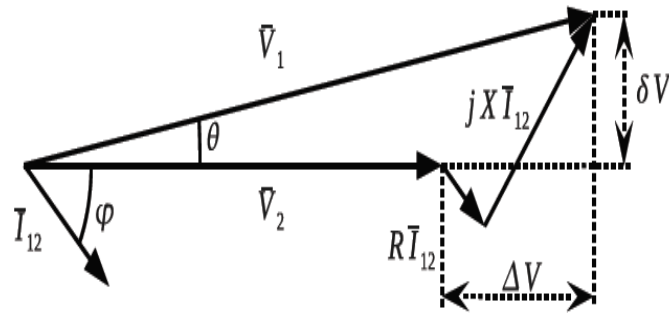


Figure 2.2 : Diagramme de Fresnel du modèle en π monophasé [7].

Θ : l'angle de transport.

ϕ : le déphasage du courant par rapport à la tension.

V_1 : la tension au début de la ligne.

V_2 : la tension à la fin de la ligne.

La figure 2 conduit à assimiler la chute de tension ΔV à :

$$\Delta V \approx V_1 \cos \theta - V_2 \quad (2.1)$$

Dans le cas d'un réseau peu chargé (hypothèse de Kapp), il est possible de négliger le déphasage Θ entre les tensions V_1 et V_2 , Alors que la chute de tension dans la ligne a maintenant une impédance complexe $Z = R + j X$ induite par les flux de puissance active et réactive (P et Q) appelés par la charge, est égale à :

$$\Delta V = \frac{(R P + X Q)}{V_2} \quad (2.2)$$

On considère que : $X \gg R$ (2.3)

Alors : (2.4) $\Delta V = \frac{X Q}{V_2}$

Les relations (4) illustrent le fait que :

La chute de tension dépend principalement de la puissance réactive consommée par la charge. La tension et la puissance réactive sont donc des grandeurs très liées.

Un plan de tension élevé permet donc de réduire les chutes de tension le long des lignes.

Par ailleurs les pertes Joule P_J par phase peuvent s'écrire suivant l'équation suivante :

$$P_J = R \frac{P^2 + Q^2}{V_2^2} \quad (2.5)$$

2.1.3. Puissance maximale transmissible dans une ligne

Contrairement à une idée très répandue, ce n'est pas l'échauffement maximal des conducteurs qui, en général, limite la puissance transmissible à travers une ligne. Dans les réseaux de transport, la limite de puissance transmissible des lignes dépend notamment de la tension. Considérons, pour la démonstration, une ligne aérienne dont la résistance est négligeable devant sa réactance inductive et suffisamment chargée pour que les effets capacitifs puissent être négligés. Cette ligne est connectée à une charge purement résistive, car à titre d'exemple, seuls les transits de puissance active sont considérés [4].

La tension V_1 étant supposée constante, à mesure que la charge augmente (c'est-à-dire lorsque la valeur de R_{CH} diminue). Le schéma ci-dessous illustre l'exemple discuté :

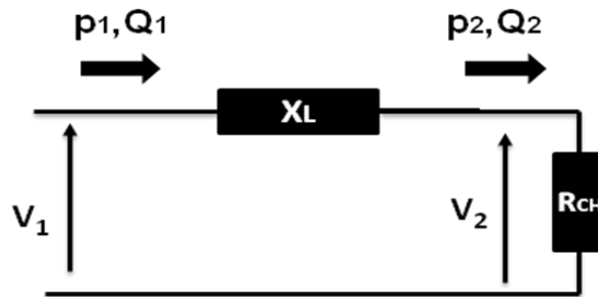


Figure 2.3 : Modèle de la ligne simplifiée avec charge résistive [4].

La tension V_2 diminue tandis que la puissance transmise à la charge commence par augmenter, passe par un maximum puis finit par diminuer.

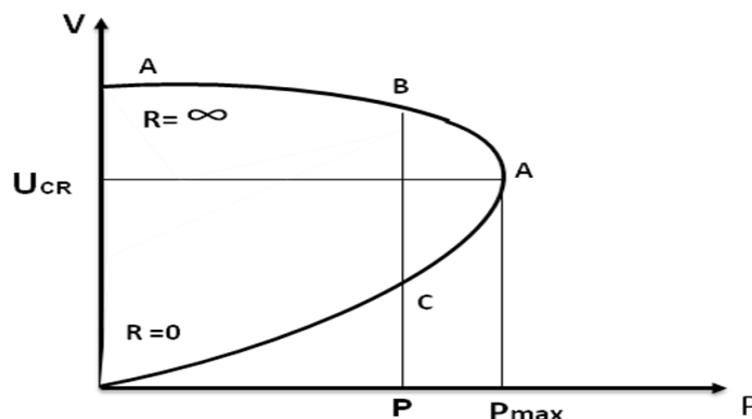


Figure 2.4 : Limite de stabilité en tension d'une ligne de transport [4].

Le point de fonctionnement où la puissance transmise est maximale est appelé point critique. Cette puissance maximale transmissible à une charge depuis une source de tension tenue s'écrit de façon générale :

$$P_{max} = \frac{V_1^2}{Z} \frac{\cos \phi}{2(1 + \cos(\theta - \phi))} \quad (6)$$

Z : est l'impédance de la ligne entre le point où la tension est tenue et la charge.

ϕ : est le déphasage introduit par la charge.

θ : est le déphasage introduit par la ligne.

L'expression (6) montre que plus la tension d'exploitation du réseau V_1 est élevée, plus la puissance transmissible est importante. De même, plus l'impédance Z du réseau est faible, plus la puissance transmissible est grande. Enfin, toujours dans l'expression (6), il est intéressant de remarquer que plus ϕ diminue, plus la puissance transmissible augmente. La diminution de la valeur de ϕ est réalisée en compensant la production de puissance réactive Q_2 consommée par la charge en utilisant par exemple des condensateurs.

Dans la figure 6, On peut relever deux états du système différents qui peuvent être obtenus (point B et C) pour une valeur donnée de puissance $P < P_{max}$

- Un état (point B), situé à une tension haute.
- Un autre état (point C), situé à une tension basse.

En fait, le point C, ne peut pas être obtenu, à cause de l'action du régulateur en charge des transformateurs, de telle sorte que la tension secondaire du transformateur côté charge soit maintenue. Le courant de charge sur la ligne croîtra, ceci conduirait à une croissance de chute de tension, et finalement à un effondrement de la tension.

Par conséquent, il est nécessaire de maintenir la tension au dessus de la tension critique, afin d'éviter de passer à un état instable de la tension [4].

2.1.4. Classes de tension de réseau électrique Algérien

Le réseau électrique Algérien est classés par leurs niveaux tensions comme suit: BT, MT, HT THT.

Tableau 2.1. Niveau de tension de réseau électrique Algérien [4].

Appellation normalisée	Niveau de tension
Les basses tensions (BT)	220 v et 380 v
Les moyennes tensions (MT)	10 kV et 30 kV
Les hautes tensions (HT)	60 KV, 90KV, 150KV, et 220 KV
Les réseaux à très haute tension (THT)	400 kV

Soit pour le moment :

Appellation normalisée	Niveau de tension	
tres basses tension (TBT)	50 v	
Les basses tensions (BT)	BTA	$50 \text{ v} < U_n < 500 \text{ v}$
	BTB	$500 \text{ v} < U_n < 1000 \text{ v}$
Les hautes tensions (HT)	HTA	$1000 \text{ v} < U_n < 50000 \text{ v}$
	HTB	$U_n > 50000 \text{ v}$

2.1.5. Les limites des paramètres de fonctionnement du système production –transport Algérien

2.1.5.1. La fréquence

La fréquence du système production-transport à la valeur nominale de 50 Hz+/- 0,2 Hz.

2.1.5.2. Plan de tension

Dans les conditions normales de fonctionnement du Système électrique, les tensions doivent être maintenues dans les limites de fonctionnement suivantes :

Tableau 2.2 Limites de tension en situation normale [5].

Tension nominale (kV)	Limites de tension en situation normale (kV)	
	Max	Min
400	420	380
220	235.4	204.6
150	160.5	139.5
90	96.3	83.7
60	64.2	55.8

2.1.5.3. Transit de puissance sur les lignes et transformateurs

Dans les conditions normales de fonctionnement du système électrique, les transits sur les lignes de transport de l'électricité et les transformateurs ne doivent pas être supérieurs à 80% de la capacité nominale des lignes et des transformateurs. Cette mesure est prise afin de disposer d'une réserve de capacité en cas d'aléa de fonctionnement du système, lié à une défaillance de production, de ligne de transport de l'électricité, de transformateur et/ou d'augmentation de la demande [5].

En situation de fonctionnement dégradée et/ou de crise, des surcharges de lignes de transport de l'électricité et/ou de transformateurs ne dépassant pas les limites suivantes peuvent être tolérées :

- Pour les lignes : au maximum 20 % de la capacité nominale en Hiver et 0 % en été.
- Pour les transformateurs : surcharges au maximum à :
 - Pour le réseau nord :
 - 20 % en Hiver
 - 10 % en été
 - 15 % pour les périodes restantes
 - Pour le réseau sud :
 - 20 % en Hiver
 - 0 % en été
 - 5 % pour les périodes restantes.

2.2. Outils de régulation de la tension

Les deux manières les plus usuelles d'ajuster les tensions d'un réseau sont :

- Produire ou consommer de la puissance réactive.
- Les régleurs en charge de transformateurs à prises variables.

2.2.1. Produire ou consommer de la puissance réactive

La compensation de la puissance réactive présente donc non seulement l'intérêt économique de réduire les pertes par effet Joule, mais aussi de faciliter le réglage du plan de tension [4].

2.2.1.1. Les groupes de production (générateurs)

Les groupes de production sont bien situés pour satisfaire les besoins en énergie réactive. D'autant plus, ils ne peuvent compenser que partiellement les charges réactives, en raison des chutes de tension importantes que créent les transits d'énergie réactive sur les réseaux.

2.2.1.2. Compensateurs shunts

Les compensateurs shunts sont constitués d'un ensemble de bancs de condensateurs et/ou de bancs d'inductances qui permettent d'injecter ou de consommer de la puissance réactive qui transite dans le réseau afin d'en limiter les inconvénients.

2.2.1.3. Compensateur synchrone

C'est une machine synchrone en fonctionnement à vide en régime surexcité ou sous excité. La compensation synchrone est économique dans des installations de grande puissance qui exigeraient des batteries de grandes capacités, très coûteuses. L'inconvénient majeur est que ces machines sont très chères et posent des problèmes difficiles à résoudre.

Le compensateur synchrone n'est généralement pas utilisé pour la régulation de la tension mais pour la compensation de la puissance réactive.

2.2.1.4. Compensateurs statiques SVC

Il est appelé compensateur statique parce qu'il ne contient aucun élément tournant. Le compensateur statique résulte d'une association de condensateur et d'inductance, en remplaçant les disjoncteurs par deux thyristors montés en tête-bêche.

L'idée de remplacer les disjoncteurs par les interrupteurs électroniques (thyristors), pour permettre un échange rapide de puissance réactive ainsi qu'une facilité de manœuvre a fait surgir à l'esprit des chercheurs électrotechniciens cette notion de compensateur statique d'énergie réactive [4].

2.2.2. Les régleurs en charge de transformateurs à prises variables

Un procédé très couramment utilisée pour contrôler la tension des réseaux de tensions nominales inférieures consiste à doter les transformateurs qui les alimentent de régleurs en charge automatiques. Ces derniers sont dotés d'un asservissement dont le rôle est de maintenir la tension du jeu de barres contrôlé au voisinage d'une consigne, en ajustant le rapport de transformation. De la sorte, les variations de tension en amont sont corrigées.

Certains transformateurs sont munis de régleurs en charge automatiques. En fonction de la tension primaire, ces transformateurs ont la possibilité de modifier leur rapport de transformation afin de maintenir la tension secondaire autour de la valeur de consigne [1].

2.3. Pourquoi régler la tension ?

Le réglage de la tension sert à :

2.3.1. Satisfaire les clients, les distributeurs et les producteurs

La tension constitue, avec la fréquence, un des principaux paramètres de la sûreté du Système. Ce paramètre est commun aux différents utilisateurs clients, distributeurs, producteurs, raccordés sur un même nœud électrique.

Pour les clients et les distributeurs, chaque contrat de fourniture définit la tension d'alimentation déclarée et la plage de variation acceptée autour de cette valeur. Ces deux termes, qui conditionnent le dimensionnement des appareils récepteurs des clients, doivent être, à tout moment, respectés.

Pour le producteur, la tension doit également être maintenue dans une plage convenue qui soit supportable par les installations de production, faute de quoi les groupes peuvent être contraints à se déconnecter, ce qui affaiblit la sûreté du système électrique.

2.3.2. Satisfaire les besoins du Système

Régler la tension est également nécessaire pour garantir le bon fonctionnement global du Système, tant sous l'aspect économique que sous l'angle de la sûreté.

Un bon réglage permet en même temps de diminuer les pertes réseau, d'utiliser au mieux les capacités de transport disponibles et d'éviter le risque d'effondrement en tension, tel que ceux qu'a connus l'Algérie en 2003.

2.3.3. Respecter les contraintes de fonctionnement des matériels

Enfin, la tension doit être maintenue, en tout point du réseau HTB, dans une bande étroite compatible avec le dimensionnement des matériels :

- des tensions trop hautes entraînent le vieillissement ou la destruction des matériels raccordés.
- des tensions trop basses induites par des surcharges dans les lignes, perturbent le bon fonctionnement de certaines protections et des régleurs en charge des transformateurs, affectent la tenue des auxiliaires des installations de production et, d'une manière plus générale.

2.4. Chaîne de réglage de la tension

La chaîne de réglage de la tension est constituée par l'ensemble des moyens permettant de contrôler la tension en tout point du réseau, depuis les groupes de production jusqu'aux appareils d'utilisation.

On constate qu'il y a un découplage des besoins entre les réseaux de transport et de distribution. Cela justifie l'importance de moyens de réglage de la tension entre ces deux types de réseaux. Ces moyens, constitués de régleurs en charge sur les transformateurs, permettront de maintenir la tension constante de distribution quels que soient les écarts de tension du réseau de transport.

En général, entre les réseaux de transport à THT et les réseaux de distribution à MT, il existe des réseaux dits de répartition à HT. On peut répartir l'effort de réglage entre les transformateurs (THT/ HT) et entre (HT/MT) [7].

L'étagement correct des différents niveaux de tension (THT, HT, MT) est ensuite assuré par les prises de transformateurs, qui peuvent être changées soit à vide, soit en charge.

La figure ci-dessous résume la chaîne de réglage des réseaux électriques :

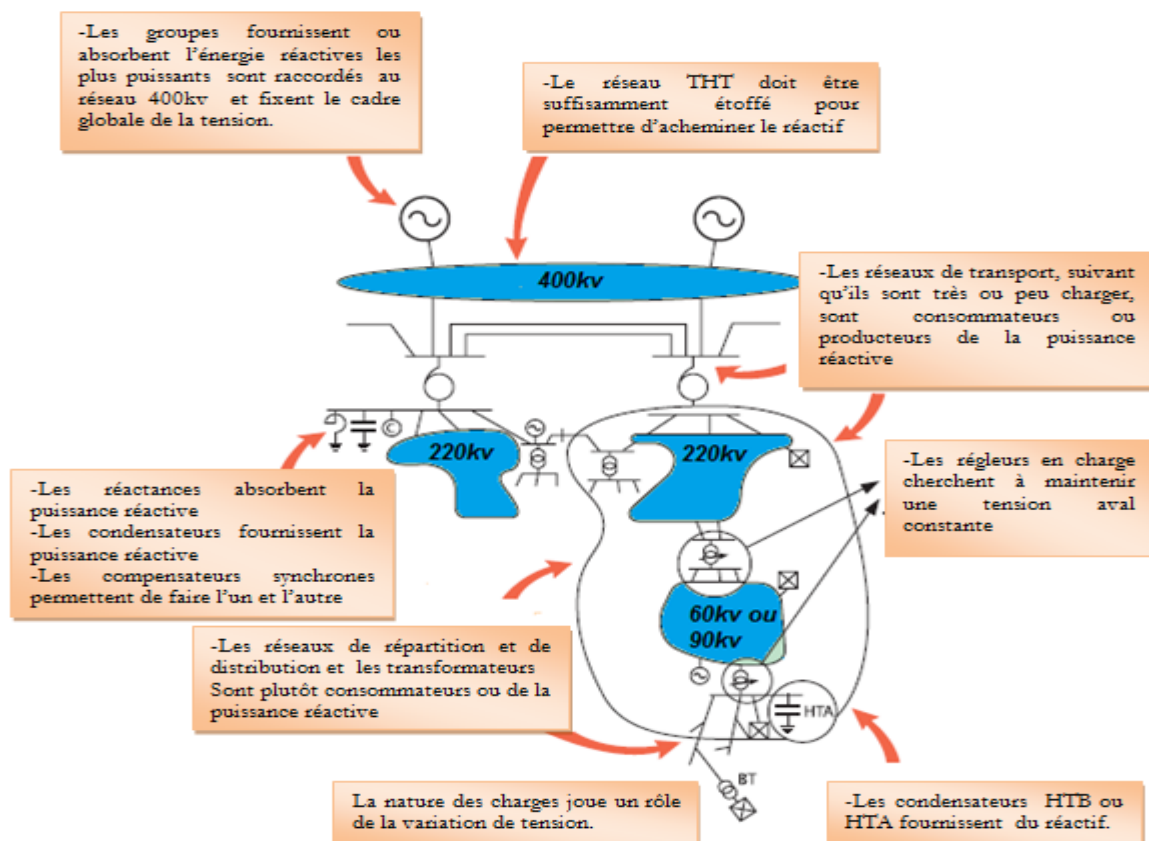


Figure 2.5 : La chaîne de réglage de la tension [1].

2.4.1. Réseau de distribution à moyenne tension

Sur ces réseaux, l'objectif recherché est de maintenir la tension au niveau des utilisateurs, à une valeur voisine de la tension nominale afin que les appareils récepteurs soient alimentés dans de bonnes conditions.

La fonction réglage proprement dite, est assurée par des régulateurs en charge placés sur les transformateurs alimentant les réseaux de distribution [2].

2.4.2. Réseau de répartition à haute tension

On peut munir les transformateurs THT/HT de régulateurs en charge, qui, en réglant la tension sur les jeux de barres HT, faciliteront le travail des régulateurs des transformateurs HT/MT.

Les régulateurs en charge THT/HT sont soumis aux mêmes principes généraux de commande que les régulateurs en charge HT/MT [2].

2.4.3. Réseau de transport à très haute tension

Le réglage de tension est organisé en trois niveaux :

2.4.3.1. Réglage primaire de tension

En exploitation, on cherche à obtenir un plan de tension prédéterminé au niveau du réseau de transport THT, en tenant compte des prévisions de l'évolution de la consommation et du plan de production. Ceci est également réalisé en modifiant les valeurs de consigne des régulateurs primaires.

Les seules sources de tension du réseau de transport sont constituées par les alternateurs, qui sont munis d'un régulateur de tension. Le régulateur primaire de tension automatique maintient la tension aux bornes du stator constante et égale à une valeur de consigne, par action sur la tension d'excitation qui commande le courant rotor de la machine [2].

Il est difficile d'effectuer les modifications de consigne de façon manuelle dès que le réseau est un peu complexe, et, par ailleurs, les actions doivent parfois être rapides (montée de charge du matin et du soir), et même extrêmement rapides, lors d'incident.

2.4.3.2. Le réglage secondaire de tension

Au-delà de l'action locale des régulateurs primaires et de celle des régulateurs en charge, la maîtrise du plan de tension nécessite des actions plus globales, au niveau régional, pour faire face aux variations de la charge et de la topologie.

Son principe consiste à organiser le réseau en "zones" de réglage et à contrôler le plan de tension séparément à l'intérieur de chaque zone en agissant de façon automatique et coordonnée sur la puissance réactive de certains groupes de production de la zone .

2.4.3.3. Le réglage tertiaire de tension

Le réglage tertiaire de tension est manuel. Il s'agit de l'ensemble des actions commandées par les opérateurs des dispatchings pour coordonner le plan de tension entre les différentes zones de réglage secondaire [2].

Trois niveaux de commandes avec des constantes de temps échelonnées

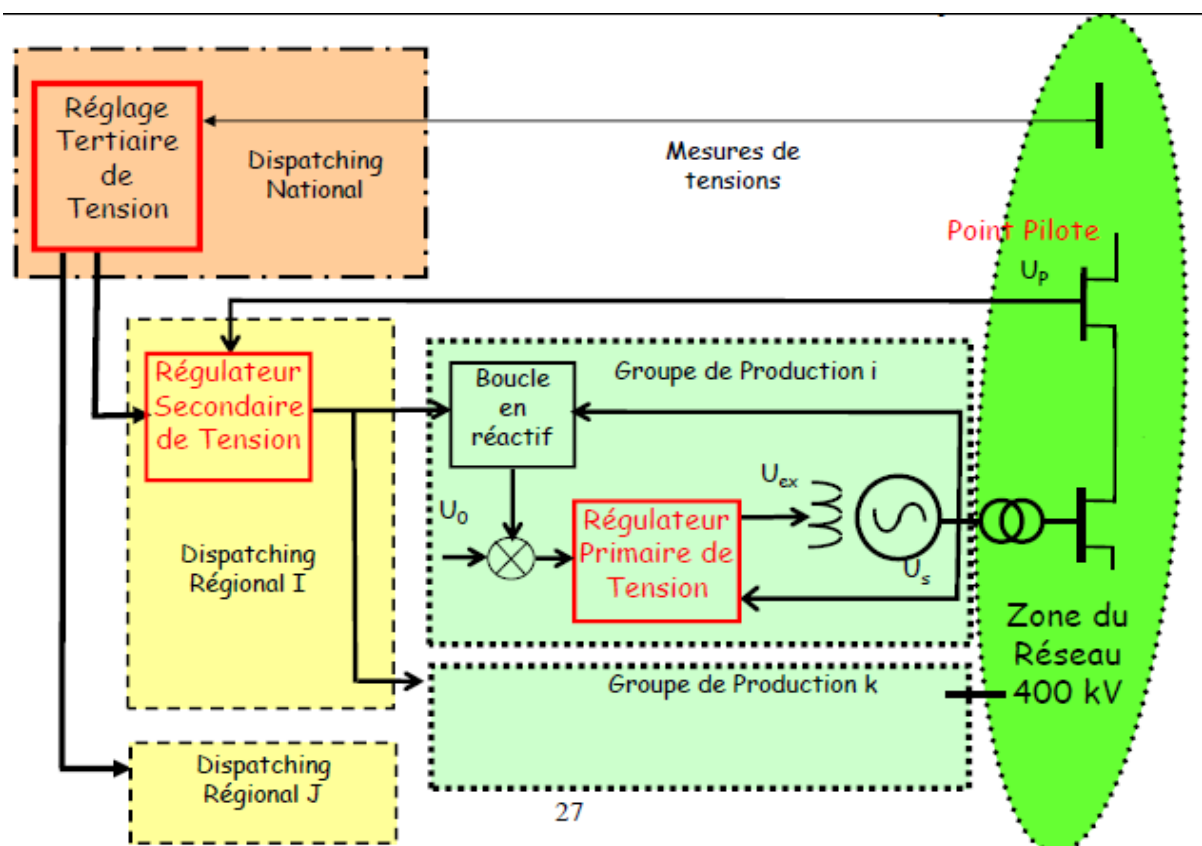


Figure 2.6 : Mise en œuvre la régulation de la tension [5].

2.5. Moyens de régulation de la tension leurs modes opératoires et leurs impacts.

Le réseau dispose trois moyens de régulation de la tension :

2.5.1. Régulation au niveau des groupes

Les générateurs peuvent fournir une puissance active (jusqu'à 2012 MW) et fournir ou absorber une puissance réactive dans les limites de (-950 jusqu'à 1118MVar). Les groupes tentent de maintenir à leurs bornes la tension de consigne.

La variation de la puissance réactive se fait en surexcitant ou en sous excitant le rotor de l'alternateur conformément au réglage simultané de tous les groupes, sinon la puissance réactive produite ou acquise par un groupe serait compensée par les autres groupes.

En fait, ce réglage voit son impact sur les jeux de barres auxquels sont connectés les groupes et par la suite le reste du réseau [1].

Les groupes sont limités par les effets thermiques causés par les puissances réactives qu'ils génèrent ou absorbent, et la stabilité puisqu'il faut un minimum de puissance réactive requis pour le rotor pour le bon fonctionnement de la machine.

2.5.2. Régulation au niveau des transformateurs

Le réseau dispose des transformateurs avec régleurs en charge à 33 plots pour la régulation de la tension au niveau du secondaire.

Le fait de passer d'une position de prise P1 à une position supérieure entraîne une diminution de la tension primaire et une légère augmentation de la tension du secondaire donc, une augmentation du rapport de transformation du transformateur.

$$m = \frac{U_s}{U_p}$$

m : Rapport de transformation.

Us : Tension secondaire.

Up : Tension primaire.

2.5.3. Régulation par les manœuvres des condensateurs et des réactances

Le principe de base du fonctionnement de la compensation statique pour la régulation de la tension est d'absorber ou injecter la puissance réactive sur le réseau pour atténuer le niveau de la tension[1].

Conclusion

Le réglage de tension, est essentiel pour la sûreté, la qualité et l'optimisation du système électrique, Ainsi il permet d'assurer le respect du plan de tension des réseaux et de diminuer les chutes de tension et les pertes Joule. Tout en permettant aux utilisateurs du réseau de faire fonctionner leurs matériels dans des conditions optimales, il assure aux gestionnaires du réseau une exploitation des réseaux à moindre coût et dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

Le chapitre suivant présente une analyse résultat du plan de tension du réseau de transport Biskra.

Chapitre 03

ANALYSES ET RESULTATS

Introduction :

La tension est affectée par des variations générales et lentes, liées aux cycles d'évolution saisonnière, hebdomadaire et quotidienne de la consommation, elle subit aussi des variations rapides liées aux multiples aléas :

- Fluctuations aléatoires des charges.
- changements de topologie du réseau.
- déclenchements d'ouvrages de transport ou de groupes de production.

Dans ce chapitre nous allons analyser les résultats obtenus Suite à notre visite établie lors de notre stage qui a eu lieu dans le centre de conduite de la région de Sétif (CRC), nous avons profité l'occasion d'effectuer une étude sur le plan de tension du réseau transport Biskra, et ajoutez une comparaison sur l'évolution de la Puissance maximale appelée et le plan de tension de la willaya BISKRA basé sur les résultats relevés de la responsabilité de pointe.

3.1. Les Outils utilisés de simulation

Dans ce travail nous avons utilisé plusieurs outils :

3.1.1. Outils de supervision et contrôle (SCADA)

SCADA (**S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition) est un ensemble d'outils permettant le contrôle et la supervision des états des équipements du réseau, d'acquérir des données analogiques et numériques (mesure des puissances, tension et fréquence, impulsions de compteur d'énergie, position de disjoncteurs, etc....) sur le réseau en temps réel et de les archiver afin de faire leurs reconstructions à tout moment. Il nous permet de télécommander des équipements de coupure et de faire des études.... Etc [5].

3.1.1.1. Rôle d'un outil de simulation

L'exploitation des réseaux électriques est une tâche dont la complexité ne cesse de croître. Les décisions doivent intégrer un nombre toujours plus important d'éléments, compte tenu de l'accroissement des échanges entre zones (interconnexion), de la sophistication des matériels et aussi du nombre de contraintes (économiques, environnementales ou liées à la sécurité d'exploitation).

Afin d'optimiser la rentabilité des investissements et de minimiser le coût d'exploitation, les planificateurs et les exploitants doivent disposer de logiciels adéquats pour réaliser, rapidement et de manière fiable, les modélisations et les simulations nécessaires, d'où l'avènement des simulateurs.

Le rôle d'un outil de simulation est d'avoir la solution des grandeurs d'un réseau électrique en fonctionnement normal équilibré, en régime permanent et aussi pendant les incidents ou en régime transitoire. Ces grandeurs sont les tensions aux nœuds, les puissances injectées aux nœuds et celles qui transitent dans les lignes. Les pertes et les courants s'en déduisent.

Les modèles à utiliser seront dépendants de la précision voulue et des moyens de calcul disponibles.

3.1.1.2. Différentes types d'outils de simulation

De nos jours, différents types d'outils de simulation sont élaborés afin d'améliorer le réseau, tels que Eurostag, Spira, Simflow, Powerdesigner, PowerWorld, Matlab etc.

3.1.2. Outil de simulation utilisé SPIRA

Nous avons choisi SPIRA avec la licence du centre de conduite de la région de Sétif, qui comporte toutes les fonctionnalités nécessaires à notre étude.

Le logiciel SPIRA Basé sur base de données Access. Les éléments, les données, les paramètres et les résultats sont disposés dans différents tableaux. Le filtrage, le contrôle, l'introduction et l'extraction des données sont possibles en utilisant le langage logique SQL.

Son programme de calcul détermine :

Les flux de puissance, les profils de tension, les champs de variation de tension des transformateurs, la nécessité de compensation de réactif, le dispatching à des coûts minimums des générateurs, court-circuit, flicker, courants harmoniques, optimisation active et réactive...etc [5].

3.2. Le réseau électrique de la région de Sétif

Puisque le réseau transport Biskra suivre pour un région de Sétif, nous vous donnerons les données de ce réseau interconnecté de la région de Sétif, 24 groupes, 67 postes, 162 transformateurs et 28 cabines mobiles et lignes de longueur de 5716,86 Km sous les niveaux de tension (400, 220, 150, et 60 kV), et lignes en câble de longueur de 28,08 Km sous les niveaux de tension (400, 220, 60 kV), La puissance demandée est de 1867 MW.

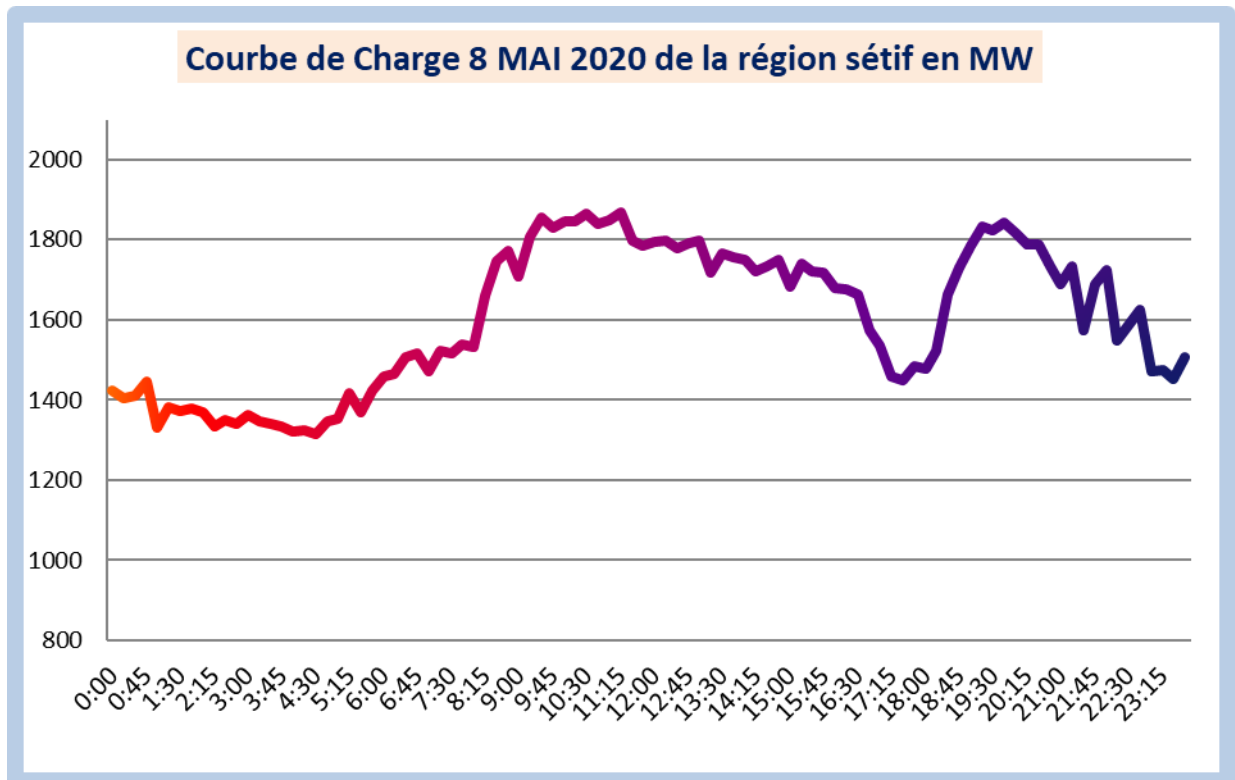


Figure 3.1 : Courbe de charge de la région Sétif de la journée du 08 MAI 2020 [9].

POINTE MATIN **1867**

CREUX MATIN **1313**

POINTE SOIR **1843**

3.3. Le réseau électrique de la willaya de Biskra

Nous vous donnerons les données de ce réseau transport Biskra, 02 groupes, 25 postes, 40 transformateurs et 02 client HT et 02 client THT sous les niveaux de tension (400, 220, et 60 kV), La puissance demandée est de 638,8 MW.

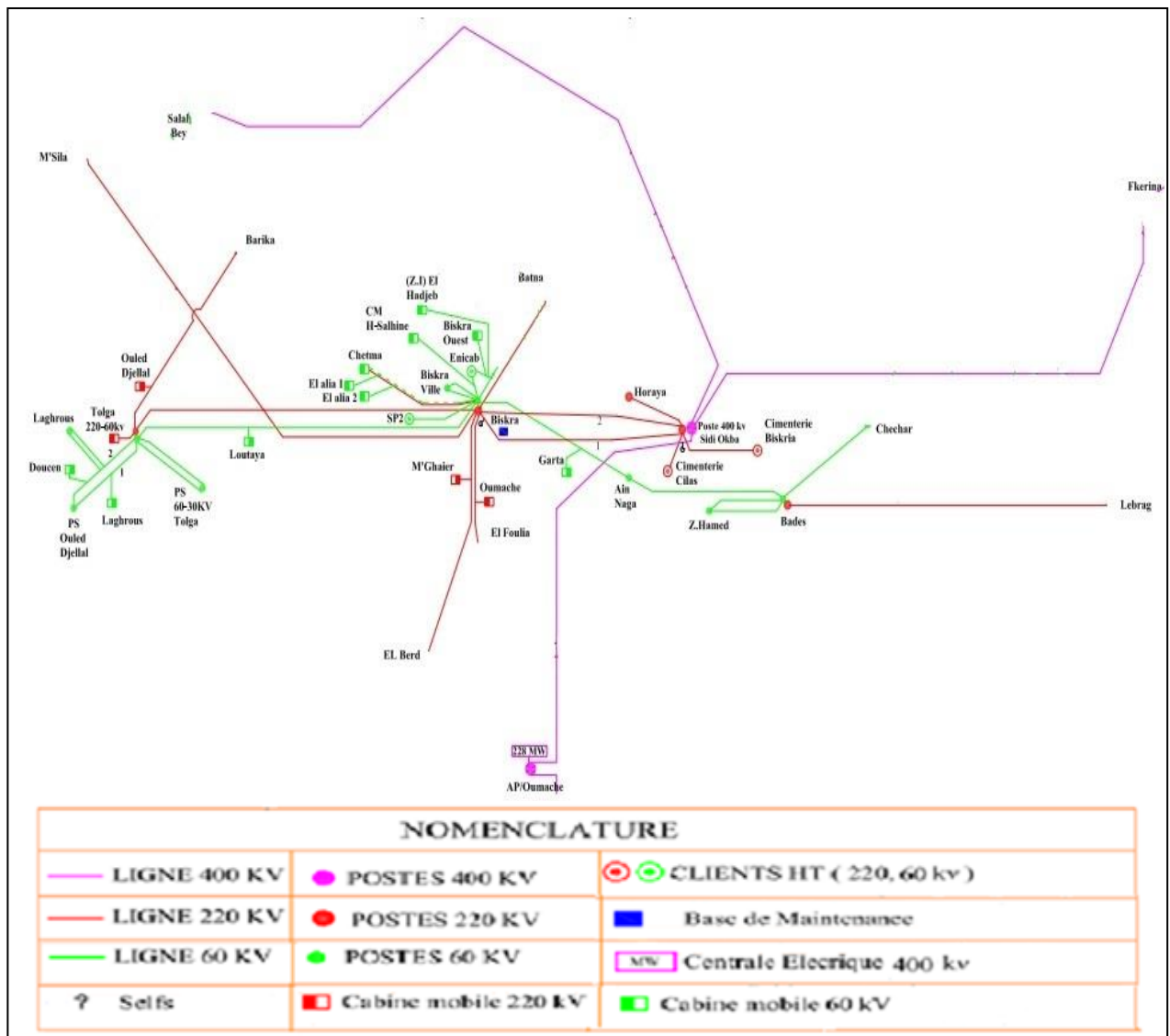


Figure 3.2 : carte prévisionnelle du réseau de la wilaya de bistra (avant été 2020) [12].

Nous avons étudié la variation du plan de tension sur le poste BISKRA lui-même, et aussi sur des postes proches et les postes très un portant.

3.4. Critères du choix des postes à analysés

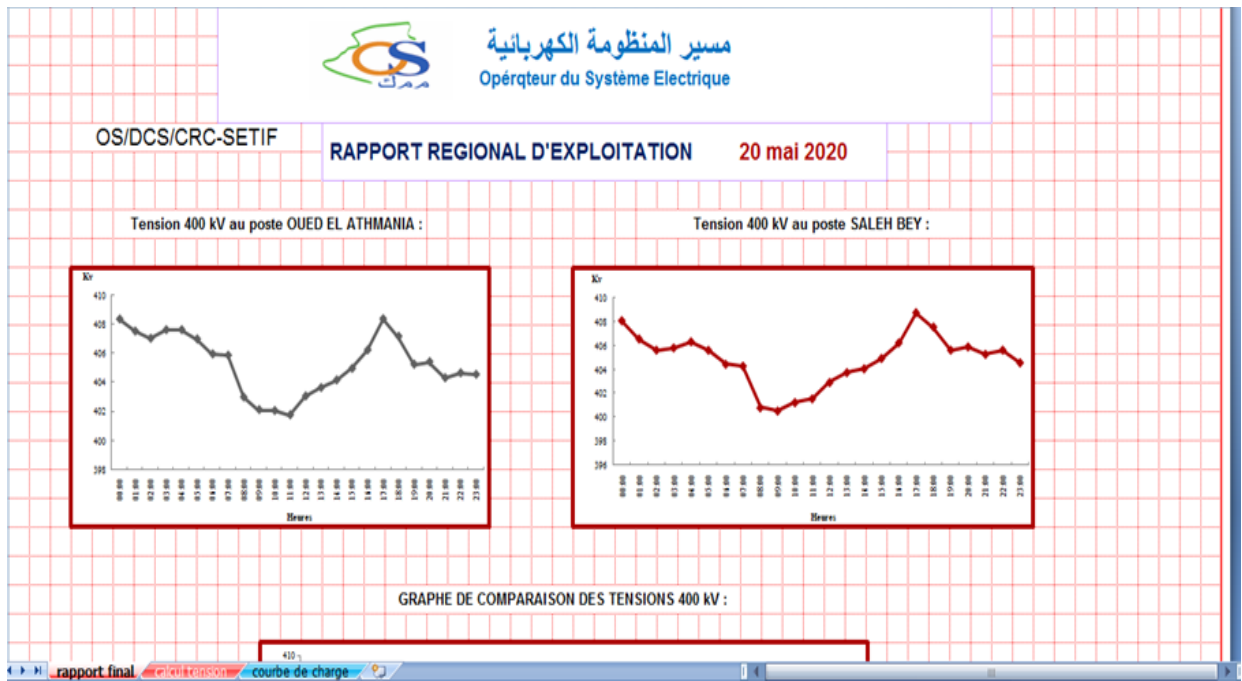
Nous allons choisir des postes, notre choix basé sur :

- Les postes affectées par la chute de tension.
- Les postes qui sont à l'extrémité du réseau.
- Les postes qui ont une importance sur le réseau comme le poste central : poste BISKRA.
- Les postes qui ont une importance sur les zones agricoles.
- Les postes très charge qui consomme une grande puissance.

Se marque par sa mission explicative, nous avons estimé qu'il consacré à la définition du chapitre suivant :

En **20 MAI 2020** Suite à notre visite établie lors de notre stage qui a eu lieu dans le centre de conduite de la région de Sétif (CRC), nous avons profité l'occasion d'effectuer une étude sur le plan de tension du réseau de transport Biskra.

Nous avons pris le réseau de simulation prévisionnelle pour la journée **20 MAI 2020** :



mercredi 20 mai 2020

Région de Sétif	
Direction Distribution	SETIF
Direction Distribution	EL HIDHAB
Direction Distribution	BBA
Direction Distribution	M'SILA
Direction Distribution	JIJEL
Direction Distribution	BEJAIA
Direction Distribution	MILA
Direction Distribution	BATNA
Direction Distribution	BISKRA

page d'accueil | ... | BBA | ... | Jijel | ... | Spider data | VAL'EUR INF

Figure 3.3 : visualisation des résultats (Masques graphiques) [8] [9].

3.5. Analyse par simulation

Nous avons portés les résultats dans différents tableaux sur Excel, après nous avons fait des classements suivant les postes permettant de faire des analyses graphiques.

a partir du base de donnée disponible sur le simulateur SPIRA.

3.5.1. Les profils de consommation

En effet, le Système d’information permet de trouver à tout moment toutes les courbes de consommation, parmi lesquelles on peut présenter celles illustrées par les graphes suivants :

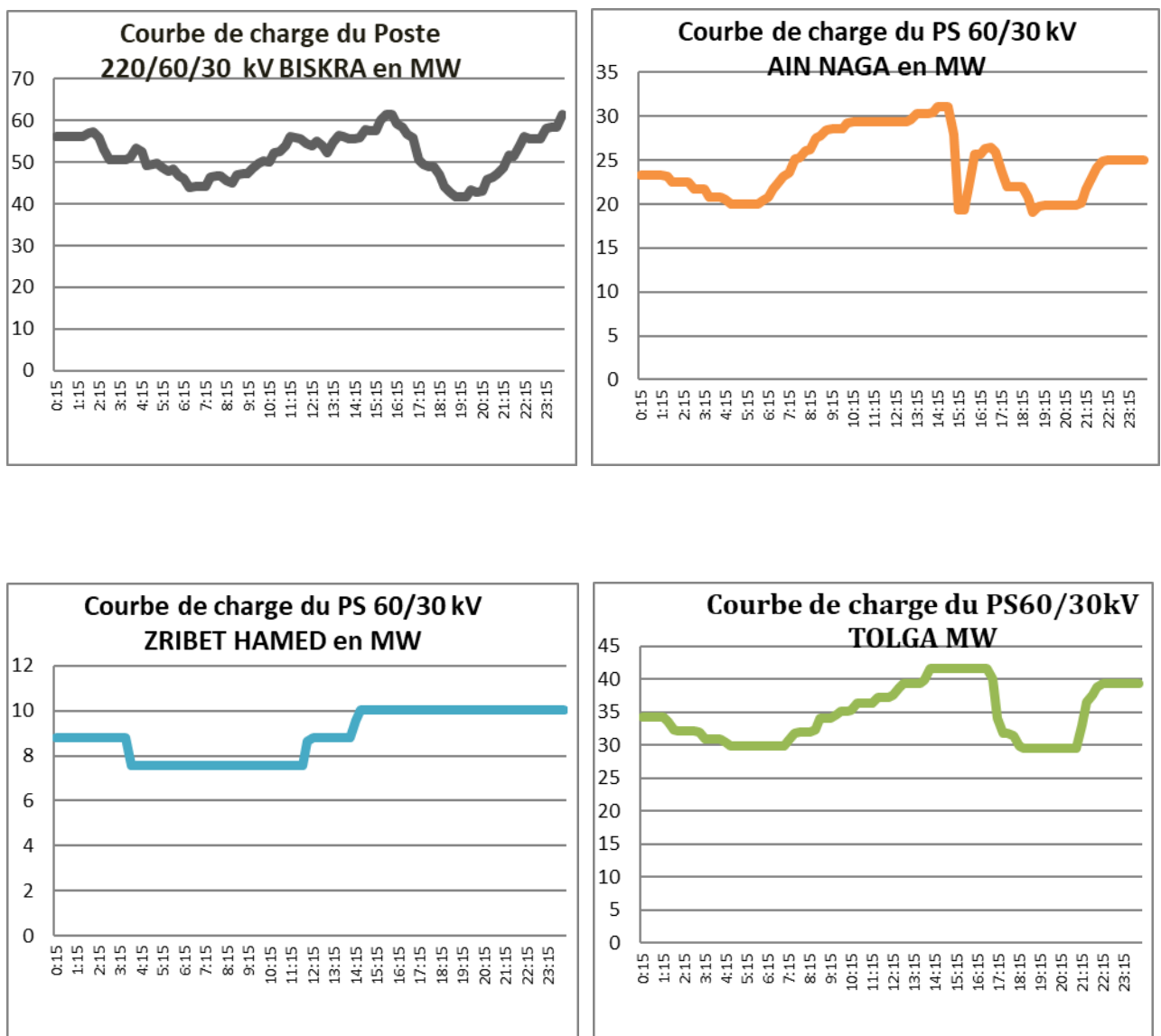


Figure 3.5 : Le profil de consommation par des postes HT/MT [8].

Grâce à la restitution des données relatives à la consommation en puissance et en énergie de tous les postes HT/MT, ainsi que au moyen de ce nouveau système de conduite, il est possible de suivre l'évolution réelle des consommations au niveau la willaya de bistra. Ce qui permet de contrôler au mieux la qualité de la prévision et d'apporter à tout moment les correctifs qui améliorent sa précision.

Comme le montre les graphes ci-dessus, le mode de consommation électrique diffère d'un la willaya de Biskra. Ainsi, les courbes de consommation des postes HT/MT ZRIBET HAMED, 60/30Kv TOLGA, 60/30kV AIN NAGA, le poste 220/60 :30 KV BISKRA (situé au Sud) enregistre une pointe le matin en raison de l'effet température et l'activité économique de la région qui consiste en l'irrigation, tôt le matin, alors que la pointe du postes se situe le soir et coïncident avec la pointe nationale en raison de l'effet lumière.

Ceci fait bien ressortir l'importance de pouvoir distinguer les profils de consommation vu que les pointes ne sont pas synchrones.

3.5.2. La tension au niveau des postes

On obtient les courbes spéciales suivantes :

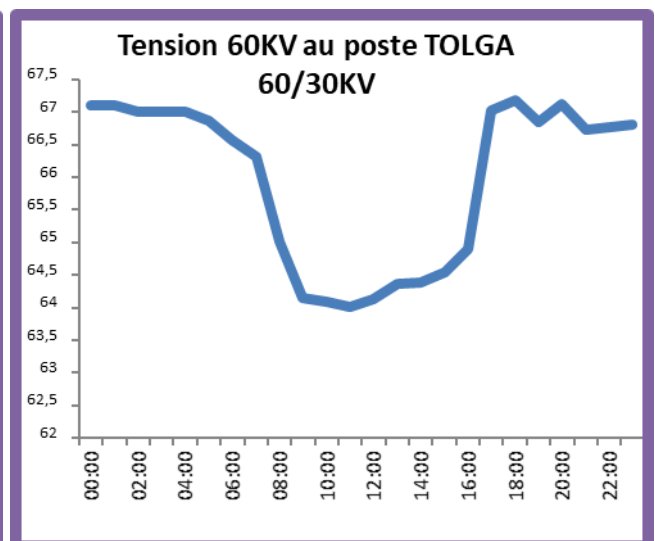
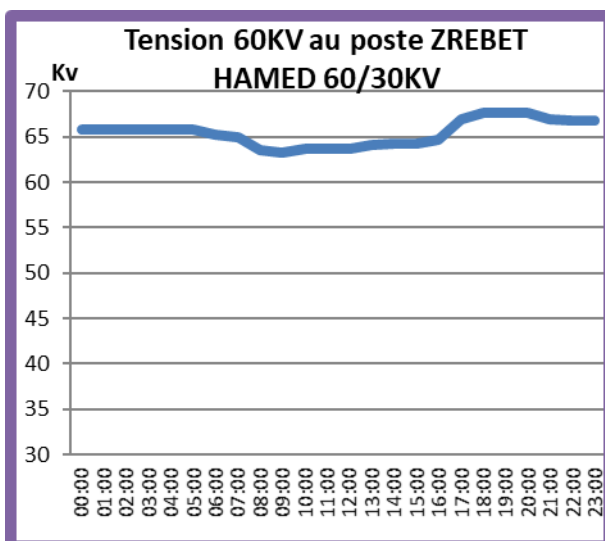
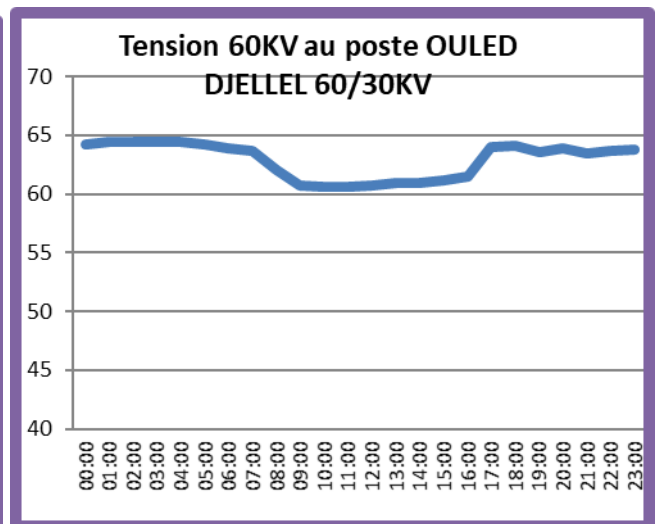
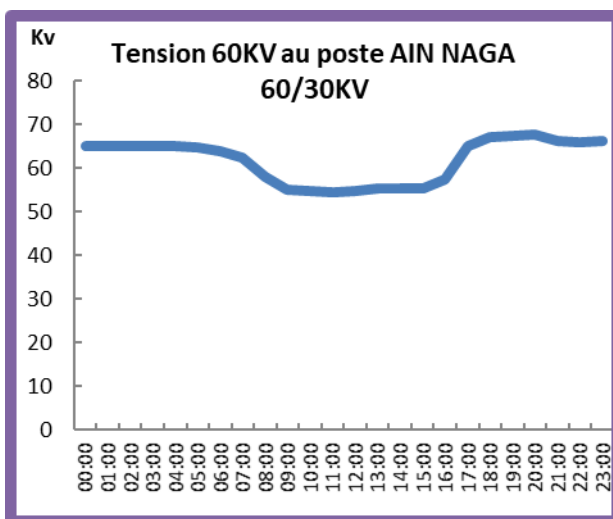
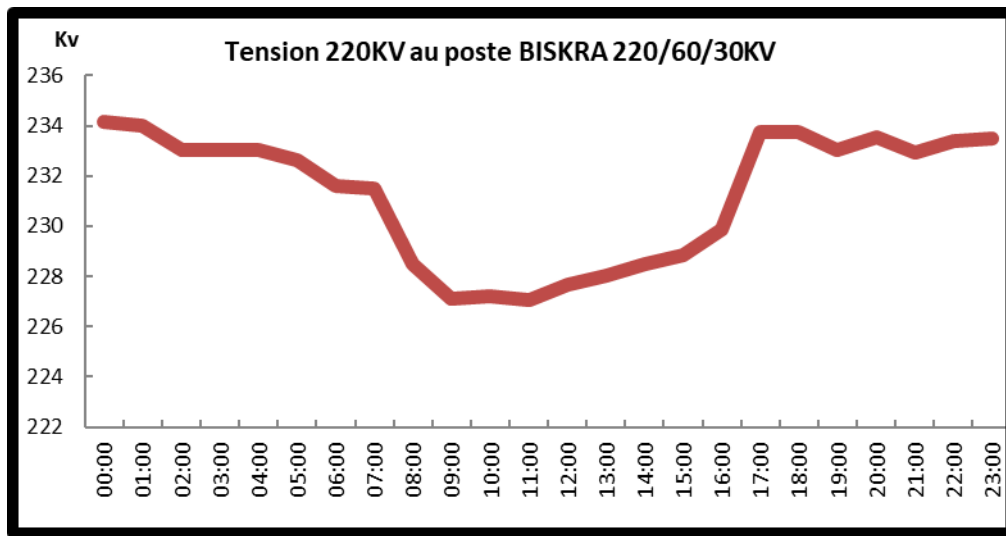


Figure 3.6 : Les courbes des tensions pour les postes HT/MT [9].

Dans cette partie, nous exposons les courbes des variations des tensions par rapport à la charge et nous donnerons, s'il y a lieu, une corrélation entre les variations des tensions et les charges.

Nous allons déterminer du plan de tension de chaque poste :

- nous avons une variation importante du plan de tension.
- Corrélation entre les variations de tensions et les charges.
- La tension presque stable pour le poste ZRIBAT HAMED. par ce que la charge faible et il est très proche dans le poste d'alimentation (poste BADES).
- Une baisse de tension importante dans les postes 60 kV (poste TOLGA, poste OULED DJELLEL, poste AIN NAGA), et poste 220/60/30KV BISKRA.

3. 6. La responsabilité de pointe

Ce sont des mesures de terrain effectuées chaque année pendant les pics de consommation, les périodes d'hiver et été.

Et à travers cela, nous pouvons :

- Les perspectives de développement du réseau électrique se construisent
- Notez tout changement actuellement présent sur le réseau électrique.
- Il est également possible de comparer les dernières mesures avec celles des années passées et de constater tout changement sur le réseau électrique.

3. 6.1. Evolution de la Puissance maximale appelée (PMA) de la willaya Biskra

Après avoir obtenu les mesures relevés de la responsabilité de pointe. Ainsi, le jour avec la température la plus élevée a été choisi.

Définir cet été un jour 12 AOUT 2020.

De plus, nous avons obtenu la responsabilité de pointe pour l'année 2015 (29 JUILLET 2015) et il disponible, et nous allons travailler dessus sur une comparaison avec l'année en cours (12 AOUT 2020).

On obtient la courbe suivante :

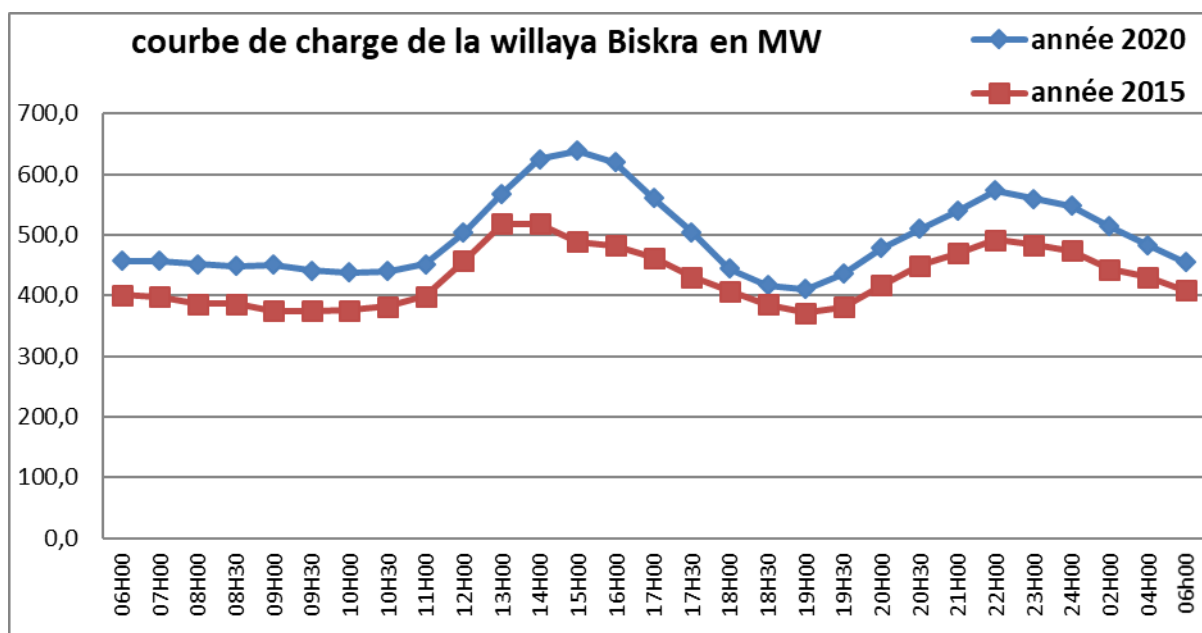


Figure 3.7 : Montre l'évolution de la PMA sur la période 2015 - 2020 de la wilaya Biskra.

Nous avons calculé :

- Puissance totale de tous les postes THT/HT (BISKRA 220/60/30KV, TOLGA 220/60/30KV, BADES 220/60/30KV) et en plus des cabines mobiles 220/30KV (MGH220/30KV, OUMECH220/30KV, TOLGA220/30KV, OULED DJELLEL220/30KV) pour l'année 2020.
- Puissance totale de tous les postes THT/HT (BISKRA 220/60/30KV, TOLGA 220/60/30KV, BADES 220/60/30KV) et en plus des cabines mobiles 220/30KV (MGH220/30KV, TOLGA220/30KV) pour l'année 2015.

Remarque :

La Puissance totale doit être comparée pour la même période c'est-à-dire (été-été) ou (hiver-hiver).

Tableau 3.1 : Evolution de la Puissance maximale appelée (PMA) de la wilaya de Biskra.

	29 JUILLET 2015	12 AOUT 2020	Taux d'évolution
Puissance Maximale appelée (MW)	518,3	638,8	23,249 %

En aout 2020, la puissance maximale appelée sur le réseau de transport Biskra a atteint (**638,8 MW** le 12 AOUT 2020 à 15h00) soit une hausse de **23,249%** par rapport à (**518,3 MW** le 29 JUILLET 2015 à 14h00), soit une puissance additionnelle de l'ordre de **120,5 MW**.

On constate une grande consommation de puissance pour la dernière année (**638,8 MW** le 12 AOUT 2020 à 15h00).

On constate qu'il y a une consommation de puissance très élevée dans la wilaya de Biskra, et ce, sur une courte période (**120,5 MW pendant 5 Anne**).

Cette évolution rapide de la consommation énergétique totale de la wilaya de Biskra se traduira par une réflexion négative sur le plan de tension tous les postes de la wilaya de Biskra.

3. 6.2. La puissance réactive de la wilaya de Biskra

Le réseau de la wilaya de Biskra est un réseau à grande consommation d'énergie réactive en raison de sa nature agricole (les pompes margé) et climatique (climatisation).

La chute de tension dans le réseau de la wilaya de Biskra résulte de l'augmentation de la grande consommation d'énergie réactive et cette chute de tension ne cesse d'augmenter au fil des années (29 JUILLET 2015 jusqu'au avant 12 AOUT 2020) car il y a une grande demande de la puissance réactive.

On observe cette évolution de la consommation d'énergie réactive à travers la courbe suivante :

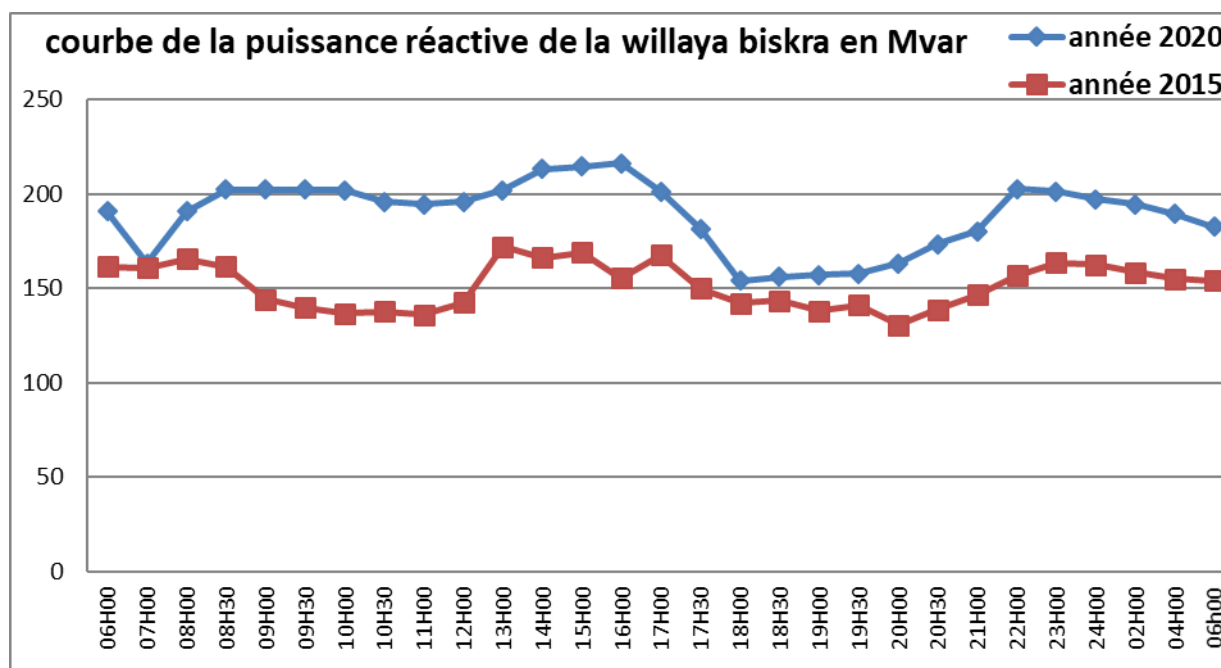


Figure 3.8 : la puissance réactive sur la période 2015 - 2020 de la wilaya Biskra.

Et pour obtenir la courbe au dessus :

Nous avons calculé la puissance réactive sur la période 2015 et la période 2020 de la wilaya de Biskra de la même manière que le calcul pour l'évolution de la (PMA) de la wilaya de BISKRA.

Tableau 3.2 : la Puissance réactive en (Mvar) de la willaya de Biskra.

	29 JUILLET 2015	12 AOÛT 2020	Taux d'évolution
La Puissance réactive (Mvar)	172	216,4	25,813 %

En aout 2020, la Puissance réactive sur le réseau de transport Biskra a atteint (**216,4 Mvar** le 12 AOÛT 2020 à 16h00) soit une hausse de **25,813 %** par rapport à (**172Mvar** le 29 JUILLET 2015 à 13h00), soit une **améliore** la Puissance réactive de l'ordre de **44,4 Mvar**.

On constate une grande consommation de puissance réactive pour la dernier année (**216,4 Mvar** le 12 AOÛT 2020 à 16h00).

On constate qu'il y a une consommation de puissance très élevée dans la wilaya de Biskra, et ce, sur une courte période (**44,4 Mvar pendant 5 Anne**).

Cette évolution de la consommation de puissance réactive de la wilaya de Biskra se traduira par une réflexion négative sur le plan de tension tous les postes de la wilaya de Biskra.

Rappel :

Toujours Plus la puissance active est élevée, plus la consommation de la puissance réactive est élevée.

Je vais donc expliquer cette réflexion négative sur le plan de tension tous les postes de la wilaya de Biskra.

3.6.3. La Corrélation entre la variation de tension et la charge de la wilaya de Biskra

Nous donnerons un exemple réel pour étudier le changement de plan de tension entre période 2015 et période 2020.

Choisissez poste Biskra 220/60/30KV, qui considéré comme grand consommation de puissance :

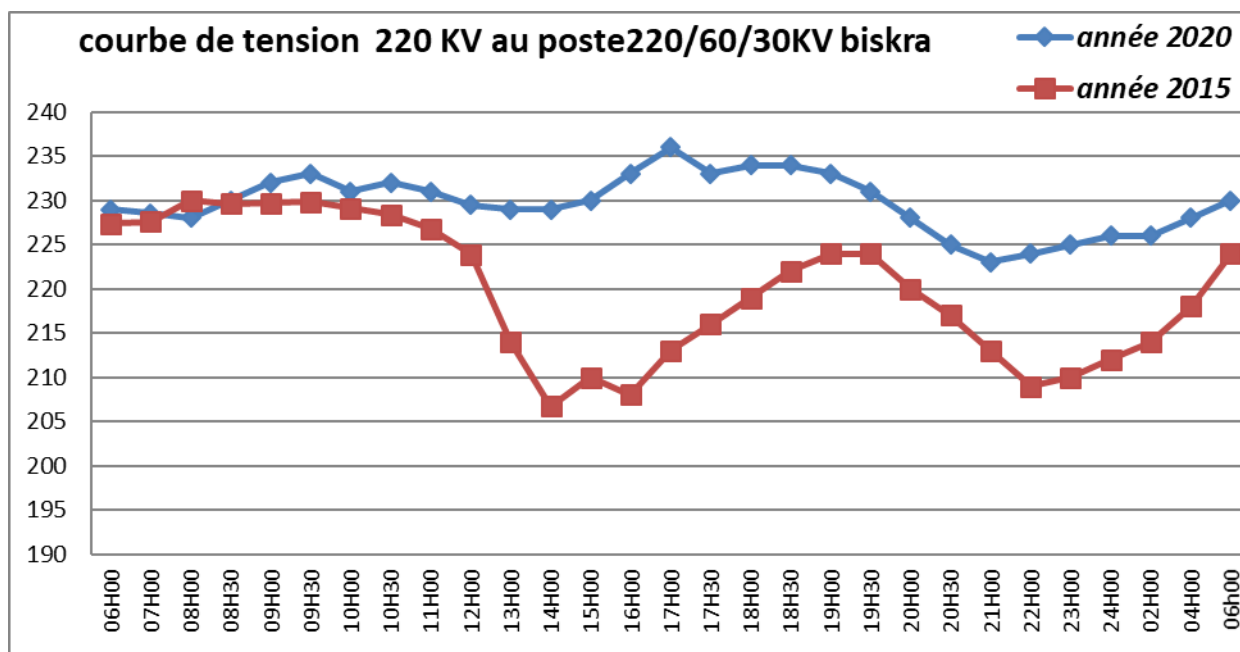


Figure 3.9 : Courbe de tension pour le poste Biskra 220/60/30KV.

Notez que la tension est presque stable pendant pour l'année 2020 c'est-à-dire plage inférieure entre la tension max (surtension) et la creux tension (tension min).

Notez la tension il est variable pendant pour l'année 2015 c'est-à-dire plage supérieure entre la tension max (surtension) et la creux tension (tension min).

Nous avons calculé :

- **13 KV** pour 12 AOUT 2020 (la différence entre 236 KV et 223KV)
- **23,3 KV** pour 29 JUILLET 2015 (la différence entre 236 KV et 223KV)

Remarque :

- Pour analyser n'importe quel courbe du plan de tension, nous comparons toujours les points faible (creux de tension)
- Comparer le même de niveau de tension

Tableau 3.3 : la chute de tension de poste 220/60/30KV Biskra.

	29 JUILLET 2015	12 AOUT 2020	Taux d'évolution
chute de tension (creux) KV	206,7	223	7,88 %

En aout 2020, LA chute de tension sur le poste 220/60/30KV Biskra (WILLAYA BISKRA) a atteint **223KV** le 12 AOUT 2020 à 21h00 soit une hausse de **7,88 %** par rapport à (**206,7 KV** le 29 JUILLET 2015 à 14h00), soit une **améliore** la tension de l'ordre de **16,3KV**.

Nous ajoutons un tableau qui résume tous les postes importants à partir la base des données de la responsabilité de pointe :

Tableau 3.4 : Résumé tous les postes importants :

		La puissance réactive en Mvar		Charge point en MW		La Chute de tension en KV	
postes		29 JUILLET 2015	12 AOUT 2020	29 JUILLET 2015	12 AOUT 2020	29 JUILLET 2015	12 AOUT 2020
BISKRA 60		96	101	244	246	59	63
TOLGA 220		44,27	50,1	174,9	195,4	200,1	215
TOLGA 60		16 ,8	28,2	85,6	71,4	57,6	61,9
OULED DJELLEL 60	U1	9,2	18,1	36	31,9	52,7	60
	U2	1,17	11,3	31,1	14,3	50,6	60,3
AIN NAGA 60		15,7	16,3	26,5	38	52	54,6
Z HAMED 60		3,1	13,6	17,2	18,8	63,9	64,1

On note à partir du tableau qu'il y a une augmentation de la charge (la puissance active et réactive) dans tous les postes pour la période 2020 par rapport à pour la période 2015. En raison de la besoin de consommation de charge dans la wilaya de Biskra.

Dans le réseau de transport Biskra, il existe de beaucoup problèmes, dont le plus important est : surtension, la chute de tension.

La surtension est un problème négligent que l'on retrouve dans le réseau de transport Biskra, pour que cela n'affecte pas beaucoup le réseau de transport Biskra par rapport au problème de la chute de tension.

Ce qui nous intéresse le plus dans l'analyse, c'est la comparaison de tous les points faible de la chute de tension pour la période 2020 et les points faible de la chute de tension pour la période 2015.

La chute de tension pose de plusieurs problèmes (améliore les pertes, améliore la charge indésirable). En conséquence, il en produit de plusieurs des défauts (les déclenchements) dans le réseau électrique.

On remarque à travers la courbe de tension et le tableau qu'il y a grand amélioration du plan de tension pour la période 2020 par rapport à pour la période 2015 et ceci est basé sur les points faible (creux de tension) des deux périodes.

Nous disions précédemment qu'il y a réflexion négative sur l'augmentation de la charge (la puissance active et réactive) pour la période 2020 par rapport à la période 2015, et cette réflexion affectera le plan de tension pour 2020(il y a déjà un grand du chute de tension pour la période 2020).Cependant, l'inverse s'est produit, car le plan de tension s'est grandement amélioré dans tous les postes de la willaya de Biskra.

Pour meilleur amélioration de la tension dans le réseau, il est diminué le maximum la puissance réactive. Alors on absorbe et compense la puissance réactive.

Les batteries de condensateurs dans le réseau de transport, il est préférable de trouver des sources d'énergie de puissances réactives pour compenser la consommation de puissances réactives et renforcer le réseau. Et à la fin, nous obtenons le meilleur réglage de tension.

Nous concluons des analyses

- ✓ Il y a grand travail effectué dans la dernière période pour améliorer le plan de tension du réseau de transport Biskra et sans interruption pendant de cette période (29 JUILLET 2015 jusqu'au avant 12 AOUT 2020).
- ✓ Pour améliorer le réseau de transport, il faut bien le renforcer afin d'améliorer la tension et ainsi marcher les meilleures conditions et sans des défauts.
- ✓ Optimisation du plan de tension par des batteries de condensateurs.
- ✓ Installation des batteries de condensateurs dans tous les points faibles de la part de SONELGAZ.
- ✓ SONELGAZ malgré les problèmes auxquels elle a été confrontée au cours de la période récente (la charge, le temps, la santé...etc), elle a trouvé des solutions appropriées.

3. 7. Renforcements réseau de la willaya de Biskra

3. 7. 1. Avant l'année 2020 :

- La mise en service de poste LEGHROUSS et des cabines mobiles (OULEDDJELLEL, OUMECHÉ, HAMMAM SALHINE, ALIA 2).
- L'installation de des batteries de condensateurs sur le postes (BISKRA 220/60/30KV, OULED DJELLEL60/30kV, AIN NAGA 60/30kV, Z'RIBET HAMED 60/30kV) est réglé le problème de baisse tension.

3. 7. 2. L'année 2020 :

- La mise en service poste 60/30kV ELHADJEB permet de lever la contrainte de maintien du plan de tension au niveau de poste 220/6030 KV BISKRA.
- La mise en service TRN°3 220/60KV au poste 220/60KV TOLGA permet diminuer la Charge pour d'améliorer le plan de tension au poste 220/60KV TOLGA, ainsi il s'est amélioré au poste 60/30kV TOLGA et poste60/30kV OULED DJELLEL.

3. 7.3. Les ouvrages du réseau prévus pour l'année 2021 à la willaya de Biskra

- Il est nécessaire de réaliser une injection 220/60kV à OULED DJELLEL (anticipation du poste 220/60kV OULED DJELLEL) pour lever les contraintes d'alimentation et diminuer la Charge du poste220/60kV TOLGA et enfin améliorer le plan de tension au poste 60/30kV TOLGA et poste 60/30kV OULED DJELLEL .

Conclusion

D'après les analyses faites, nous remarquons que :

- Nous avons une corrélation entre variation de tensions et la charge d'un poste.
- La défaillance d'un ouvrage électrique peut conduire à l'apparition des grandes pannes dans les réseaux électriques (écrasement de tension).
- Nous observons que l'apport des batteries de condensateurs est important dans le réglage de tension sur tout pour le réseau de transport Biskra.
- Le renforcement de la structure dans le réseau de transport Biskra afin d'augmenter la tension et les capacités de transit.

CONCLUSIONS GENERALES

A travers cette étude, nous concluons que le maintien, dans les limites admissibles, de la tension sur les réseaux de transport nécessite le maintien du transit de la puissance réactive à des proportions acceptables sur les réseaux.

Cet objectif est atteint en adaptant une compensation adéquate à chaque type de réseau, d'abord en fonction du niveau de tension de ligne et ensuite en tenant compte de la nature du réseau (transport, répartition et distribution).

Le rôle important à tous les compensateurs pour améliorent la stabilité de la consommation de puissance réactive et de la tension.

D'après ce travaille on peut voir la grande importance des études d'analyses des donnés, et surtout l'importance des systèmes de télémessures dans les études prévisionnelles de sécurisation des réseaux électriques.

D'après notre analyse, nous devons savoir :

- La vision correcte du réseau et la précision sur les télémessures améliorent le réglage de la tension.
- Les travaux réalise par SONELGAZ pour améliorer le réseau de transport Biskra :
 - Pour le réseau électrique actuel.
 - Pour le réseau électrique d'avenir.

Nous observons le plan de tension dans le réseau de transport de la wilaya Biskra est élevé pour l'année en cours 2020, et ça ce que nous intéresse.

Le réseau de transport Biskra est une réseau déficitaire (la nature agricole et climatique), d'où la nécessité d'un apport de charge est obligatoire, donc SONELGAZ doit être injecté un plus de puissance active et réactive dans le réseau de transport Biskra, alors il joue un rôle important de renforcement (des postes et les lignes) pour l'amélioration du plan de tension et les capacités de transit et bien sur renforce le réseau national.

Enfin, Nous espérons que ce travail profitera à l'université et aux étudiants.

Annexe A- calcul tension

Remarque :

- 1) Toutes les annexes sont un résumé pour des fichiers simulation et pour grand des tableaux de la responsabilité de pointe (Nous avons pris les données dont nous avons besoin).
- 2) un support original il est disponible si l'université en a besoin et pour les autres étudiants.

		ANAGA060B1MES.U	TOLQA000TOLQP1MI/	BI SKR220B1MES.U	ZHAMD060B1MES.U	QDJEL060B1MES.U
		VALUE	VALUE	1 VALUE	VALUE	VALUE
2020-05-20	00:00	65,057137	67,093195	234,132463	65,059409	64,278869
	01:00	65,057137	67,110197	233,979932	65,059409	64,300511
	02:00	65,057137	66,998826	233,038809	65,059409	64,300511
	03:00	65,057137	66,998826	233,026077	65,059409	64,300511
	04:00	65,057137	66,998826	233,026077	65,059409	64,300511
	05:00	64,846318	66,856387	232,630862	65,007563	64,196532
	06:00	64,008058	66,566236	231,669751	65,275374	63,854394
	07:00	62,425384	66,307444	231,513449	65,015401	63,730421
	08:00	57,97407	65,020221	230,467182	63,603925	62,036297
	09:00	55,157389	64,147126	227,120541	63,244006	60,773724
	10:00	54,810773	64,066578	227,19602	63,759823	60,619146
	11:00	54,532182	64,009377	227,066668	63,759823	60,566715
	12:00	54,798609	64,138333	227,663521	63,759823	60,608712
	13:00	55,203614	64,301976	228,010699	64,082932	60,829618
	14:00	55,397011	64,387454	228,43962	64,19265	60,908545
	15:00	55,516651	64,542202	228,832378	64,19265	61,152847
	16:00	57,471921	64,896246	229,890884	64,751108	61,488496
	17:00	65,224973	67,03136	233,765476	66,975749	63,58813
	18:00	67,203429	67,181711	233,762467	67,054735	64,117432
	19:00	67,576474	66,837943	233,015267	67,069159	63,597346
	20:00	67,736742	67,118833	233,516204	67,669159	63,909333
	21:00	66,306513	66,718641	232,921685	66,963985	63,028876
	22:00	65,98888	66,767289	233,364042	66,804936	63,009616
	23:00	66,184561 **	66,805383 **	233,46666 **	66,804936 **	63,811207 **

Annexe C- VALEUR MW

		TOLGA	ZHAMED	BISKRA	AIN NAG				
		TOLGA	Z HAMED	BISKRA	AIN NAGA				
2020-05-20	00:15:00	34,251366	8,800178	56,079021	23,338611	29,562078	10,049589	45,906152	19,806611
	00:30:00	34,251366	8,800178	56,079021	23,338611	29,562078	10,049589	46,27984	19,806611
	00:45:00	34,251366	8,800178	56,079021	23,338611	29,562078	10,049589	47,201131	20,094854
	01:00:00	34,251366	8,800178	56,157154	23,338611	33,027774	10,049589	48,576266	21,66903
	01:15:00	34,251366	8,800178	56,079021	23,338611	36,475686	10,049589	51,70157	22,983381
	01:30:00	33,532713	8,800178	56,079021	23,226967	37,505298	10,049589	51,389041	24,082565
	01:45:00	32,367763	8,800178	57,094745	22,501284	38,902897	10,049589	54,014298	24,876249
	02:00:00	32,074809	8,800178	57,25101	22,501284	39,297547	10,049589	56,219737	25,043715
	02:15:00	32,074809	8,800178	55,938382	22,501284	39,297547	10,049589	55,728552	25,043715
	02:30:00	32,074809	8,800178	53,188114	22,501284	39,297547	10,049589	55,728552	25,043715
	02:45:00	32,074809	8,800178	50,68787	21,719778	39,297547	10,049589	55,728552	25,043715
	03:00:00	32,002944	8,800178	50,68787	21,663956	39,297547	10,049589	58,135037	25,043715
	03:15:00	30,996831	8,800178	50,68787	21,663956	39,297547	10,049589	58,306929	25,043715
	03:30:00	30,996831	8,800178	50,68787	20,841852	39,297547	10,049589	58,306929	25,043715
	03:45:00	30,996831	7,551467	51,078533	20,841852	39,297547	10,049589	61,557246	25,043715
	04:00:00	30,996831	7,551467	53,288637	20,841852				
	04:15:00	30,396631	7,551467	52,461592	20,50692				
	04:30:00	29,871457	7,551467	49,335047	20,004524				
	04:45:00	29,871457	7,551467	49,397552	20,004524				
	05:00:00	29,871457	7,551467	49,631951	20,004524				
	05:15:00	29,871457	7,551467	48,69436	20,004524				
	05:30:00	29,871457	7,551467	47,756768	20,004524				
	05:45:00	29,871457	7,551467	48,473488	20,004524				
	06:00:00	29,871457	7,551467	46,651947	20,395277				
	06:15:00	29,871457	7,551467	46,089392	20,841852				
	06:30:00	29,871457	7,551467	43,839172	21,688314				
	06:45:00	29,871457	7,551467	44,307968	22,546956				
	07:00:00	29,871457	7,551467	44,307968	23,194489				
	07:15:00	30,771756	7,551467	44,307968	23,597421				
	07:30:00	31,747152	7,551467	46,339416	25,104611				
	07:45:00	32,019996	7,551467	46,651947	25,236554				
	08:00:00	32,019996	7,551467	46,651947	26,09418				
	08:15:00	32,019996	7,551467	45,55809	26,258601				
	08:30:00	32,297713	7,551467	45,011162	27,464354				
	08:45:00	34,086773	7,551467	46,886346	27,738389				
	09:00:00	34,160011	7,551467	47,355141	28,464074				
	09:15:00	34,160011	7,551467	47,245755	28,575717				
	09:30:00	34,686211	7,551467	48,57401	28,575717				
	09:45:00	35,146635	7,551467	49,792879	28,575717				
	10:00:00	35,146635	7,551467	50,402313	29,3014				
	10:15:00	35,300258	7,551467	50,089782	29,413043				
	10:30:00	36,298803	7,551467	52,277495	29,413043				
	10:45:00	36,298803	7,551467	52,543147	29,413043				
	11:00:00	36,298803	7,551467	53,996414	29,413043				
	11:15:00	36,365796	7,551467	56,027862	29,413043				
	11:30:00	37,303697	7,551467	55,793464	29,413043				
	11:45:00	37,303697	7,551467	55,715332	29,413043				
	12:00:00	37,303697	8,634182	54,487507	29,413043				
	12:15:00	37,518054	8,800753	53,944872	29,413043				
	12:30:00	38,653198	8,800753	55,023102	29,413043				
	12:45:00	39,416917	8,800753	53,933744	29,413043				
	13:00:00	39,416917	8,800753	52,395824	29,692152				
	13:15:00	39,416917	8,800753	54,833562	30,25037				
	13:30:00	39,416917	8,800753	56,536854	30,25037				
	13:45:00	39,925305	8,800753	56,271203	30,25037				
	14:00:00	41,583729	8,800753	55,657106	30,469599				
	14:15:00	41,583729	9,550055	55,610227	31,072476				
	14:30:00	41,583729	10,049589	55,922758	31,072476				
	14:45:00	41,583729	10,049589	57,79794	31,072476				
	15:00:00	41,583729	10,049589	57,501036	27,954571				
	15:15:00	41,583729	10,049589	57,438529	19,380334				
	15:30:00	41,583729	10,049589	59,970027	19,380334				
	15:45:00	41,583729	10,049589	61,470173	22,718481				
	16:00:00	41,583729	10,049589	61,470173	25,667905				
	16:15:00	41,583729	10,049589	59,251206	25,667905				
	16:30:00	41,583729	10,049589	58,501133	26,337767				
	16:45:00	41,583729	10,049589	56,782214	26,505232				
	17:00:00	39,982141	10,049589	55,938382	25,902356				
	17:15:00	34,139314	10,049589	50,515978	23,883635				
	17:30:00	31,728887	10,049589	49,594013	22,029334				
	17:45:00	31,728887	10,049589	48,812687	22,029334				
	18:00:00	31,451171	10,049589	48,812687	22,029334				
	18:15:00	29,937203	10,049589	46,937504	22,029334				
	18:30:00	29,562078	10,049589	44,124729	20,852				
	18:45:00	29,562078	10,049589	42,749595	19,087016				
	19:00:00	29,562078	10,049589	41,546352	19,750789				
	19:15:00	29,562078	10,049589	41,546352	19,806611				
	19:30:00	29,562078	10,049589	41,546352	19,806611				
	19:45:00	29,562078	10,049589	43,26527	19,806611				
	20:00:00	29,562078	10,049589	42,874607	19,806611				
	20:15:00	29,562078	10,049589	42,983992	19,806611				

Annexe D-1 responsabilité de pointe 2015

POSTE BISKRA

	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00	
Tension 220 kV	227,4	227,6	230	229,6	229,7	229,8	229,1	228,4	226,8	223,9	214	206,7	210	208	213	
Tension 60 kV	65,7	65,9	66,5	66,4	66,4	66,5	66,3	66,1	65,6	64,8	61	59	60	60	62,4	
TRANSFO N°1	Mw	65,0	64,0	60,0	61,0	60,0	59,0	58,0	58,0	60,0	70,0	82,0	85,0	85,0	80,0	74,0
	M var	31,0	30,0	31,0	30,0	30,0	28,0	27,0	27,0	26,0	26,0	33,0	33,0	33,0	29,0	30,0
TRANSFO N°2	Mw	58,0	56,0	53,0	54,0	53,0	52,0	51,0	51,0	53,0	62,0	72,0	75,0	75,0	71,0	65,0
	M var	27,0	26,0	26,0	26,0	26,0	24,0	23,0	23,0	22,0	23,0	28,0	29,0	28,0	26,0	25,0
TRANSFO N°3	Mw	64,0	63,0	60,0	60,0	59,0	58,0	57,0	58,0	60,0	69,0	81,0	84,0	84,0	79,0	73,0
	M var	30,0	29,0	30,0	29,0	29,0	27,0	26,0	26,0	25,0	26,0	31,0	32,0	31,0	29,0	28,0

	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06h00	
Tension 220 kV	216	219	222	224	224	220	217	213	209	210	212	214	218	224	
Tension 60 kV	62,6	63,9	64,9	65,4	65,2	63,7	62,9	61,6	60,5	60,8	61,3	62,2	63	65	
TRANSFO N°1	Mw	71,0	67,0	63,0	61,0	62,0	70,0	75,0	78,0	81,0	81,0	80,0	76,0	70,0	67,0
	M var	28,0	28,0	28,0	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	31,0	33,0	33,0	34,0	33,0	32,0
TRANSFO N°2	Mw	63,0	59,0	55,0	54,0	55,0	63,0	66,0	69,0	71,0	72,0	71,0	68,0	66,0	60,0
	M var	25,0	24,0	24,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	27,0	29,0	29,0	29,0	29,0	28,0
TRANSFO N°3	Mw	70,0	66,0	62,0	60,0	62,0	70,0	74,0	78,0	80,0	80,0	79,0	76,0	74,0	67,0
	M var	28,0	27,0	26,0	26,0	27,0	28,0	29,0	30,0	30,0	32,0	32,0	33,0	30,0	31,0

CM 220/30kv TOLGA

TRANSFO	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 220 kV	222	222,7	224,5	224,4	224,3	224,3	223,6	223	221,6	218	209,3	201,4	206	203,9	206
Mw	25,1	24,7	23,7	23,3	22,6	22,2	22,4	21,4	23,3	28,1	31,6	32,1	32,2	31,8	28,8
Mvar	16,00	16,00	16,70	15,40	15,30	15,00	14,90	13,80	13,90	14,8	15,7	16	16,7	15,5	15,2

TRANSFO	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
Tension 220 kV	211,4	215,1	216,9	219	218,8	215,7	209,9	207,6	203,3	204	205,7	209,7	212,7	218
Mw	26,0	24,5	23,6	22,8	22,9	25,5	28,4	28,7	30,4	29,5	29,2	27,2	27,2	26,0
Mvar	13,8	13,8	14,3	13,8	13,8	13,7	14,6	14,0	15,7	15,6	16,1	16,0	16,2	16,9

POSTE 220/60 Kv TOLGA

	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00	
Tension 220 kV	221	221	223	223	223	223	222,9	222	220	217	209,5	200,1	201,6	202	205	
TRANSFO N°1	Mw	66,1	66,3	66,3	66,2	62,2	64,0	65,0	67,1	69,8	78,1	87,6	83,9	67,6	73,0	75,7
	M var	15,17	16,3	17,2	16,3	13,9	14,8	14,8	14,8	15,71	17	22,16	19,3	8,2	11	18,0
TRANSFO N°2	Mw	67,9	68,3	68,4	67,5	63,5	66,0	66,8	68,9	72,2	80,0	90,2	82,0	71,0	73,0	77,8
	M var	65,6	66,1	66,3	65,7	62,8	64,0	65,2	66,7	70,2	78,6	87,3	82,3	68,6	72,0	75,2

	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00	
Tension 220 kV	210	213	215	218	217	214	210	206	201	202	203	209	212	217	
TRANSFO N°1	Mw	68,5	64,9	61,4	59,8	60,7	64,3	70,7	75,1	80,6	77,7	75,0	68,9	67,7	66,5
	M var	12,7	10,4	11,7	11,0	11,0	11,0	13,3	15,8	20,0	20,4	19,0	16,1	16,1	15,5
TRANSFO N°2	Mw	69,5	65,6	62,1	60,8	61,8	65,3	72,8	79,3	83,1	80,2	77,7	70,7	69,3	68,3
	M var	68,3	64,7	61,1	59,9	60,8	64,2	71,0	75,1	80,5	77,6	75,3	68,8	67,6	66,6

Annexe D-3 responsabilité de pointe 2015

POSTE 220/60 KV BADES

		06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
<i>Tension 220 kV</i>		234	233	233	235	236	237	237	236	235	239	236	227	222	221	226
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	17,1	17,5	17,4	17	17	17,4	18	18,8	20	22	23	23	23	23	21
	<i>Mvar</i>	11,2	11,6	11,5	12	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	7	7	6	12	13	13
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	17,1	17,5	17,1	17	17	17,3	18	18,7	19,8	22	23	23	23	23	21
	<i>Mvar</i>	11,3	11,7	11,7	12	5,9	5,9	5,9	6	5,9	7	7	6	12	13	13

		17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
<i>Tension 220 kV</i>		227	229	229	231	231	231	230	229	228	229	230	230	230	230
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	18	18	17	16	16	17	19	19	20	19	19	17	17	16
	<i>Mvar</i>	12	12	12	11	11	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	18	17	17	16	16	17	19	19	20	19	19	17	17	16
	<i>Mvar</i>	13	12	12	11	11	4	4	4	4	4	4	4	4	4

CM 220/30 KV EL M'GHAIER

		06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
<i>Tension 220 kV</i>		226	225	228	227	226	226	225	225	224	220	215	207	206	206	206
	<i>Mw</i>	23,5	22,6	22,0	21,6	21,1	20,7	21,5	21,5	22,4	27,5	30,5	30,0	30,0	30,0	29,0
	<i>M var</i>	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	6,0	6,0	6,1	6,0	7,0	7,8	8,0	7,9

		17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
<i>Tension 220 kV</i>		210	215	218	220	220	220	216	215	212	210	215	215	218	220
	<i>Mw</i>	27,5	26,0	25,0	22,4	26,0	26,0	27,0	27,5	28,0	27,5	26,0	24,3	24,2	23,5
	<i>M var</i>	5,0	4,7	4,6	4,5	4,4	4,5	4,7	5,0	5,0	5,1	6,0	6,3	7,0	7,5

POSTE 60/30 KVTOLGA

		06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
<i>Tension 60 kV</i>		64,5	64,8	65,3	65,4	65,5	65,5	65,2	64,9	64,4	63,5	60,3	57,6	60,6	59,1	59,6
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	17	15,5	15,3	15	15	15	15,5	16	17	19,5	22	23,5	22	22,7	19,7
	<i>Mvar</i>	4,9	5,0	5,6	4,5	4,7	4,5	4,2	4,1	3,6	3,7	3,9	4,2	1,7	4,3	4,7
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	21,2	20,6	19,9	19,3	18,9	19	19,3	20	21,3	24,2	28,7	34,8	29	26	24,7
	<i>Mvar</i>	4,9	5,0	5,6	4,5	4,7	4,5	4,2	4,1	3,6	3,7	3,9	4,2	1,7	4,3	4,7
TRANSFO N°3	<i>Mw</i>	17,6	17,2	16,8	16,4	16,2	16,1	16,3	16,9	17,8	20,5	23,1	23,6	17,8	23,0	20,2
	<i>M var</i>	4,9	5,0	5,6	4,5	4,7	4,5	4,2	4,1	3,6	3,7	3,9	4,2	1,7	4,3	4,7

		17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
<i>Tension 60 kV</i>		61,6	62,8	63,3	64,1	64,1	62,8	61,2	59,7	58,2	58,5	59,1	60,2	61	63,1
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	17,5	16	15,5	15	15	16,3	18,5	20	22,5	22	21,2	20	18,5	18
	<i>Mvar</i>	4,5	4,0	3,6	4,2	4,1	3,5	3,0	3,4	3,8	4,3	4,9	5,3	5,6	5,3
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	22,2	20,6	19,9	19,2	19	21,2	23,7	25,5	27,9	27,6	26,3	24,6	23,7	21,3
	<i>Mvar</i>	4,5	4,0	3,6	4,2	4,1	3,5	3,0	3,4	3,8	4,3	4,9	5,3	5,6	5,3
TRANSFO N°3	<i>Mw</i>	18,8	17,6	16,7	16,3	16,6	18,1	19,8	20,7	21,5	21,2	20,7	19,9	19,5	18,2
	<i>M var</i>	4,5	4,0	3,6	4,2	4,1	3,5	3,0	3,4	3,8	4,3	4,9	5,3	5,6	5,3

Annexe E-1 responsabilité de pointe 2020

POSTE BISKRA

	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00	
<i>Tension (220kV)</i>	229	228,5	228	230	232	233	231	232	231	229,5	229	229	230	233	236	
<i>Tension (60kV)</i>	65,1	65	64,8	65,4	66,1	66,3	66,8	65,2	66,2	65,9	65	64,6	65	65	66	
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	65,0	64,0	60,0	59,0	58,0	56,0	55,0	54,0	55,0	59,0	75,0	84,0	86,0	85,0	77,0
	<i>Mvar</i>	33,0	32,0	30,0	32,0	33,0	32,0	32,0	31,0	30,0	31,0	32,0	36,0	35,0	35,0	35,0
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	57,0	56,0	53,0	52,0	51,0	49,0	48,0	48,0	49,0	52,0	66,0	75,0	75,0	76,0	68,0
	<i>Mvar</i>	28,0	27,0	26,0	28,0	27,0	27,0	27,0	26,0	26,0	26,0	27,0	30,0	30,0	30,0	30,0
TRANSFO N°3	<i>Mw</i>	64,0	62,0	59,0	58,0	57,0	55,0	54,0	53,0	55,0	58,0	74,0	83,0	85,0	84,0	75,0
	<i>Mvar</i>	31,0	30,0	28,0	30,0	30,0	30,0	30,0	27,0	29,0	29,0	30,0	34,0	33,0	34,0	33,0

	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00	
<i>Tension (220kV)</i>	233	234	234	233	231	228	225	223	224	225	226	226	228	230	
<i>Tension (60kV)</i>	67	66	67	67	66	65	65	64	63	63	63	63,9	64	65	
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	68,0	63,0	58,0	57,0	61,0	68,0	76,0	83,0	86,0	85,0	83,0	78,0	73,0	65,0
	<i>Mvar</i>	32,0	29,0	29,0	29,0	29,0	30,0	33,0	34,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0	34,0
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	60,0	55,0	51,0	50,0	61,0	67,0	73,0	76,0	75,0	73,0	69,0	64,0	58,0	
	<i>Mvar</i>	27,0	25,0	24,0	24,0	26,0	27,0	28,0	30,0	31,0	31,0	31,0	30,0	29,0	
TRANSFO N°3	<i>Mw</i>	66,0	62,0	57,0	56,0	60,0	68,0	75,0	81,0	84,0	84,0	82,0	77,0	72,0	64,0
	<i>Mvar</i>	30,0	27,0	27,0	27,0	27,0	29,0	31,0	32,0	34,0	34,0	34,0	34,0	34,0	32,0

POSTE 220/60 Kv TOLGA

	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00	
<i>Tension (220kV)</i>	222	222	220	221	223,9	225	225	223	224	223	221	221	220	221	224	
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	46,4	47,2	47,2	47,2	47,6	47,2	47,2	46,5	48,2	55,6	60,0	64,0	64,8	64,0	60,0
	<i>Mvar</i>	14,6	15,5	14,6	15,5	16,0	16,0	16,0	16,2	15,3	15,7	16,0	15,0	14,6	14,6	13,0
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	46,2	47,0	47,0	47,0	48,0	47,0	47,0	46,8	48,9	55,4	50,0	64,0	64,7	63,8	60,0
	<i>Mvar</i>	14,5	-17,4	14,5	15,5	16,3	16,3	16,0	16,5	15,7	15,7	16,0	14,0	14,8	15,0	12,8
TRANSFO N°3	<i>Mw</i>	46,3	46,9	47,8	48,0	47,8	47,7	48,0	48,0	49,0	56,0	61,0	65,0	65,9	65,0	60,0
	<i>Mvar</i>	15,5	17,0	15,5	16,9	17,8	17,0	17,0	16,7	16,5	16,8	18,0	16,0	15,7	16,0	13,0

	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00	
<i>Tension (220kV)</i>	225	227	227	228	227	224	222	222	215	216	217	218	220	221	
TRANSFO N°1	<i>Mw</i>	55,6	43,9	41,0	40,5	41,0	45,4	48,6	50,0	56,8	50,0	53,8	49,5	46,0	45,0
	<i>Mvar</i>	12,5	6,8	7,3	7,3	7,3	8,2	9,4	10,0	14,3	14,3	13,2	12,2	11,0	9,4
TRANSFO N°2	<i>Mw</i>	55,0	44,0	41,0	40,0	41,0	47,0	48,5	50,0	55,6	55,7	53,6	49,8	46,0	44,9
	<i>Mvar</i>	12,6	6,8	7,3	7,3	7,3	9,3	9,5	10,0	14,9	14,0	13,0	12,2	11,0	9,2
TRANSFO N°3	<i>Mw</i>	56,0	44,0	41,8	40,7	42,0	47,0	49,5	51,5	57,0	55,0	54,0	50,0	47,0	45,0
	<i>Mvar</i>	12,0	7,0	7,6	8,7	8,5	9,3	10,7	11,0	15,0	15,0	14,5	13,2	12,0	10,0

Annexe E-2 responsabilité de pointe 2020

POSTE 60/30 KV OULED DJELLAL

TRANSFO N° 1	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 60 kV	64,00	63,0	62,3	62,5	63,3	64,0	64,0	64,0	63,4	63,0	62,7	62,4	62,2	62,5	63,6
Mw	17,4	16,9	16,9	16,9	16,9	15,9	15,9	15,9	17,4	20,6	29,7	31,2	31,9	31,2	27,9
Mvar	12,1	6,7	6,7	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	7,4	6,8	16	16,8	17,2	16,8	11,9

TRANSFO N° 1	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00	
Tension 60 kV	U(kV)	65,7	66,3	67,0	65,7	65,5	64,0	62,5	62,0	60,0	60,5	61,7	62,6	63,5	65,0
Mw		25,3	22,9	20,9	19,6	19,6	22,8	25,3	26,1	26,5	26,5	24,5	10	21,6	18,4
Mvar		11,5	12,4	12,4	7,7	7,7	18,1	7,4	7,6	10,5	10,5	11,1	11	10,5	12,4

TRANSFO N° 2	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 60 kV	63,0	61,5	60,3	60,3	60,9	61,3	61,4	61,4	61,0	61,7	62,0	61,7	61,5	61,8	63,4
Mw	7,8	7,8	7,8	7,8	8	7,8	7,9	7,9	8,7	10,1	13,6	13,8	14,3	14,3	13,3
Mvar	10,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,5	5,5	5,8	5,4	10,6	10,3	11,1	11,1	6,1

TRANSFO N° 2	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
Tension 60 kV	64,8	65,1	65,6	65,7	65,6	64,8	63,8	63,3	60,8	61,0	61,7	62,6	63,0	65,0
Mw	11,6	11,5	10,3	9,3	9,4	10,2	11,4	11,4	11,4	11,3	11,4	10,3	9,5	8
Mvar	6	6,2	6,3	6,3	6,1	6,3	10	6,1	11	11,2	11,3	11,1	10,8	10,7

POSTE 60/30 KVTOLGA

	06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 60 kV	64	64	63,4	64,4	64,9	65	65	64,5	64,7	64,5	64	63,4	63,4	63,8	65,4
TRANSFO N°1	Mw	15,8	16,18	16	16,5	15,9	15,9	16	16,4	16,8	18,1	20,8	21,2	21,2	18,9
	Mvar	9,8	9,2	9,1	9,8	9,8	9,9	10	10,2	9,5	8,8	9,5	10,3	10,2	9,2
TRANSFO N°2	Mw	20,5	20,2	19,5	19,7	18,6	18,7	18,8	18,61	19,18	21,12	28,31	28,81	28,855	28,062
	Mvar	12,2	11,4	11,1	11,7	11,5	11,6	11,6	11	10,9	11,4	13,7	13,1	13,1	12,3
TRANSFO N°3	Mw	15,5	15,5	14,9	15,1	15	15	15,3	15,8	16,3	17,6	21,4	21,6	21,4	18,5
	Mvar	3,9	3,9	3,7	4,4	4,9	4,9	4,5	4,6	4,7	4,4	4,3	4,4	4,4	4,6

	17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
Tension 60 kV	66,7	66,2	66,4	66,4	66,1	65,2	64,8	64,4	63	61,9	62,6	63,3	63,8	64,4
TRANSFO N°1	Mw	16,5	15	14,7	14,2	14,7	11,2	17	17,2	18,7	20,1	17,8	17,4	16,2
	Mvar	8,4	8,1	7,9	8	7,9	5,7	8,3	8,8	9	9,7	10,1	9,8	10,5
TRANSFO N°2	Mw	20,24	18,1	17,5	17,4	18,3	21,2	22,1	22,9	24	26,7	24,4	23,1	22
	Mvar	10,4	9,8	9,5	9,9	9,4	9,7	10,7	11,1	12,3	12,9	13,1	12,4	13
TRANSFO N°3	Mw	15,8	14,7	13,9	13,7	14,2	15,8	16,6	17,2	18,4	19,7	18,5	17,9	16,9
	Mvar	3,2	3	2,8	2,8	2,9	3,2	2,4	2,5	3,7	4	4,6	5,2	4,7

Annexe E-3 responsabilité de pointe 2020

POSTE 60/30 KV AIN NAGA

		06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 60 kV		65,4	64,9	64,1	64,9	65,8	65,9	65,8	65,8	65,8	66,6	65,6	66,5	66,5	66,5	67,4
TRANSFO N°1	Mw	10,0	10,0	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	10,0	11,9	14,4	15,1	15,7	14,4	12,5
	Mvar	6,9	6,9	6,2	6,2	7,5	7,5	7,5	8,1	8,1	8,1	8,1	8,7	8,7	8,7	9,3
TRANSFO N°2	Mw	1,8	2,5	2,5	2,5	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	2,6	2,6	2,6
	Mvar	2,4	2,4	3,1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6

		17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
Tension 60 kV		68,2	67,4	67,4	67,4	67,4	66,9	66,9	66,5	66,9	66,1	66,2	66,2	66,5	65,6
TRANSFO N°1	Mw	11,3	10,7	10,0	10,7	12,5	13,2	13,8	13,8	13,8	13,2	11,9	11,3	10,0	10,0
	Mvar	10,0	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
TRANSFO N°2	Mw	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
	Mvar	3,6	2,3	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

POSTE 220/60 KV BADES

		06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 220 kV		227	226	223	225	231	231	231	230	231,5	232	231	234	234	234	237
TRANSFO N°1	Mw	21,8	23,4	24,8	25,0	26,0	26,0	25,9	25,5	26,0	29,9	31,6	33,5	33,1	33,1	28,2
	Mvar	11,8	12,6	13,4	13,5	13,3	13,3	13,3	13,1	12,6	13,6	14,4	16,2	17,9	17,9	15,2
TRANSFO N°2	Mw	21,8	23,4	24,8	25,0	26,0	26,0	25,9	25,5	26,0	29,9	31,6	33,5	33,1	33,1	28,2
	Mvar	11,8	12,6	13,4	13,5	13,3	13,3	13,3	13,1	12,6	13,6	14,4	16,2	17,9	17,9	15,2

		17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
Tension 220 kV		238	236	236	234	234	232	231	230	229,2	230	229	230	230	231
TRANSFO N°1	Mw	25,3	24,8	24,8	24,3	23,9	23,3	22,5	24,4	25,7	26,1	24,9	24,6	22,9	22,5
	Mvar	13,0	13,4	13,4	13,1	12,9	12,6	12,1	12,5	13,2	12,7	11,3	11,2	11,1	12,2
TRANSFO N°2	Mw	25,3	24,8	24,8	24,3	23,9	23,3	22,5	24,4	25,7	26,1	24,9	24,6	22,9	22,5
	Mvar	13,0	13,4	13,4	13,1	12,9	12,6	12,1	12,5	13,2	12,7	11,3	11,2	11,1	12,2

CM 220/30 KV EL M'GHAIER

TRANSFO		06H00	07H00	08H00	08H30	09H00	09H30	10H00	10H30	11H00	12H00	13H00	14H00	15H00	16H00	17H00
Tension 220 kV	U(kV)	226,7	225,9	224,9	230,5	230,2	230,2	230,2	229,9	229,5	227,2	224,7	223,7	223,7	224,6	225,6
Intensité A	I(A)	88	87	81	79	79	78	78	79	86	110	132	142	141	141	130
	Mw	19,3	18,5	17,6	17,0	17,1	17,0	17,0	18,0	18,8	24,4	29,2	30,6	38,8	30,0	27,0
	Mvar	5,0	5,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,8	6,8	6,4	6,6	8,0	7,8	8,2

TRANSFO		17H30	18H00	18H30	19H00	19H30	20H00	20H30	21H00	22H00	23H00	24H00	02H00	04H00	06H00
Tension 220 kV	U(kV)	225,1	230,4	229,3	227,5	226,2	225,9	225,7	220,6	221	222,1	223,6	223,2	227,2	227,2
Intensité A	I(A)	120	83	80	110	111	113	114	125	119	114	105	107	131	132
	Mw	26,6	23,3	19,3	20,1	22,7	22,7	25,6	27,1	26,0	24,0	22,0	20,0	19,6	18,5
	Mvar	6,0	5,1	5,2	5,1	5,1	5,2	5,2	5,7	5,7	6,1	6,0	6,5	7,7	7,8

Références Bibliographiques

- [1] Documentation Sonelgaz (opérateur système électrique) : Revue EL MONSIF Publication Trimestrielle éditée par la Société Opérateur du Système Electrique (OS.Spa), bulletin N° 05 avril 2010 et bulletin N° 10 mars 2011.
- [2] Documentation Sonelgaz (code du réseau électrique algerien) 05 février 2002..
- [3] Documentation Sonelgaz (principes généraux de coordination du système production – transport de l'électricité)) 08 avril 2006.
- [4] MEDANI KHALED « Etude et analyse du plan de tension », " Mémoire de fin d'études master, université FERHAT ABBAS –SETIF 2012.
- [5] HAESSI ABDE SALEM « *Apport de charge de la région EST*», " Mémoire de fin d'études master, université FERHAT ABBAS –SETIF 2015.
- [6] Parc de production SPE en exploitation 2019.
- [7] Pierre BORNARD et Michel PAVARD. Réseau d'interconnexion et de transport : réglage et fonctionnement. technique de l'ingénieur D4090.
- [8] courbe-de-charge-poste-HT-MT 20-05-2020 CRC sétif.
- [9] RAPPORT REGIONAL D'EXPLOITATION DU 20 mai 2020 CRC sétif.
- [10] la responsabilité de pointe été 2020 BISKRA.
- [11] la responsabilité de pointe été 2015 BISKRA.
- [12] Carte-reseau-2019.