



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



UNIVERSITE LARBI TEBSSI –TEBESSA-
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie des Mines

جامعة العربي التبسي تبسة
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم هندسة المناجم

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Génie minier

Option : électromécanique minière

**Thème : Choix Optimal de l'Emplacement d'une centrale
de production d'énergie électrique
(Cas centrale de Naama)**

*

Par

BUIHI Mohammed et LAMANI youcef

Devant le jury :

| | Grade | Etablissement | |
|--------------|---------------|---------------|------------------------------------|
| Présidente : | M. RACHACHE.A | MAB | Université Larbi Tébessi - Tébessa |
| Rapporteur : | M. KARA .M | McA | Université Larbi Tébessi - Tébessa |
| Examineur : | M. ZAMOUCHE.F | MAA | Université Larbi Tébessi - Tébessa |

Promotion 2015-2016



Année universitaire : 2015/2016

Tébessa le : 22/05/2016

Lettre de soutenabilité

Nom et prénom des étudiants :

- 1- LAMANI Youcef
- 2- BOUIHI Mohammed

Niveau : 2^{ème} Année Master

Option : ELECTROMECHANIQUE MINIERE

Thème : Le choix optimal d'emplacement d'une centrale de production d'énergie électrique

Nom et prénom du promoteur : Dr. KARA Mohamed

| Chapitres réalisés | Signature de l'encadreur |
|--|--------------------------|
| Présentation de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh | |
| Etude bibliographique sur les types de centrale de production d'énergie électrique | |
| Choix de l'emplacement de la centrale de la production d'énergie par rapport aux consommateurs | |
| Résolution du problème par la méthode de transport | |



Au nom du dieu le clément le miséricordieux

Remerciement

Avant tout nous remercions DIEU qui nous a donné la patience de terminer ce travail.

Nous tenons grand merci à Mr KARA Mohammed et pour les efforts faisaient durant l'année universitaire, et pour leurs conseils précieux,

Nous tenons à remercier les membres de jury :

Mr RACHACHE.A

Mr KARA.Med

Mr ZAAMOUCHE. F

Nous remercions tous les enseignants de département de Génie Minier et spécialement les enseignants de l'ELECTROMECHANIQUE.

Enfin nous tenons à remercier tous ceux ou celles qui ont eu l'honneur, de près ou de loin, à nous aider à présenter ce travail.

YOUCEF et MOHAMED



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui sont toujours
présents dans mon Cœur*

A ma très chère mère, A mon très cher père

A mes sœurs et mais frères

A toute ma famille

A tous mes professeurs

A tous mes collègues et mes amis sans exception

A ma promotion (2016)

LISTE DES FIGURES

| Figure N | TITRE | Page |
|----------------|---|------|
| Figure 1.1 | Structure générale d'un réseau électrique | 09 |
| Figure 1.2 | Structure du réseau électrique du sonalgaz de la wilaya d'El Bayadh | 10 |
| Figure 1.3 | Structure du réseau HTB de la wilaya d'el Bayadh | 11 |
| Figure 1.4 | Structure du réseau HTA de wilaya d'EL BAYADH | 16 |
| Figure 1.5 | Poste 30/10 KV de la ville El Bayadh | 18 |
| Figure 1.6 | Décomposition hiérarchique de Sonalgaz d'El Bayadh | 20 |
| Figure 2.1 | Fourniture de l'énergie électrique | 22 |
| Figure 2.2 | Fluctuations typiques de l'appel de puissance durant une année | 23 |
| Figure 2.3 | Fluctuation de l'appel de puissance durant une journée | 24 |
| Figure 2.4 | Appel de puissance en fonction de son temps d'utilisation annuel | 25 |
| Figure 2.5 | Filières de production d'énergie électrique | 26 |
| Figure 2.6 | centrales hydrauliques | 27 |
| Figure 2.7 | centrale hydraulique de haute chute | 28 |
| Figure 2.8 | centrale hydraulique de moyenne chute | 29 |
| Figure 2.9 | centrale nucléaire | 30 |
| Figure 2.10 | parties principales d'une centrale nucléaire | 33 |
| Figure 2.11 | Réacteur nucléaire | 34 |
| Figure 2.12 | schéma de centrale thermique | 37 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Figure 3.1 | Schéma d'exploitation et la zone d'alimentation de la centrale Naama | 43 |
| Figure 3.2 | Schéma synoptique poste source EASC 60/30 KV JDB 1 | 45 |
| Figure 3.3 | Schéma synoptique poste source EASC 60/30 KV JDB 2 | 46 |
| Figure 3.4 | Architecteur de poste source PS EASC | 46 |
| Figure 3.5 | Schéma synoptique poste source MECHERIA 60/30 KV JDB 1 | 48 |
| Figure 3.6 | Schéma synoptique poste source MECHERIA 60/30 KV JDB 2 | 49 |
| Figure 3.7 | Architecteur du poste source MECHERIA | 50 |
| Figure 3.8 | Courbe d'écoulements des charges poste source MECHERIA au cours de la journée du 08 au 09 Mars 2016 | 52 |
| Figure 3.9 | Courbe d'écoulements des charges poste source EASC au cours de la journée du 08 au 09 Mars 2016 | 54 |
| Figure 3.10 | Courbe d'écoulements des charges poste MECHERIA ; poste EASC au cours de la journée du 08 au 09 Mars 2016 | 55 |
| Figure 3.11 | Courbe d'écoulements des charges poste MECHERIA ; poste EASC pendant les heures pointes | 55 |
| Figure 4.1 | Emplacement de la central Naama en cas d'égalité des pertes $P_1 = P_2$ | 64 |
| Figure 4.2 | Emplacement de la central Naama dans le cas de consommation maximal Erreur ! Signet non défini. | 66 |
| Figure 4.3 | Emplacement de la central Naama dans le cas de consommation réel Erreur ! Signet non défini. | 68 |

Liste de tableau :

| Tableau N | Titre | Page |
|-------------|---|------|
| Tableau 1.1 | Délimitation du réseau de SEE d'El Bayadh | 13 |
| Tableau1.2 | Délimitation du réseau de SEE EASC | 14 |
| Tableau1.3 | Délimitation du réseau de SEE Bougtob | 15 |
| Tableau1.4 | Poste 30/10 KV de la ville El Bayadh | 17 |
| Tableau2. 1 | composition atomique de quelques éléments | 31 |
| Tableau 2.2 | combustible et produits de combustion | 39 |
| Tableau3.1 | Bilan d'énergie consommée pendant de la journée du 08 au 09 Mars 2016 (Poste Source Mecheria) | 52 |
| Tableau 3.2 | Bilan d'énergie consommée pendant de la journée du 08 au 09 Mars 2016 (Poste Source Easc | 53 |
| Tableau 4.1 | Calcul de la résistance et la réactance de la ligne 60 kV | 62 |
| Tableau 4.2 | Calcul des pertes joule totale | 65 |
| Tableau 4.3 | Calcule de la résistance et la réactance de la ligne en heure pointe (20 :00) | 69 |
| Tableau 4.4 | Calcul des pertes joule total ligne 60 KV à l'heure pointes (20.00) | 70 |
| Tableau 4.5 | Comparaison des pertes joule total dans lignes Easc et Mecheria 60kv | 70 |
| Tableau 4.6 | Comparaison des pertes joule total dans lignes Easc et Mecheria | 72 |

Sommaire

| | |
|----------------------------------|----|
| Introduction | 02 |
| But de la recherche | 06 |
| Problème posé | 07 |

Chapitre 1 : Présentation de la direction de distribution d'électricité

D'El Bayadh

| | |
|--|----|
| Introduction :..... | 09 |
| 1.1.Définition et organisation du réseau électrique de sonalgaz | 09 |
| 1.2.Structure du réseau électrique du sonalgaz de la wilaya d'El Bayadh | 10 |
| 1.3. Présentation de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh | 12 |
| 1.4. Les Postes Sources 60/30kv de la direction de distribution d'électricité..... | 12 |
| d'El Bayadh | |
| 1.4.1. Poste Source 60/30kv El Bayadh | 12 |
| 1.4.2. Poste Source 60/30kv EASC | 14 |
| 1.4.3. Cabine mobile 60/30KV BOUGTOB..... | 15 |
| 1.5. Poste 30/10KV de la ville d'El Bayadh | 17 |
| 1.6. Présentation des différentes divisions de la société | 19 |
| 1.6.1. Division relations commerciales .. | 19 |
| 1.6.2. Division technique électricité | 19 |
| 1.6.3. Division technique gaz | 19 |
| 1.6.4. Division études et travaux | 19 |
| 1.6.5. Division exploitation des systèmes informatiques | 19 |
| 1.6.6. Division finance et comptabilité..... | 19 |

Chapitre 2 : Etude bibliographique sur les types de centrale de production d'énergie électrique

| | |
|---|----|
| Introduction | 22 |
| 2.1. Types de centrales | 26 |
| 2.2 -CENTRALES HAYDROLIQUES | 27 |
| 2 .2.3.types des centrales hydrauliques | 28 |

| | |
|---|----|
| 2.3. Centrale nucléaires | 30 |
| 2.3.1.Composition du noyau atomique | 31 |
| 2.3.2. Energie libérée par la fission atomique | 32 |
| 2.3.3.Réaction en chaîne..... | 32 |
| 2.3.4.Types de réacteurs | 33 |
| 2.3.5. Principe du réacteur sur régénérateur | 35 |
| 2.3.6. Réaction nucléaire par fusion | 36 |
| 2.4.CENTRALES Thermiques | 37 |
| 2.4.1. Combustibles | 38 |
| 2.4.2. La combustion | 38 |
| 2.4.3. Les éléments combustibles | 38 |
| 2.4.4. Produits de la combustion | 40 |
| 2.4.5. Types de combustibles | 40 |
| Conclusion | 33 |
| Chapitre 3 : Choix de l'emplacement de la centrale d'énergie électrique | |
| Par rapport aux consommateurs | |
| 3.1. Caractéristiques techniques de centrale NAAMA | 43 |
| 3.2. Architecteur de la centrale de production d'énergie électrique de wilaya de NAAMA :..... | 43 |
| 3.3. Zone d'alimentation de centrale NAAMA | 44 |
| 3.3.1. Délimitation de service Easc | 44 |
| 3.3.2.Description de réseaux | 44 |
| 3.3.3. Délimitation de service Mecheria | 47 |
| 3.3.4. Description de réseaux | 47 |
| 3.4. Calcul de la consommation des charges électriques de poste source | 51 |
| Interprétation..... | 56 |
| Conclusion..... | 56 |

Chapitre 4 : Résolution du problème par la méthode de transport

| | |
|--|----|
| 4.1. Introduction | 58 |
| 4.2. Utilité de la haute tension | 58 |
| 4.3 Les pertes techniques : | 59 |
| 4.3 .1. Les pertes par effet joule | 59 |
| 4.3 .1.1.La loi de joule | 59 |
| 4.3 .1.2. Perte active et perte réactive | 60 |
| 4.3 .2. Les pertes par effet couronne | 61 |
| 4.3 .3. Calcul des pertes par effet joule | 61 |
| 4.3 .3.1. Calcul de la résistance et la réactance de la ligne (60 KV) | 62 |
| 4.3 .3.1. 1. Calcul de la résistance de la ligne..... | 62 |
| 4.3 .4. Choix de l'emplacement de la centrale Naama | 62 |
| 4.3 .4. 1. 1. Détermination de distance D_t | 63 |
| 4.3 .4. 1. 2. Détermination de distance DI_{Max} | 65 |
| 4.3.4.1.3. Détermination de la distance de poste source Mecheria à la centrale Naama | 66 |
| 4.3 .4. 2.1. Détermination de distance réelle D_r | 67 |
| 4.3 .4. 2.2. Détermination de la distance de poste source EASC à la centrale Naama | 67 |
| 4.4.1. Calcul de la résistance et la réactance de la ligne | 68 |
| 4.4.1.1Calcul de la résistance de la ligne | 68 |
| 4.4.1.2. Calcul de Réactance de la ligne..... | 68 |
| 4.5. Résoudre de problème par optimisation de la ligne | 71 |
| 4.5.1. Calcul des pertes par effet joule de la ligne 220 KV | 71 |
| Conclusion | 72 |
| Conclusion générale | 74 |

Bibliographie



Introduction

Générale

جامعة العربي التبسي - تبسة

Universite | Arbi Tebessi - Tebessa

Introduction générale :

L'énergie électrique est un facteur essentiel de développement et de l'évolution des sociétés humaines, que cela soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie ou sur le plan du développement des activités industrielles. Le système de puissance qui est à la base de cette énergie fonctionne dans un environnement en évolution continue : charges, puissance de génération, topologie du réseau. L'augmentation de la dépendance électrique de la société moderne implique des systèmes de puissance exploitables à cent pour cent de leur capacité avec une sûreté maximale.

La qualité de cette puissance électrique est devenue de nos jours une grande préoccupation pour les consommateurs et les fournisseurs d'énergie électrique. Aussi, sont-ils exigés de plus en plus, des critères rigoureux de développement et d'exploitation des réseaux électriques. Dans ces conditions, la stabilité du système de puissance devient un souci permanent pour les fournisseurs de l'énergie électrique.

Le réseau électrique est considéré parmi les systèmes les plus complexes. Le système électrique haute tension est constitué de trois sous systèmes qui sont le sous-système de puissance englobant les centrales de production, les postes de transformation, les lignes de transport, les nœuds de consommation, le sous-système de pilotage engendrant le réseau d'observation et de signalisation, le réseau de communication, le système de contrôle -commande et le sous-système humain comportant les divers niveaux d'intervenants.

La conduite efficace du réseau électrique est assurée grâce à une coordination adéquate des trois sous systèmes. Seulement, la difficulté majeure de conduire le réseau

réside à la fois dans les exigences du matériel, et aux contraintes sévères et inévitables de l'impossibilité de stocker l'énergie électrique et caractère aléatoire de la charge.

Comme autres difficultés de conduire le réseau, il y'a le problème de la prise de décision, la disponibilité des moyens pour réaliser une action et la justification de l'action qui sont allégées par les procédures et consignes d'exploitation.

La complication du processus de prévision est due à la consommation d'énergie qui change d'une heure à l'autre le long des jours : Chaque jour a sa forme particulière de charge.

La consommation d'électricité est très influencée par plusieurs paramètres dont les effets dépendent essentiellement du type de jour, de l'heure de la journée, de la saison et de l'activité économique. Parmi les paramètres les plus intéressants, on cite l'influence du type de jour sur la consommation et l'influence de l'année sur la consommation

La consommation d'électricité est fortement influencée par l'activité économique des entreprises. Cette consommation d'électricité est encore influencée par l'aspect climatologique comme les tempêtes qui entraînent d'importantes coupures de clientèle.

Face aux contraintes citées ci-dessus, l'étude de l'emplacement des centrales de génération, des lignes de transport et des postes de transformation s'impose.

En fonction de la répartition spatio-temporelle de la demande, le producteur d'énergie songe au bon emplacement de central de production. Le placement tient compte du potentiel disponible de production. Selon les contraintes de qualité de service et de moyens de production, il assure une répartition des moyens de production.

Les moyens de production sont généralement classés en trois catégories. On distingue :

- 1- Les centrales conventionnelles de production de pointe nécessitant des turbines gaz : Ces centrales sont essentiellement caractérisées par un temps de démarrage rapide de l'ordre de quelques minutes.
- 2- Les centrales conventionnelles de production de base utilisant des turbines à vapeur et des turbines à cycle combiné. Ces centrales sont essentiellement caractérisées par un temps de démarrage très lent et un coût de démarrage élevé,
- 3- Les centrales non conventionnelles de production : Centrales photovoltaïques, solaires thermiques, éoliennes, hydrauliques... qui dépendent en particulier des conditions climatologiques aléatoires.

Le choix optimal de l'emplacement de centrale de production d'énergie électrique est fondé principalement sur la production dite de base fournie par les centrales conventionnelles et les centrales à cycle combiné. Ces moyens sont commandés en fonction de la courbe de charge prévisionnelle par une modulation de leur production de base.



**But de
la recherche**

Et

Problème posé

جامعة العربي التبسي - تبسة

Universite Arbi Tebessi - Tebessa

But de la recherche :

Dans le présent travail , nous avons jugé utile et nécessaire d'élaborer un modèle mathématique des pertes minimale de l'énergie électrique relative à l'emplacement de la centrale de production d'énergie électrique dans les conditions de la direction de distribution d'énergie électrique de la wilaya d'El Bayadh ou les conditions d'application sont favorables et d'établir des normes de l'emplacement de cette installation.

Dans notre pays, le sujet des pertes est réel et d'une actualité indiscutable.

En vertu d'une analyse bien détaillée sur les conditions de distribution pour les différentes régions (EASC, MECHERIA) ou le problème des pertes d'énergie était posée.

L'équation fonctionnelle que nous avons proposé détermine le centre de gravité de l'emplacement de la centrale de production ce qui diminue les pertes d'énergie électrique et minimise le cout de l'implantation de cette installation.

L'objectif essentiel est de réduire les pertes supplémentaires non productives et les investissements afin d'obtenir le cout de transport énergie minimale.

Donc c'est l'objectif principal visé dont ce travail.

Problème posé:

Les pertes électrique sont inévitables, provienne généralement de la production et de transite sur le réseau .cause énormément des problèmes diminue la durée de vie des installations électrique et augmentent le prix de revient ce qui entraine un préjudice considérable à l'économie de l'entreprise et entraine par la suite des interruptions et des coupures sur les unités de production et parfois entraine l'arrêt des chaines de production.

Ainsi, des économies de perte sont recherchée tant au niveau des processus de planification et au choix des investissements.

La gestion efficace des réseaux électrique entraine une réduction potentielle important des couts d'exploitation.

Le problème des pertes d'énergie reste toujours un problème posée quel que soit les solutions proposées. Mais on utilisant les déférentes méthodes de recherche on peut minimisée les pertes partialement.

Pour notre cas la recherche du choix de l'emplacement de la centrale de production en utilisant la méthode du centre de gravité, on peut diminuer les pertes d'énergie.

Chapitre 01

Présentation de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh

Introduction :

La société nationale d'électricité et de gaz par abréviation sonelgaz a été créée en 1969, en substituant à la société et du gaz d'Algérie, E.G.A issus des lois françaises de nationalisation en 1947.

La sonelgaz a pour mission à travers ses centrales électriques, ses réseaux et ses postes de transformation de mettre à la disposition de ses abonnés les énergies électriques et gazières, qui sont aujourd'hui indispensables au développement de l'économie, au progrès technique et au bien-être des citoyens algériens [3].

De part, sa compétence nationale, la société nationale de l'électricité et du gaz détient le monopole de la production, du transport et de distribution de l'énergie d'électricité et du gaz naturel. De part, sa mission de service public elle assure :

- ✚ La distribution d'une énergie de bonne qualité avec une présentation de la sécurité des personnes et des biens.
- ✚ Le dépannage rapide.
- ✚ La prise en charge des réclamations et la dispense de conseils utiles à ses abonnés.
- ✚ Le maintien de ses réseaux en bon fonctionnement.

1.1. Définition et organisation du réseau électrique de sonalgaz :

Les réseaux électriques présentent des caractéristiques spécifiques de fonctionnement, différentes des autres types d'industries. Ces caractéristiques sont propres à la technologie actuelle de l'industrie électrique. On entend par le réseau électrique la production, le transport, la distribution et la consommation de l'électricité, L'organisation entre chacun de ces blocs est décrite sur la figure ci-dessous :

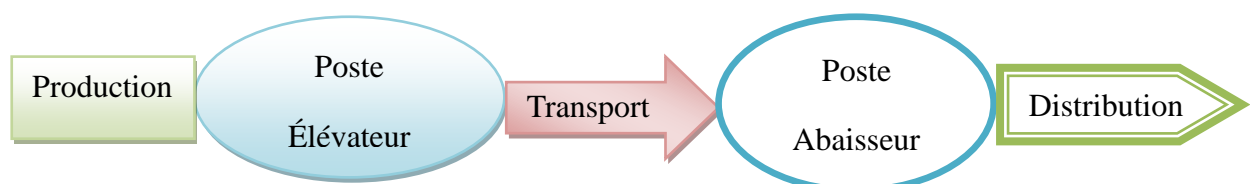


Figure 1.1: Structure générale d'un réseau électrique.

- ✚ Le bloc Production électrique, regroupant l'ensemble des éléments des unités de production. Par exemple, les alternateurs, les moteurs, les turbines etc
- ✚ Les blocs Poste Élévateur, abaisseur, regroupant l'ensemble des éléments pouvant transformer l'énergie par changement de niveau.
- ✚ Les blocs transport et distribution, regroupant l'ensemble des éléments d'acheminement d'énergie. [4]

1.2. Structure du réseau électrique du sonalgaz de la wilaya d'El Bayadh :

La wilaya d'el bayadh est alimentée en énergies électriques à partir des arrivées suivantes :

- Arrivée ligne Ain Skhouna (centrale de la wilaya SAIDA) : assure l'alimentation en énergies électriques de poste source 60/30 kV (El Bayadh, Cabine mobile Bogtoub).
- Arrivée ligne Naama (centrale de la wilaya Naama) : assure l'alimentation en énergies électriques de poste source 60/30 kV EASC.

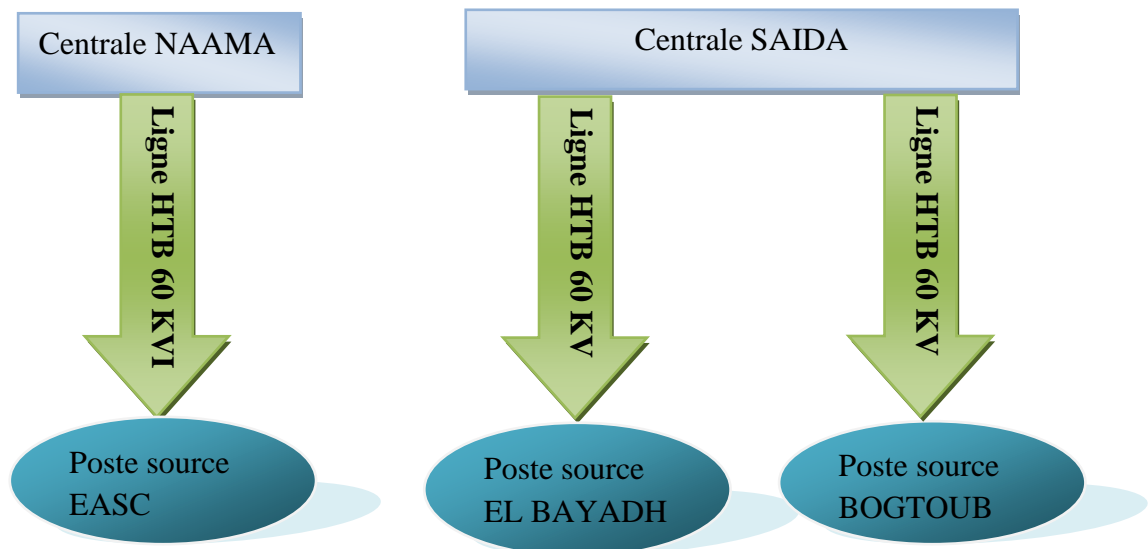


Figure 1.2: Structure du réseau électrique du sonalgaz de la wilaya d'El Bayadh.

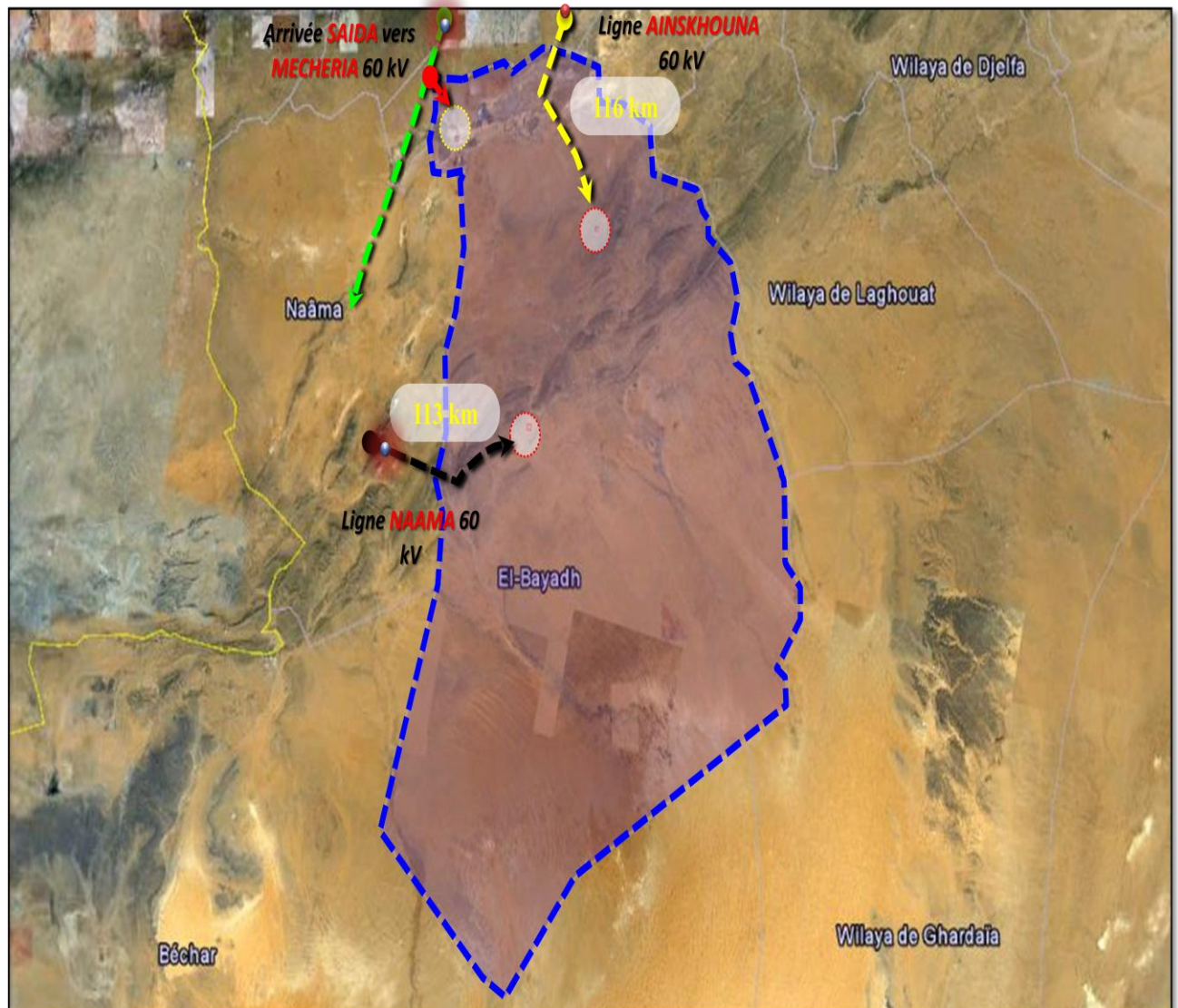


Figure 1.3 : Structure du réseau HTB de la wilaya d'el Bayadh.

D'après le (Figure 1.2) et (Figure 1.3) on observant que le poste source 60/30 KV d'El Bayadh et cabine mobile 60/30 KV sont alimenté en 60 KV par deux lignes HTB issue du poste THT AIN SKOUNA (Centrale SAIDA) .le poste source 60/30 KV de EL Abiodh Sid CHEIK (EASC) est alimenté par une seule ligne HTB 60 KV (Centrale NAAMA).

1.3. Présentation de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh

Le réseau de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh est alimenté à partir du poste source PS 60/30 KV EL BAYADH composée par deux services exploitation : EL BAYADH et EL Abiodh Sid Cheikh

La direction de distribution d'électricité d'EL BAYADH est limitée :

Au nord par la DD de Saida au point J523 Mosbah en schéma normal d'exploitation, à rappeler que ce point ne constitue pas un secours compte tenu de la configuration actuelle du réseau (alimentation de la région de Bougtob à partir de cabine mobile Bougtob)

A l'est par la DD de Laghouat au point J242 limitrophe avec, Aflou ouvert en schéma normal d'exploitation, manœuvrable par les deux services exploitation (El Bayadh et Aflou). En respectant les messages d'usages, il existe un comptage au niveau de limitrophe.

A l'ouest par la DD de Naama au point J38 Bougtob (ouvert) en schéma normal d'exploitation, cet organe est manœuvrable par les deux services exploitation (El Bayadh et Mecheria) ; avec un comptage installé en 2007 par la DD d'El Bayadh.

Au sud par la DD de Naama au point J01 Chellala appartenant au service exploitation d'Ain Safra qui assure son entretien et sert de limitrophe entre Ain safra et El Abiodh Sid Cheikh. il existe un comptage [5].

1.4. Les Postes Sources 60/30kv de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh :

Il existe trois postes sources 60/30 kV au niveau de la willaya d'El Bayadh :

1.4.1. Poste Source 60/30kv El Bayadh :

Le service d'exploitation d'électricité d'El Bayadh est limité par :

- ✓ Au Nord, le service d'exploitation d'électricité de SAIDA par IACM J216.
- ✓ A l'Est, le service d'exploitation d'Aflou (DD LAGHOUAT) par j242.

Le nombre de départs 30 KV est de : 09 comme indique le tableau ci-dessous :

Tableau 1.1 : Délimitation du réseau de SEE d'El Bayadh .

| SEE | DEP | N° CELUL | POINT D'OUVERTURE | | | OBS |
|-----------|----------|-------------|-------------------|-------------|---------------|---|
| | | | IACM | N° poste | Départ | |
| EL BAYADH | ROGASSA | H1C1 | J300 | / | BOUALEM | / |
| | BOUALEM | H1C2 | J300 | / | ROGASSA | / |
| | | | J286 | / | BREZINA | / |
| | | | J242 | / | BRIDA | Limitrophe avec SEE Aflou |
| | BREZINA | H1C3 | J286 | / | BOUALEM | / |
| | | | J219 | / | KRAKDA | / |
| | VILLE 01 | H1C4 | / | 66 | VILLE02 | Poste MT1/MT2 |
| | | | J380 | / | Ouled Yahia | Départ issu du poste MT1/MT2 |
| | VILLE02 | H1C9 | | 66 | VILLE 01 | Poste MT1/MT2 |
| | KRAKDA | H1C10 | J 375 | / | Ouled Yahia | Issu du jeu de barre du poste MT1/MT2 |
| | | | J219 | / | BREZINA | / |
| | | | J 216 | / | Arbaouet | Issu du poste 60/30kv EASC |
| | BOUGTOB | H1C12 | J315 | / | BOUGTOB 01 | Issu de la cabine mobile 60/30kv Bougtoob |

1.4.2. Poste Source 60/30kv EASC :

Le service exploitation d'EL Abiodh Sid Cheikh est délimité par :

1. A l'est, par le service exploitation d'EL Bayadh.
2. A l'ouest, par le service exploitation d'Ain Sefra.

Le nombre de départs 30 KV est de : 09 comme indique le tableau ci-dessous :

Tableau 1.2 : Délimitation du réseau de SEE EASC .

| SEE | DEP | N° CELULE | POINT D'OUVERTURE | | | OBS |
|-----------------------------|-----------------|--------------|-------------------|-------------|----------------------|---|
| | | | IACM | N° poste | Départ | |
| EL ABIODH SID CHEIKH | ARBAOUE | H1C27 | J 216 | | KRAKDA | Limitrophe SEE EL BAYADH |
| | | | J 01 | / | BOUSSEM GHOUN | Limitrophe Issu du poste 60/30kv Ain Sefra |
| | BNOUD 01 | H1C30 | / | / | / | |
| | BNOUD 02 | H1C31 | / | / | / | secours du BNOUD 01 |
| | EASC 01 | H1C21 | / | 53 | EASC02 | / |
| | EASC 02 | H1C20 | / | 53 | EASC01 | / |

1.4.3. Cabine mobile 60/30KV BOUGTOB:

Le poste source 60/30 KV de Bougtob assure l'alimentation des régions : Bougtob ; Kheiter Mosbah ; Sidi Khelifa avec une puissance de 20 Mva.la délimitation du réseau de SEE Bougtob et gestion des appareils de coupures limitrophe sont indiqué sur tableau ci-dessous :

Tableau 1.3 : Délimitation du réseau de SEE Bougtob .

| SEE | DEP | N° CELULE | POINT D'OUVERTURE | | OBS |
|-----------|---------------|--------------|-------------------|-----------|---|
| | | | IACM | Départ | |
| EL BAYADH | BOUGTOB 01 | | 315 | Bougtob | Issu du poste 60/30kv ELBAYADH |
| | | | 38 | Biodh | Limitrophe Issu du poste 60/30kv Mecheria |
| | EL KHEITER | | 523 | KHALFALAH | Limitrophe Issu du poste 60/30kv SAIDA |

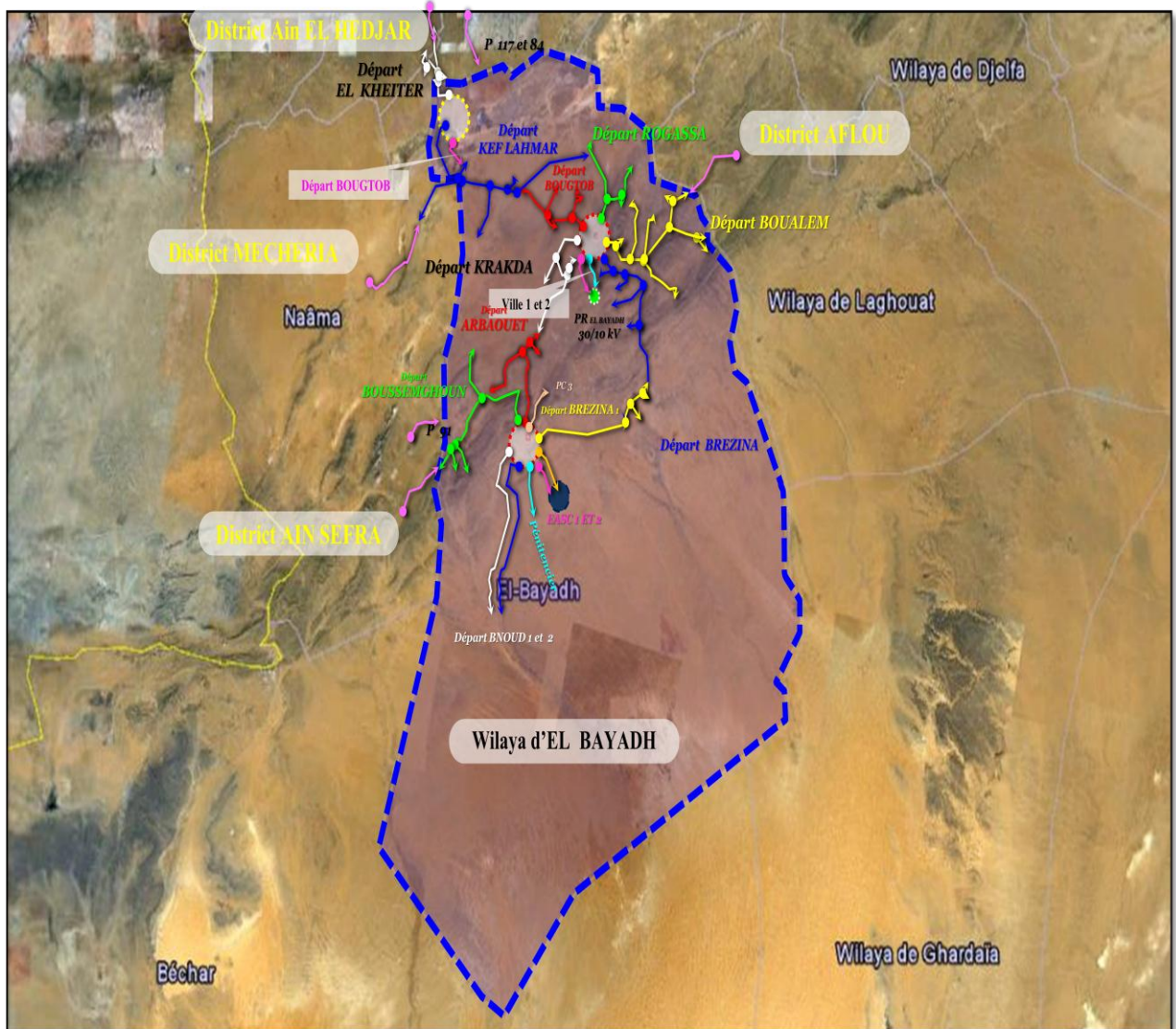


Figure 1.4 : Structure du réseau HTA de wilaya d'EL BAYADH.

1.5. Poste 30/10KV de la ville d'El Bayadh :

La ville d'El Bayadh est alimentée par cinq départ souterrains 10 KV boucle entre eux, issus de poste 30/10 KV avec une puissance installée 20 MVA [6]:

Tableau 1.4 : Poste 30/10 KV de la ville El Bayadh .

| SEE | DEP | N° CELLULE | POINT D'OUVERTURE | |
|------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|-------------------------|
| | | | N° poste | Départ |
| EL BAYADH | UB2 | M1C17 | 400 | BOUKHOUADA |
| | BOUKHOUADA | M1C16 | 400 | UB2 |
| | BOUCHERITE | M1C15 | 400 | CEM |
| | CEM | M1C14 | 400 | BOUCHERITE |
| | 5^{eme} départ | M1C | 400 | Tous les départs |

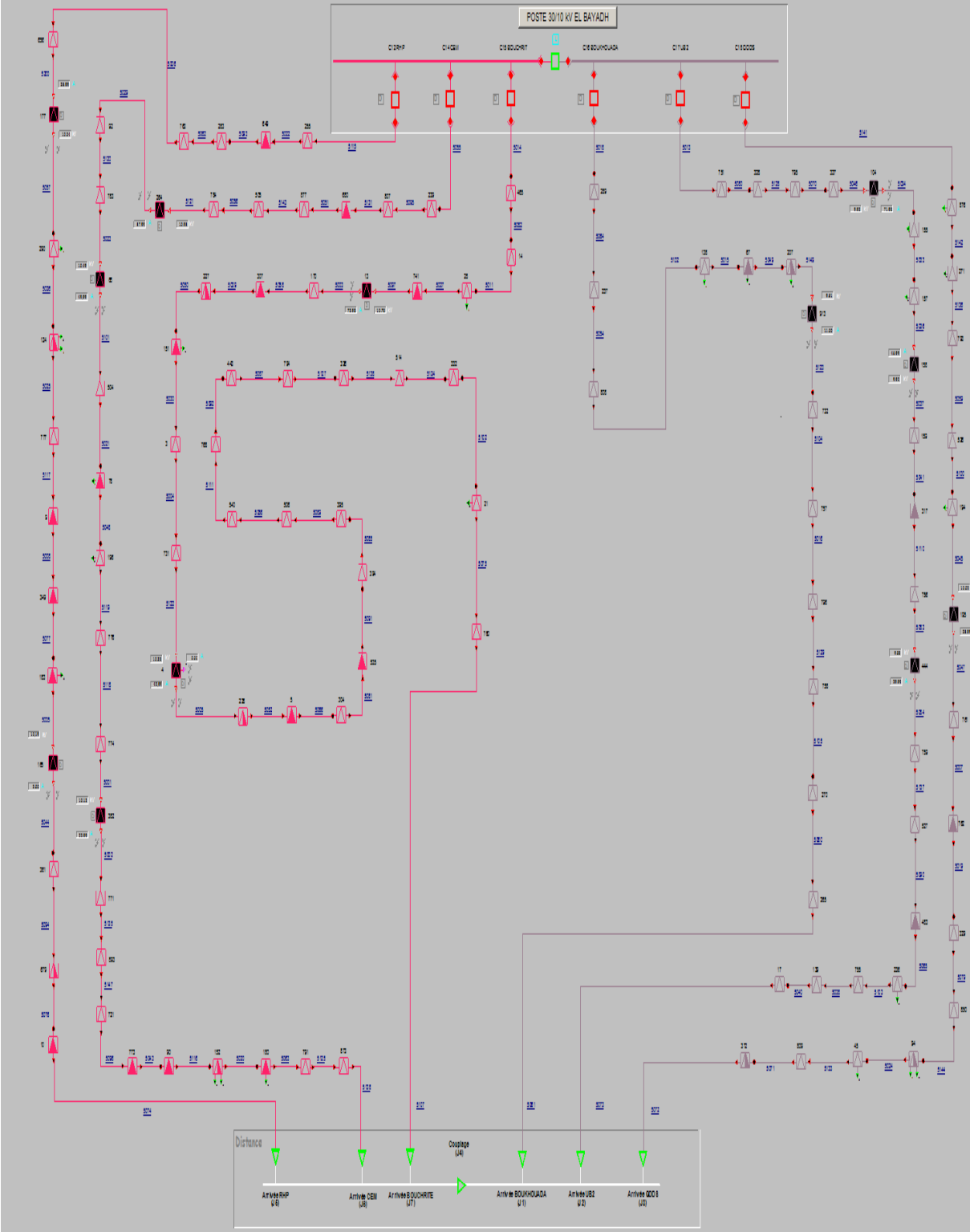


Figure 1.5: Poste 30/10 KV de la ville El Bayadh .

1.6. Présentation des différentes divisions de la société :

1.6.1. Division relations commerciales :

- ✚ Procéder à l'analyse du délai dépense à la clientèle.
- ✚ Intervenir pour dépannage.
- ✚ Branchement en électricité et gaz.
- ✚ Suivre et analyser les coûts moyens de vente.
- ✚ Etablir le bilan commercial.
- ✚ Analyser les consommations par type de client.
- ✚ Conseiller la clientèle en matière d'énergie (électricité et gaz).
- ✚ Contrôler la relève, la facturation et le regroupement.

1.6.2. Division technique électricité :

- ✚ Exploitation des réseaux en suivant et analysant et statistiques des incidents.
- ✚ Réaliser les travaux de raccordement de nouveaux clients.
- ✚ Réparer et dépanner les ouvrages.

1.6.3. Division technique gaz :

- ✚ Suivre et analyser les statistiques des incidents.
- ✚ Suivre et analyser les mesures périodiques.

1.6.4. Division études et travaux :

✚ Faire les études et préparer et suivre les grands travaux en faisant la surveillance et la réalisation des grands projets en électricité et du gaz.

1.6.5. Division exploitation des systèmes informatiques:

Son rôle est de maintenir les systèmes d'informatiques de SONEGAS en bon fonctionnement, son rôle essentiel est d'imprimer les quittances des abonnés et de tirer les paies de travailleurs, ils entretient et réparent les micros en pannes s'occupe aux réseaux des différentes agences.

1.6.6. Division finance et comptabilité:

✚ Suivre toutes les opérations en matière de comptabilité (les achats, les travaux, paie des agents). [5]

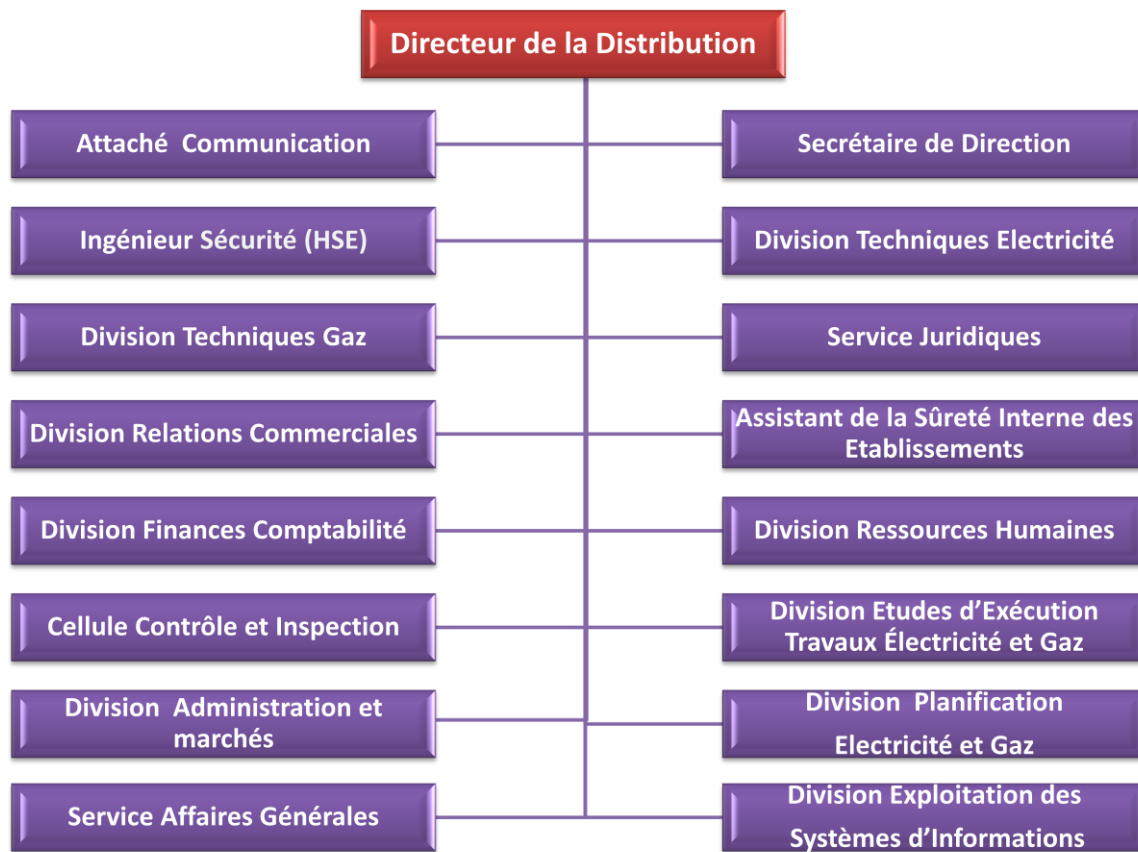


Figure 1.6 : Décomposition hiérarchique de Sonalgaz d'El Bayadh.

Chapitre 02

Etude

bibliographique sur

les types de centrale

de production

d'énergie électrique

Introduction :

Au début de l'utilisation de l'énergie électrique, les installations étaient de faible puissance : Elles se limitaient à un immeuble ou à un groupe d'immeubles. La production de l'énergie était assurée par de petites génératrices qui fournissaient directement la tension utilisable. Les pertes de charge importantes interdisaient le transport à grande distance et les usines génératrices étaient implantées au centre géographique des réseaux à alimenter : on leur donna le nom de centrales électriques. [7]

Le développement rapide des multiples applications de l'électricité (force motrice, éclairage, etc.) provoqua un accroissement considérable des demandes en provenance d'utilisateurs de plus en plus nombreux, entraînant ainsi une augmentation importante production d'énergie électrique.

Dans le but d'améliorer le rendement énergétique, les anciennes sources locales furent remplacées progressivement par des usines électriques utilisant des matériels importants: Le transport et la distribution de l'énergie électrique s'en trouvèrent complètement transformés.

L'énergie électrique est actuellement produite par des alternateurs accouplés à moteurs dont le fonctionnement fait appel principalement à l'énergie thermique (emploi d'un combustible) ou à l'énergie hydraulique (emploi de la houille blanche).

La figure 2.1 schématise les trois aspects successifs sous lesquels se présente la fourniture de l'énergie électrique : production, transport distribution.

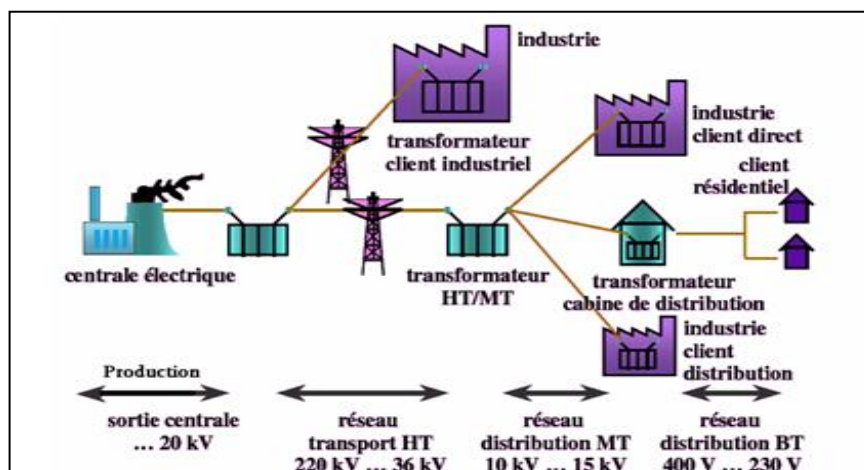


Figure 2.1 : Fourniture de l'énergie électrique.

La puissance demandée par l'ensemble des clients d'un réseau subit de grandes fluctuations selon l'heure de la journée et selon les saisons. Le graphique de la figure 2.2 montre des variations quotidiennes et saisonnières typiques pour un réseau. On constate sur ce graphique que l'appel de puissance maximale pendant l'hiver (15GW) peut être plus du double de l'appel minimal pendant l'été (6GW).

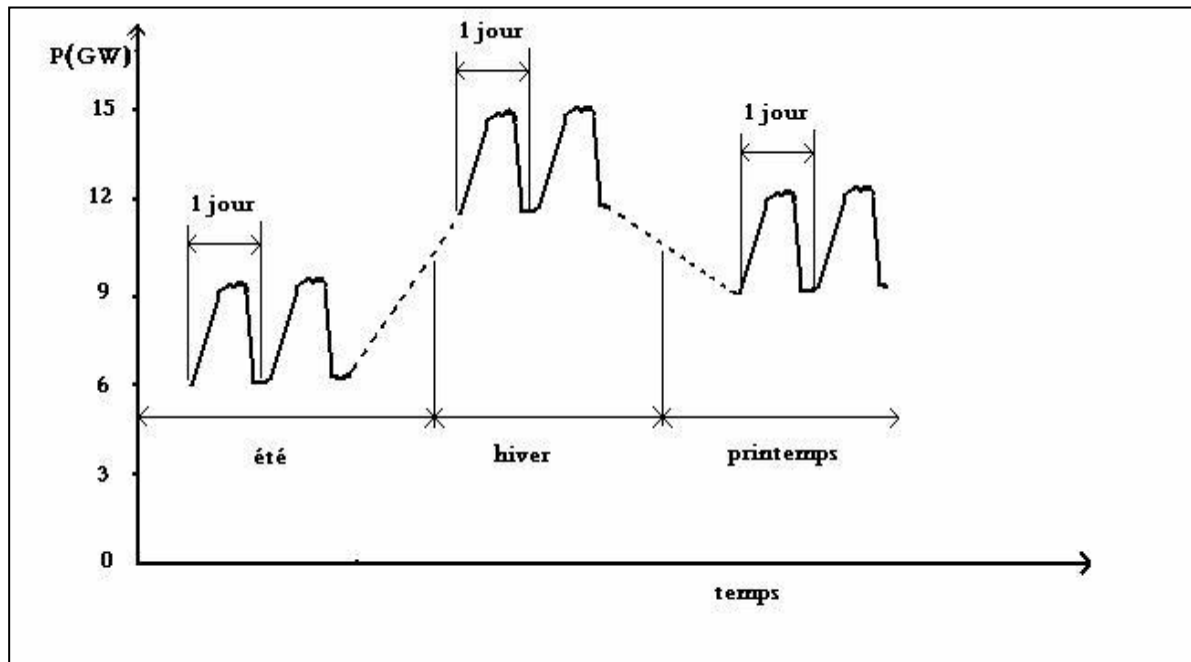


Figure 2.2 : Fluctuations typiques de l'appel de puissance durant une année.

La figure 2.3 montre, pour le même réseau, la variation horaire de l'appel de puissance pour une journée d'hiver et pour une journée d'été. On remarque dans cet exemple que la pointe de 15 GW en se produit vers 17h, car c'est à ce moment que les lumières sont allumées dans toutes les maisons et que plusieurs usines sont encore en marche. Par contre, le creux de la demande arrive aux petites heures du matin.[8]

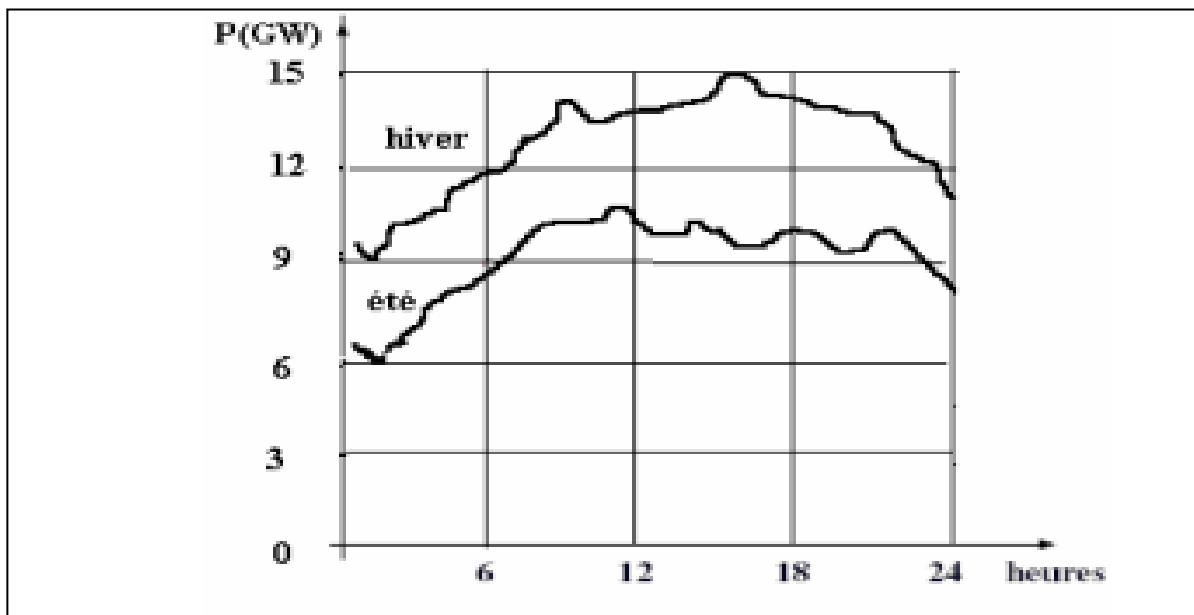


Figure 2.3 : Fluctuation de l'appel de puissance durant une journée. [8]

Si l'on ramène les appels de puissance journaliers à une base annuelle, on obtient le graphique de la figure 2.4. Par exemple, cette figure indique qu'un appel de puissance de 9 GW existe pendant 70% du temps, tandis qu'un appel de 12 GW ne se produit que 15% du temps. On s'aperçoit qu'une puissance de base de 6 GW est requise en tout temps, qu'une puissance intermédiaire de 6 GW est requise pendant au moins 15% du temps et qu'une puissance de pointe de 3 GW n'est requise que pendant une courte période. Ces fluctuations de l'appel de puissance obligent les compagnies d'électricité à prévoir trois classes de centrales de génération :

- 1) les centrales de base de grande puissance qui débitent leur pleine capacité en tout temps. Les centrales nucléaires sont particulièrement aptes à remplir ce rôle.
- 2) Les centrales intermédiaires de puissance moyenne qui réagissent rapidement aux fluctuations de la demande. C'est le cas des centrales hydrauliques dont le débit est facilement contrôlable.
- 3) Les centrales de pointe de puissance moyenne qui ne débitent leur pleine capacité que pendant de courtes périodes.

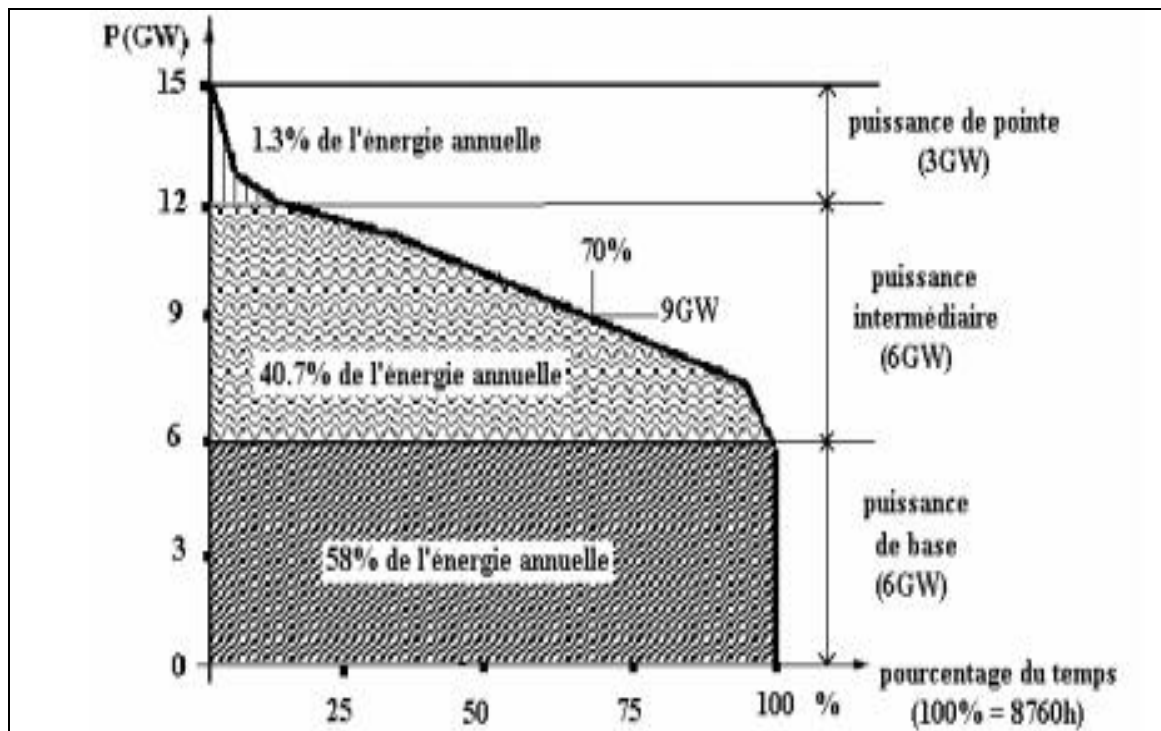


Figure.2. 4 : Appel de puissance en fonction de son temps d'utilisation annuel.

Les centrales de pointe doivent être mises en marche dans un délai très court ; elles utilisent donc des moteurs diesel, des turbines à gaz, des moteurs à air comprimé ou des turbines hydrauliques à réserve pompée. Remarquons que la période d'amorçage est de quatre à huit heures pour les centrales thermiques et de quelques jours pour les centrales nucléaires. Il n'est donc pas économique d'utiliser ces centrales pour fournir la puissance de pointe.

Quant aux considérations énergétiques, la figure 2.4 révèle que les centrales de base de 6 GW fournissent 58% de l'énergie annuelle du réseau. Par contre, les centrales de pointe de 3 GW donnent seulement 1.3% de l'énergie totale. L'énergie provenant des centrales de pointe coûte donc beaucoup plus cher que celle des centrales de base, c'est pourquoi les compagnies d'électricité encouragent les usagers à limiter leur charge de pointe.

2.1. Types de centrales :

Il existe trois principaux types de centrales pour produire de l'énergie électrique :

- a) les centrales hydrauliques
- b) les centrales thermiques
- c) les centrales nucléaires.

Bien qu'on puisse exploiter le vent, les marées et l'énergie rayonnante du soleil, ces sources d'énergie ne représentent, pour les années à venir, qu'une petite partie de l'énergie totale dont nous aurons besoin. Tout semble indiquer qu'au niveau mondial nous continuerons à exploiter les ressources fossiles (charbon, gaz naturel) et nucléaires. [9]

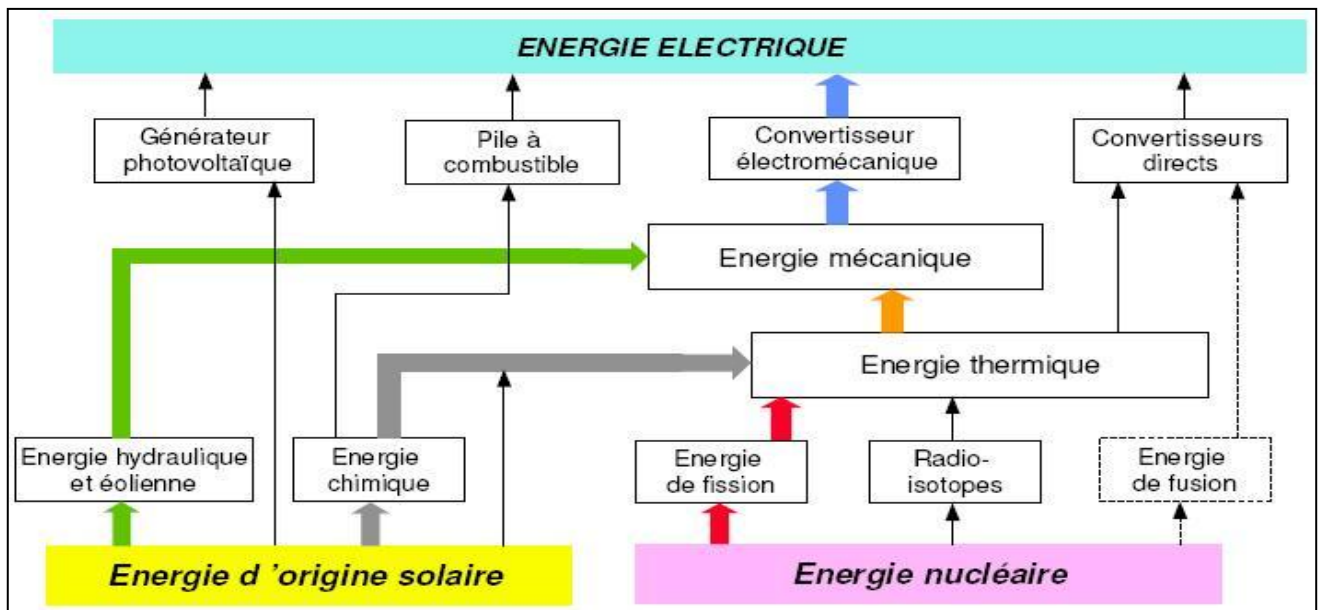


Figure 2. 5 : Filières de production d'énergie électrique.

Donc on peut représenter la production d'énergie électrique en quatre filières :

- Filière Hydraulique
 - Types d'installations hydrauliques
 - Centrales de pompage
- Filière thermique à combustibles fossiles
 - Thermique classique
 - Combinaison Turbine à Gaz, Vapeur
- Filière nucléaire
- Filières nouvelles
 - Convertisseurs éoliens
 - Convertisseurs photovoltaïques

2.2. Centrales hydrauliques :

Les centrales hydroélectriques convertissent l'énergie de l'eau en mouvement en énergie électrique. L'énergie provenant de la chute d'une masse d'eau est tout d'abord transformée dans une turbine hydraulique en énergie mécanique. Cette turbine entraîne un alternateur dans lequel l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique. [9]

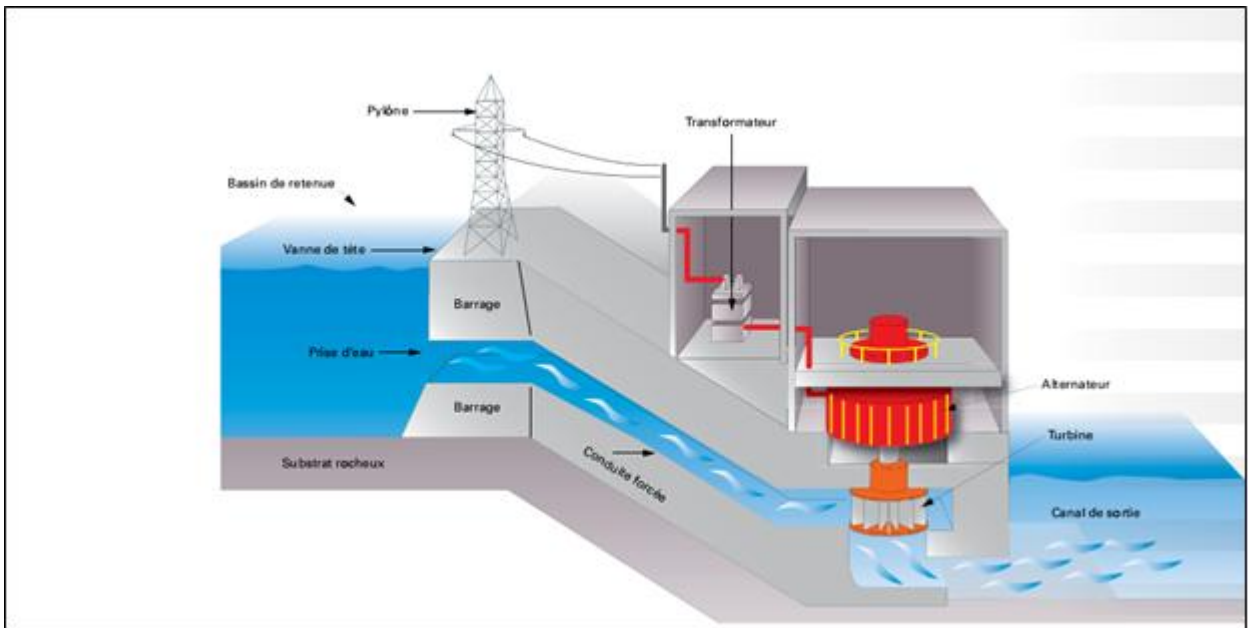


Figure 2.6: Centrales hydrauliques.

2.2.1. Puissance disponible :

D'une façon générale. La puissance que l'on peut tirer d'une chute dépende non seulement de la hauteur de la chute. Mais aussi du débit du cours d'eau. Le choix de l'emplacement d'une centrale hydro-électrique dépend donc de ces deux facteurs.

La puissance disponible est donnée par l'équation :

$$P=9.8 q \cdot h ,(kw).....(2.1)$$

P = puissance hydraulique, en [KW]

q = débit en mètres cubes. Par seconde [m³/s]

9.8 = coefficient tenant compte des unités

A cause des pertes, la puissance mécanique que l'on peut recueillir sur l'arbre peut recueillir sur l'arbre de la turbine est inférieure à la puissance fournie par l'eau. Cependant, le rendement des turbines hydraulique est élevé : de l'ordre de 80 à 94% pour les grosses unités. Dans les alternateurs, la transformation de la puissance se fait à un rendement de 97 à 98.5%.

2.2.3. Types des centrales hydrauliques :

Suivant la hauteur de chute, distingue :

- 1) **les centrales de haute chute** : ont des hauteurs de chute supérieure à 300 m ; elles utilisant des turbines Pelton. Ces centrales se trouvent dans les alpes et dans d'autres régions très montagneuses. La capacité du réservoir est relativement faible.

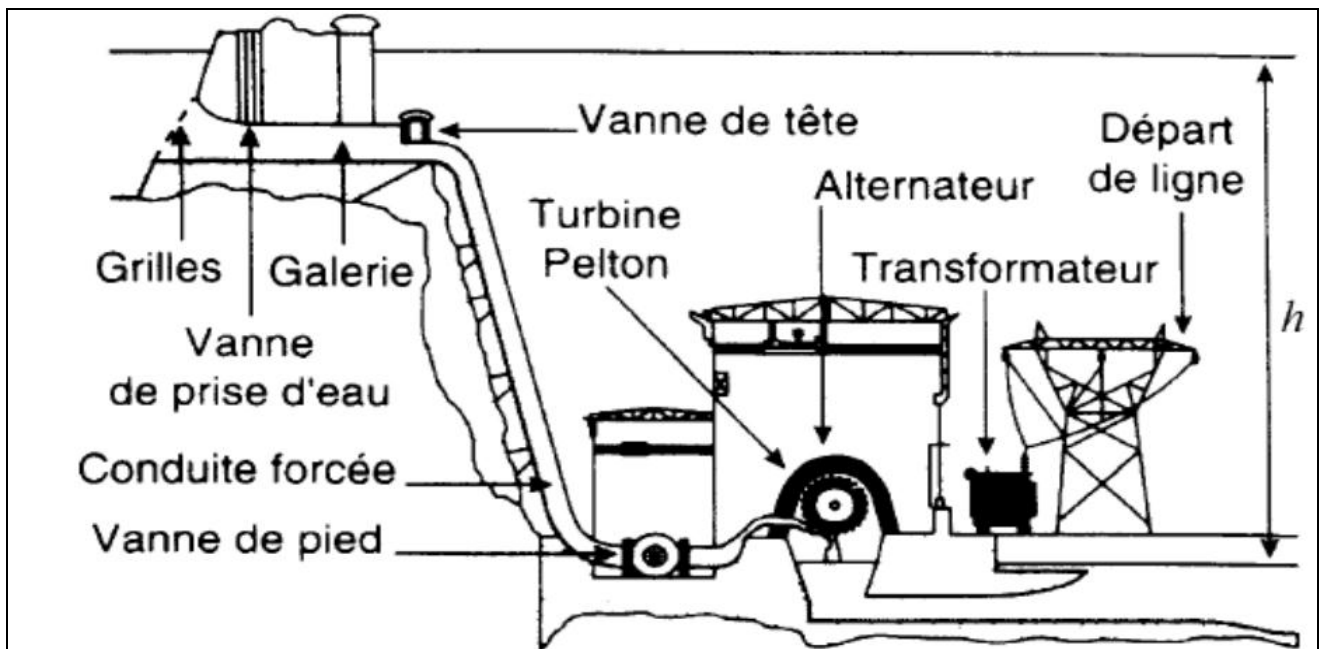


Figure 2.7 : Centrale hydraulique de haute chute.

- 2) **les centrales de moyenne** : chute ont des hauteurs comprises entre 30m et 300m; elles utilisant des turbines Francis. Ces centrales sont alimentées par l'eau retenue derrière un barrage construit dans le lit d'une rivière de région montagneuse. Elles comportent un réservoir de grande capacité.

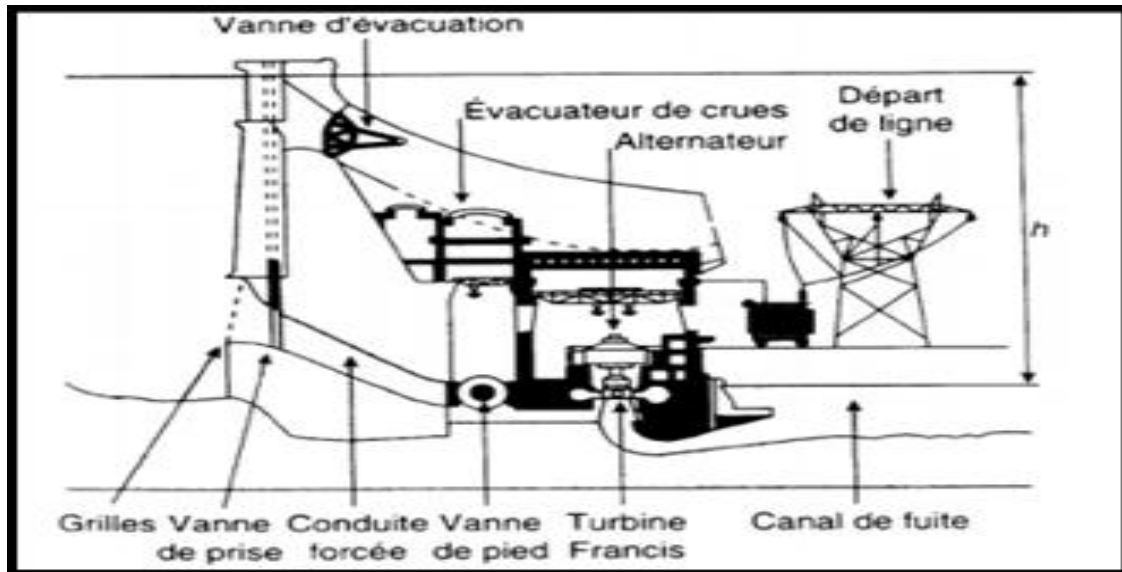


Figure 2.8 : Centrale hydraulique de moyenne chute.

-Avantage:

- facile à construire et à utiliser et à utiliser.
- utilise une énergie renouvelable.

-Inconvénients :

- un peu dépendant des conditions météorologiques (problème lors des sécheresses).
- nécessite l'inondation de vallée (villages évacués) en amont.
- en cas de défaillance du barrage, les conséquences peuvent être graves en aval.

2.3. Centrale nucléaires :

Une centrale nucléaire est un site industriel utilisant la fission de noyaux atomiques pour produire de la chaleur, dont une partie est transformée en électricité (entre 30 % et 40 % en fonction de la différence de température entre la source froide et chaude). C'est la principale mise en œuvre de l'énergie nucléaire dans le domaine civil. [10]

Les centrales nucléaires produisent l'électricité à partir de la chaleur libérée par une réaction nucléaire. Ce phénomène est provoqué par la division du noyau d'un atome, procédé qu'on appelle fission nucléaire. Remarquons qu'une réaction chimique telle que la combustion du charbon produit un simple regroupement des atomes sans que leurs noyaux soient affectés.

Une centrale nucléaire est identique à une centrale thermique, sauf que la chaudière brûlant le combustible fossile est remplacée par un réacteur contenant le combustible nucléaire en fission. Une telle centrale comprend donc une turbine à vapeur, un alternateur, un condenseur, etc., comme dans une centrale thermique conventionnelle. Le rendement global est semblable (entre 30 % et 40 %) et l'on doit encore prévoir un système de refroidissement important, ce qui nécessite un emplacement près d'un cours d'eau ou la construction d'une tour de refroidissement. A cause de ces similitudes, nous nous limiterons à l'étude du principe de fonctionnement et des caractéristiques du réacteur lui-même.

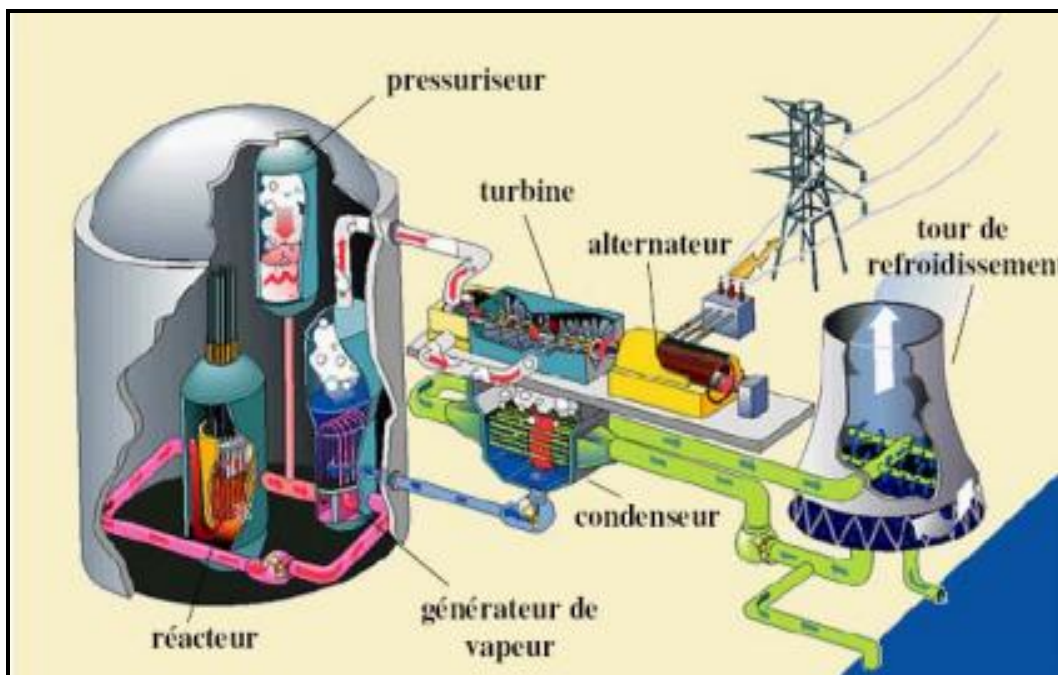


Figure 2.9 : Centrale nucléaire.

2.3.1. Composition du noyau atomique :

Le noyau d'un atome est composé de protons et de neutrons. Il existe des éléments qui, à tout point de vue, sont identiques, sauf qu'ils contiennent un ou quelques neutrons en surplus, par rapport au nombre habituel. Le tableau 2.1 donne la composition atomique de quelques-uns de ces éléments, appelés isotopes.

On s'aperçoit qu'il existe trois sortes d'atomes d'hydrogène qui se distinguent par la composition de leurs noyaux. Il y a d'abord l'hydrogène ordinaire dont le noyau contient 1 proton et 0 neutrons. Ensuite, il y a deux isotopes rares: le deutérium et le tritium dont les noyaux contiennent Respectivement 1 et 2 neutrons, en plus du proton habituel.

Lorsque deux atomes d'hydrogène s'unissent à un atome d'oxygène, on obtient de l'eau ordinaire (H_2O), appelée eau légère. D'autre part. Lorsque deux atomes de deutérium s'unissent à un Atome d'oxygène, on obtient une molécule d'eau lourde ($2H_2O$). L'eau de mer contient de l'eau lourde dans une proportion de 1 kg d'eau lourde pour 7000 kg d'eau légère.

Tableau 2.1 : Composition atomique de quelques éléments.

| élément | symbole | protons | électrons | neutrons |
|-------------|-----------|---------|-----------|----------|
| hydrogéné | H | 1 | 1 | 0 |
| deutérium | 2H | 1 | 1 | 1 |
| tritium | 3H | 1 | 1 | 2 |
| Eau légère | H_2O | 10 | 10 | 8 |
| Eau lourde | 2H_2O | 10 | 10 | 10 |
| Uranium 235 | ^{235}U | 92 | 92 | 143 |
| Uranium 238 | ^{238}U | 92 | 92 | 146 |

De la même façon, Il existe deux sortes d'atomes d'uranium, ^{238}U et ^{235}U , contenant chacun 92 protons (et 92 électrons), mais un nombre différent de neutrons. L'uranium 238 est très répandu alors que l'uranium 235 est rare. En effet, les gisements naturels d'uranium (U_3O_8) contiennent 99,3 % d'atomes ^{238}U comparativement à 0,7 % de l'isotope ^{235}U . L'uranium 235 et l'eau lourde méritent notre attention, car ils sont tous deux essentiels au fonctionnement de certains réacteurs que nous décrirons plus loin.

2.3.2. Energie libérée par la fission atomique :

Lorsque le noyau d'un atome subit la fission, il part en deux. La masse totale des deux atomes ainsi formés est habituellement différente de celle de l'atome original. S'il y a une diminution de la masse, une quantité d'énergie est libérée. Sa valeur est donnée par la formule d'Einstein:

$$E = m \times c^2, (j) \dots \dots \dots (2.2)$$

Où

E : énergie libérée, en joules [J]

m: diminution de masse, en kilogrammes [kg]

C : vitesse de la lumière [3×10^8 m/s]

La quantité d'énergie libérée est énorme, car une diminution de 1 g seulement donne une énergie de 9×10^{13} joules, soit l'équivalent énergétique d'environ trois mille tonnes de charbon. Lors de la fission de l'atome d'uranium ^{235}U , il se produit précisément une légère diminution de masse. Par ailleurs, comme l'uranium 235 est fissile alors que l'uranium 238 ne l'est pas, on a construit de grandes usines pour augmenter la proportion d'uranium 235 dans le combustible (fuel enrichi) utilisé dans certains réacteurs.

2.3.3. Réaction en chaîne :

Comment provoque-t-on la fission d'un atome d'uranium? Une méthode consiste à bombarder son noyau avec des neutrons en mouvement. Le neutron est un excellent projectile car il ne subit aucune force de répulsion à mesure qu'il s'approche du noyau et, si sa vitesse n'est pas trop grande, les chances d'une collision sont excellentes. Si l'impact est suffisamment intense, le noyau se scinde en deux et la diminution de masse qui en résulte libère de l'énergie. Ainsi, la fission d'un atome ^{235}U dégage une énergie de 218 MeV, principalement sous forme de chaleur.

La fission (qui est une réaction très violente) s'accompagne d'un autre phénomène important: l'éjection, à haute vitesse, de 2 ou 3 neutrons.

Ces neutrons, à leur tour, peuvent entrer en collision avec d'autres noyaux voisins, de sorte qu'il produit une réaction en chaîne pouvant provoquer un énorme dégagement de chaleur. C'est d'après ce principe qu'explorent les bombes atomiques. Il suffit d'une sphère d' UO_2 type ^{235}U ne pesant que 300 g (masse critique) pour produire une réaction en chaîne explosive. Bien que les gisements naturels d' UO_2 (type ^{238}U) libèrent aussi des neutrons occasionnels, leur vitesse est trop élevée pour amorcer une réaction en chaîne, et

La concentration de la matière fissile est trop faible. Dans un réacteur nucléaire, on doit ralentir les neutrons afin d'augmenter leurs chances de frapper les noyaux d'uranium. À cette fin, on répartit les masses d'oxyde d'uranium à l'intérieur d'un modérateur. Le modérateur peut être de l'eau ordinaire, de l'eau lourde, du graphite, ou toute autre substance ayant la propriété de ralentir les neutrons sans pour autant les absorber. En choisissant une distribution et une géométrie appropriées, on réussit à freiner ces neutrons de façon à ce qu'ils aient la vitesse requise pour produire d'autres fissions. C'est alors que la réaction en chaîne s'amorce: on dit que le réacteur a atteint le seuil critique. Dès que la réaction en chaîne est amorcée, la température de l'uranium monte en flèche et, afin de la maintenir à une valeur acceptable, on doit faire circuler un liquide ou un gaz à travers le réacteur pour en extraire la chaleur. Ce caloporteur peut être de l'eau lourde, de l'eau ordinaire, du sodium liquide (Na) ou un gaz comme l'hélium ou le gaz carbonique. La chaleur est alors transportée à un échangeur de chaleur qui transfère l'énergie thermique à une chaudière à vapeur alimentant les turbines.

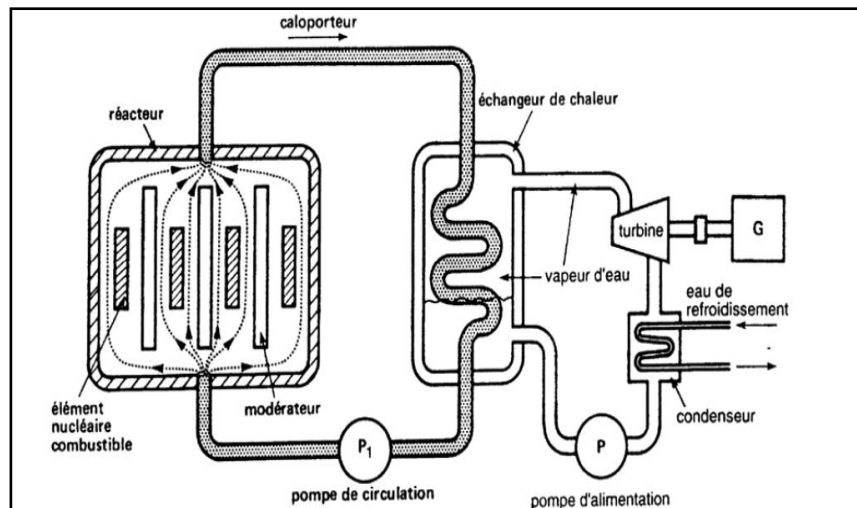


Figure 2.10 : Parties principales d'une centrale nucléaire.

2.3.4. Types de réacteurs :

Il existe plusieurs types de réacteurs; en voici les principaux:

1. Réacteur à eau pressurisée. («Pressure Water Reactor»). Dans ces réacteurs, le caloporteur est de l'eau gardée à haute pression afin de l'empêcher de bouillir. On peut utiliser soit de l'eau ordinaire, Comme dans les réacteurs à eau légère, soit de l'eau lourde . . .

2. Réacteur à eau bouillante. («Boiling Water Reactor»). Dans ces réacteurs, le caloporteur est De l'eau ordinaire en ébullition. On élimine ainsi l'échangeur de chaleur :

La vapeur créée fait tourner Directement les turbines. Cependant, comme dans tout réacteur à eau légère, on doit utiliser de l'oxyde d'uranium enrichi ayant une concentration d'environ 3 % en ^{235}U .

3. Réacteur à gaz à haute température. («High Temperature Gas Reactor»). Dans ces réacteurs, on utilise un gaz inerte, tel que l'hélium, comme caloporteur. Comme la température est Très élevée (750 °C), on utilise le graphite comme modérateur. La vapeur créée dans l'échangeur de chaleur est aussi chaude que celle provenant d'une centrale thermique conventionnelle de sorte Qu'on atteint, avec ces réacteurs, des rendements globaux de l'ordre de 40 %.

4. Réacteur surrégénérateur. («Fast Breeder Reactor»). Dans ces réacteurs, on élimine le Modérateur, ce qui permet aux neutrons de bombarder à haute vitesse un combustible tel que le Dioxyde d'uranium $^{238}\text{UO}_2$. Il se produit alors un dégagement de chaleur et, de plus, une Transformation de l'uranium. L'uranium transformé peut à son tour agir comme combustible. Ce genre de réacteur est donc Très intéressant, car les réacteurs traditionnels ne récupèrent que 2 % de l'énergie disponible dans le dioxyde d'uranium. [10]

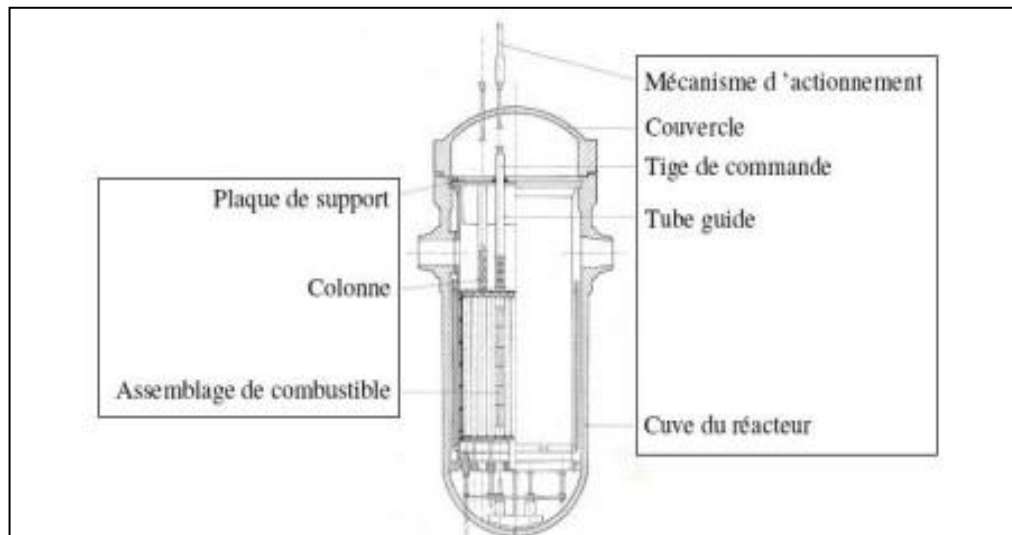


Figure 2.11 : Réacteur nucléaire.

2.3.5. Principe du réacteur surrégénérateur

Le réacteur surrégénérateur diffère des autres réacteurs parce qu'il peut extraire davantage d'énergie du combustible nucléaire. Il est composé d'un noyau central contenant du plutonium fissile ^{239}Pu . Ce noyau est entouré d'une enveloppe de substances contenant de l'uranium non fissile ^{238}U . Il n'y a pas de modérateur; par conséquent, les neutrons à haute vitesse générés par le ^{239}Pu dans le noyau viennent bombarder les atomes d'uranium ^{238}U . Cela produit deux effets importants:

- a) La chaleur intense dégagée par le noyau sert à créer de la vapeur pour entraîner une turbine à vapeur
- b) Dans l'enveloppe, quelques-uns des atomes de ^{238}U captent les neutrons éjectés du noyau, ce qui transforme ces atomes en plutonium fissile ^{239}Pu . En d'autres mots, les atomes passifs d'uranium 238 sont transformés en atomes fissiles de plutonium 239

Il en résulte que l'enveloppe de ^{238}U non fissile est graduellement transformée en ^{239}Pu fissile et en déchets. Les matériaux de l'enveloppe sont enlevés périodiquement, et raffinés dans des usines spéciales pour recouvrer les substances contenant le ^{239}Pu , ce fuel nucléaire est alors placé dans le noyau central du réacteur pour générer de la chaleur et pour créer encore d'autre combustible dans une enveloppe renouvelée, contenant de l'uranium 238. Il est possible de répéter ce procédé jusqu'à ce qu'environ 80 % de l'énergie contenue dans l'uranium soit utilisée. Cela représente une grande amélioration sur les réacteurs conventionnels qui réussissent à extraire seulement 2% de l'énergie disponible.

Le réacteur surrégénérateur est bien adapté comme complément aux réacteurs à eau légère. En effet, de grandes quantités de ^{238}U sont obtenues lors du procédé d'enrichissement. Ce matériau improductif (présentement stocké en lieu sûr) peut alors être utilisé dans l'enveloppe d'un réacteur surrégénérateur. En captant les neutrons rapides, ce matériau est transformé comme on l'a vu précédemment, jusqu'à épuisement quasi total de l'énergie atomique qu'il contient. Notons que les réacteurs surrégénérateurs utilisent le sodium liquide comme caloporteur.

2.3.6. Réaction nucléaire par fusion

Tout comme la fission d'un noyau lourd provoque une diminution de masse, la fusion de deux noyaux légers pour former un seul noyau occasionne une diminution semblable. Ainsi, une grande quantité d'énergie est libérée lorsqu'un atome de deutérium $2H$ fusionne avec un atome de tritium $3H$. Cependant, à cause de la forte répulsion électrique qui s'exerce entre ces deux noyaux (de même polarité), on réussit à provoquer leur fusion seulement lorsqu'ils s'approchent à des vitesses énormes, correspondant à une température de plusieurs millions de degrés. Si la concentration d'atomes est suffisante et si leur vitesse est assez élevée, il se produit une réaction en chaîne. Mentionnons, en passant, que le soleil produit son énergie par un processus semblable. On réussit ainsi à produire des explosions et c'est sur ce principe que repose la bombe à hydrogène (bombe H). Cependant, on se heurte à de grandes difficultés pour contrôler cette réaction de fusion et l'exploiter dans un réacteur nucléaire commercial. En effet, il n'a pas encore réussi à cerner des particules qui se déplacent à vitesses effarantes sans, en même temps, leur faire perdre leur énergie. Des recherches intensives poursuivent pour résoudre ce problème, car si l'on réussit à domestiquer la fusion nucléaire, ce pourrait bien être la fin des problèmes de sources d'énergie. L'hydrogène est en effet la matière première la plus répandue sur terre.

Avantage :

- indépendante des conditions météorologiques
- énergie thermique produite permet de chauffer des usines, des habitations
- 1 g d'uranium produit autant d'énergie que 2 tonnes de pétrole

Inconvénients :

- utilise une énergie non renouvelable
- déchets radioactifs à très longue durée de vie
- accidents graves possibles
- demande un certain niveau de technologie qui n'est pas accessible à tous les pays du monde

2.4. Centrales Thermiques :

Les centrales thermiques produisent l'électricité à partir de la chaleur qui se dégage de la combustion du charbon, du mazout ou du gaz naturel. La plupart ont une capacité comprise entre 200MW et 2000MW afin de réaliser les économies d'une grosse installation.

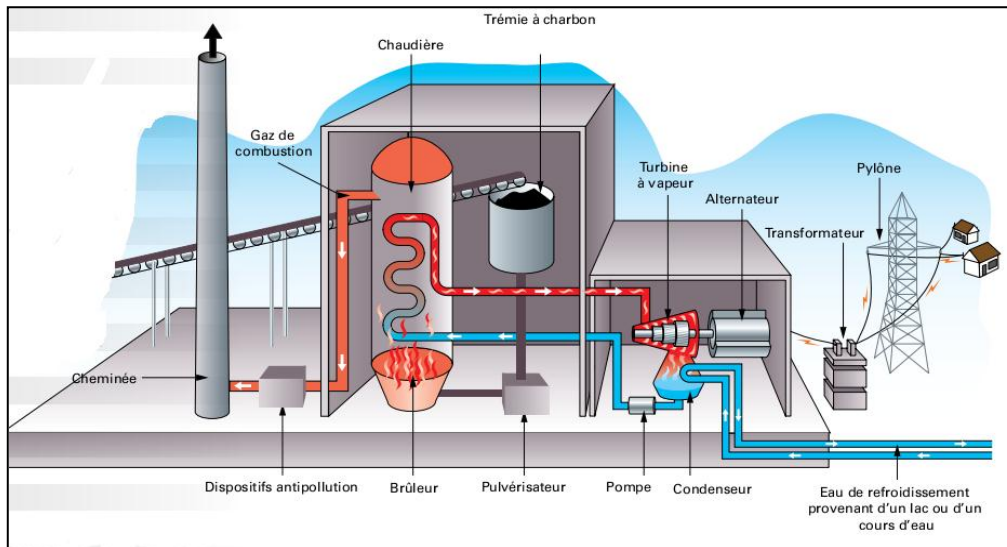


Figure 2.13 : Schéma de centrale thermique.

Donc, les centrales thermiques font usage de l'énergie calorifique contenue dans les combustibles. Celle-ci peut être utilisée de différentes manières :

- Dans les centrales à vapeur, le combustible de produit fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel,...) est brûlé dans les chaudières qui fournissent de la vapeur aux groupes générateurs à turbines.

- Dans les centrales à moteur à gaz, on utilise directement dans les machines à piston les gaz de récupération des hauts fourneaux ou des fours à coke.

- On réalise généralement, dans les centrales à moteur diesel, une utilisation directe de l'énergie de combustible (mazout). La turbine à gaz prend actuellement de l'extension principalement comme source d'énergie point de vue réserve. Une variante récente fait usage de turboréacteurs issus de l'avions à réaction pour produire les gaz chauds assurant l'action de la turbine. Sous le même type de centrales thermiques, on peut introduire les centrales nucléaires, où l'énergie primaire se présente sous la forme d'un dégagement de chaleur causé par la combustion de produits fissiles (uranium, plutonium).

2.4.1. Combustibles :

Les combustibles industriels utilisés dans les centrales thermiques doivent pouvoir produire une grande quantité de chaleur à haute température, être d'allumage facile et entretenir eux-mêmes leur inflammation. En outre, on doit pouvoir les trouver en abondance dans la nature et leur prix de revient doit être faible. Ils se présentent, soit sous leur forme naturelle, soit sous une forme artificielle.

2.4.2. La combustion :

Certaines réaction chimiques, notamment celles impliquant des atomes d'oxygène, produisent non seulement une nouvelle substance, mais dégagent, en même temps, de l'énergie sous forme de chaleur. Dans certaines réactions, la chaleur dégagée est tellement grande que l'augmentation de température qui en résulte porte les éléments à l'incandescence et produit ce qu'on appelle un feu. Ce type de réaction est une réaction de combustion.

L'oxygène de l'air réagit vivement avec les atomes de carbone (C), d'hydrogène (H), de soufre (S) et toutes les substances contenant ces atomes.

2.4.3. Les éléments combustibles :

L'union des atomes d'oxygène avec les atomes de carbone, d'hydrogène, de soufre, etc., se fait dans des proportions précises et connues. La chaleur dégagée et les nouvelles substances créées peuvent donc être déterminées d'avance lorsque l'on connaît la nature du combustible. Le tableau 1 en donne les détails.

Tableau 2.2 : Combustible et produits de combustion.

| Type | Masse (kg) | Masse D'oxygéné Requisite (kg) | Chaleur Dégagée (MJ) | Produite de la combustion | Masse d'air requise (kg) | Volume d'air requise à 20°C et 101 KPA (m) |
|--|-------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|
| Carbone | 1 | 2.67 | 33.8 | CO ₂ | 11.5 | 9.6 |
| Hydrogène | 1 | 8 | 120 | H ₂ O | 34.5 | 28.8 |
| Soufre | 1 | 1 | 9.3 | SO ₂ | 4.3 | 3.6 |
| Méthane | 1 | 4 | 50 | CO ₂ +H ₂ O | 17.2 | 14.3 |
| Ethane C ₂ H ₆ | 1 | 3.73 | 47.5 | CO ₂ +H ₂ O | 16.1 | 13 |
| Propane C ₃ H ₈ | 1 | 3.64 | 46.5 | CO ₂ +H ₂ O | 15.6 | 13 |

NB : comme l'air sec contient 23.2% d'oxygène par unité de masse, il faut multiplier la masse d'oxygène par 4.3 pour obtenir la masse d'air requise pour la combustion complète. A partir des valeurs données dans le tableau 1, on peut calculer la valeur calorifique de n'importe quel combustible dont on connaît leur composition. Par exemple, lorsqu'on prend le charbon dont la composition est 55% carbone, 2% hydrogène, 1% soufre et 42% autre élément, donc : Energie de 1kg de charbon= $55\% \times 33.8 + 2\% \times 120 + 1\% \times 9.3 + 42\% \times 0 = 21\text{MJ}$

Le gaz carbonique CO₂ et l'eau n'a pas d'effet néfaste sur l'environnement, mais le dioxyde de soufre SO₂ crée des substances qui irritent les voies respiratoires. Les particules poussier eussent une autre source de pollution qu'on essaie d'enrayer. La combustion de gaz naturel produit. Seulement de l'eau et de CO₂, c'est pourquoi on utilise ce gaz lorsqu'il faut à tout prix éviter la pollution.

2.4.4. Produits de la combustion :

Le gaz carbonique CO_2 et l'eau n'a pas d'effet néfaste sur l'environnement, mais le dioxyde de soufre SO_2 crée des substances qui irritent les voies respiratoires. Les particules poussiéreuses sont une autre source de pollution qu'on essaie d'enrayer. La combustion de gaz naturel produit.

Seulement de l'eau et de CO_2 , c'est pourquoi on utilise ce gaz lorsqu'il faut à tout prix éviter la pollution.

2.4.5- Types de combustibles :

Les différents types de combustibles utilisés dans les chaudières sont les suivants :

Combustibles solides : lignite, charbon ou déchets de charbon. C'est le charbon qui est le plus employé. L'utilisation de brûleurs dans les centrales modernes exige que le combustible soit finement broyé pour permettre sa pulvérisation.

Combustibles liquides : gas-oil, fuel-oil (mazout). Ces combustibles sont très avantageux au point de vue stockage, commodité d'emploi et rendement. Plusieurs centrales sont équipées pour fonctionner au mazout. On utilise également les combustibles liquides pour l'allumage des chaudières qui fonctionnent au charbon pulvérisé.

Combustibles gazeux : gaz de haut fourneau et gaz naturel. Le gisement de gaz naturel est utilisé pour alimenter quelques centrales thermiques.

Avantage :

- facile à construire et à utiliser
- indépendante des conditions météorologiques
- énergie thermique produite permet de chauffer des usines, des habitations

Inconvénients :

- utilise une énergie non renouvelable
- dépendance par rapports aux pays producteurs de pétrole, gaz naturel et charbon
- pollue (dioxyde de carbone, oxydes de soufre ...)

Conclusion

Les énergies primaires utilisées pour produire de l'électricité sont hydraulique, le charbon le gaz naturel, le pétrole et l'énergie nucléaire. L'électricité est une énergie secondaire, produite à partir des énergies primaires, on distingue trois grandes familles de centrales électriques : hydrauliques, thermique et nucléaires.

-les centrales hydrauliques : son classées en trois types : centrales de hautes chutes ($h > 200$), centrales de moyennes chutes ($30m < h < 200$) et centrales de basses chutes ($h < 30m$).

Les barrages constituent une réserve d'énergie ou énergie potentielle. L'eau sous pression actionne les turbines avec une puissance P (en kW), donnée par la formule :

$P = \rho \cdot g \cdot q \cdot h$ avec P : en KW ; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$; q : en m^3/s ; h : en mètres

-les centrales thermiques brûlent du charbon pour obtenir de la vapeur, qui entraîne des groupes turbo-alternateurs. La puissance d'une unité est de 600 MVA, les groupes tournent à 1500 ou 3000tr/min.

-les centrales nucléaires produisent actuellement 80% de l'énergie électrique ; elles sont du types PWR (eau sous pression).la réaction nucléaire est réalisée partir d'uranium enrichi a3% en uranium 235, qui est fissile. Le générateur de vapeur produit de la vapeur à 280 C qui entraîne un groupe turbo-alternateur de 900 MVA ou 1300 MVA a1500 tr/min.

Chapitre 03

Choix de l'emplacement de la centrale d'énergie électrique par rapport aux consommateurs

3.1. Caractéristiques techniques de centrale NAAMA :

Les Caractéristiques techniques de la centrale de production d'énergie électrique de la wilaya de NAAMA sont les suivants :

- ✚ Situation : région de Touifza (25 km Nord-ouest de Naâma).
- ✚ Un terrain d'assiette : 40 hectares.
- ✚ Types de centrale : turbine à gaz.
- ✚ Capacité de production : 1.163 mégawatts.
- ✚ Tension Fournie : 10 KV.
- ✚ Réalisation au groupe Sud-Coréen "Samsung".
- ✚ Equipement : entreprise Générale électrique.

3.2. Architecteur de la centrale de production d'énergie électrique de la wilaya de NAAMA :

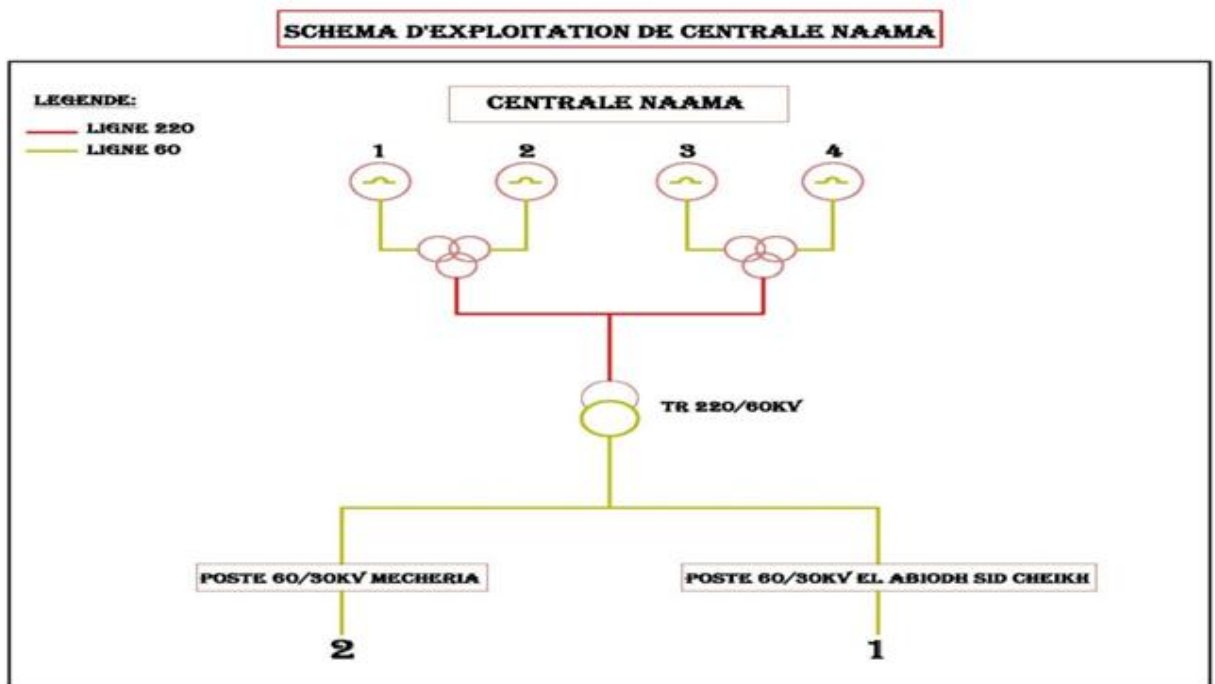


Figure 3.1 : Schéma d'exploitation et la zone d'alimentation de la centrale Naama.

3.3. Zone d'alimentation de la centrale de la wilaya de NAAMA :

La centrale de la wilaya de NAAMA assure l'alimentation d'énergie électrique aux deux (02) directions de distribution d'électricité :

- Direction de distribution d'électricité d'El Bayadh (district EASC).
- Direction de distribution d'électricité NAAMA (district MECHERIA).

3.3.1. Délimitation de service d'EL Abiodh Sid Cheikh :

Le service exploitation d'EL Abiodh Sid Cheikh est délimité par :

1. A l'est, par le service exploitation d'EL Bayadh.
2. A l'ouest, par le service exploitation d'Ain Sefra.

3.3.2. Description du réseau d'EL Abiodh Sid Cheikh :

Le poste source 60/30 KV d'EL Abiodh Sid Cheikh est alimenté en 60 KV par une ligne issue du poste THT Naama avec une puissance installée 80 MVA (2×40 MVA).

Le nombre de départs 30 KV est de : 09

1. EASC 01.
2. EASC 02.
3. ARBAOUAT.
4. BNOUD 01.
5. BNOUD 02.
6. PENITENCIER.
7. BOUSSEMGHOUN.
8. BREZINA 01.
09. SONATRACH

Les neufs (09) départs sont distribués sur deux demi-jeux de barre avec couplage ouvert ou état normal.

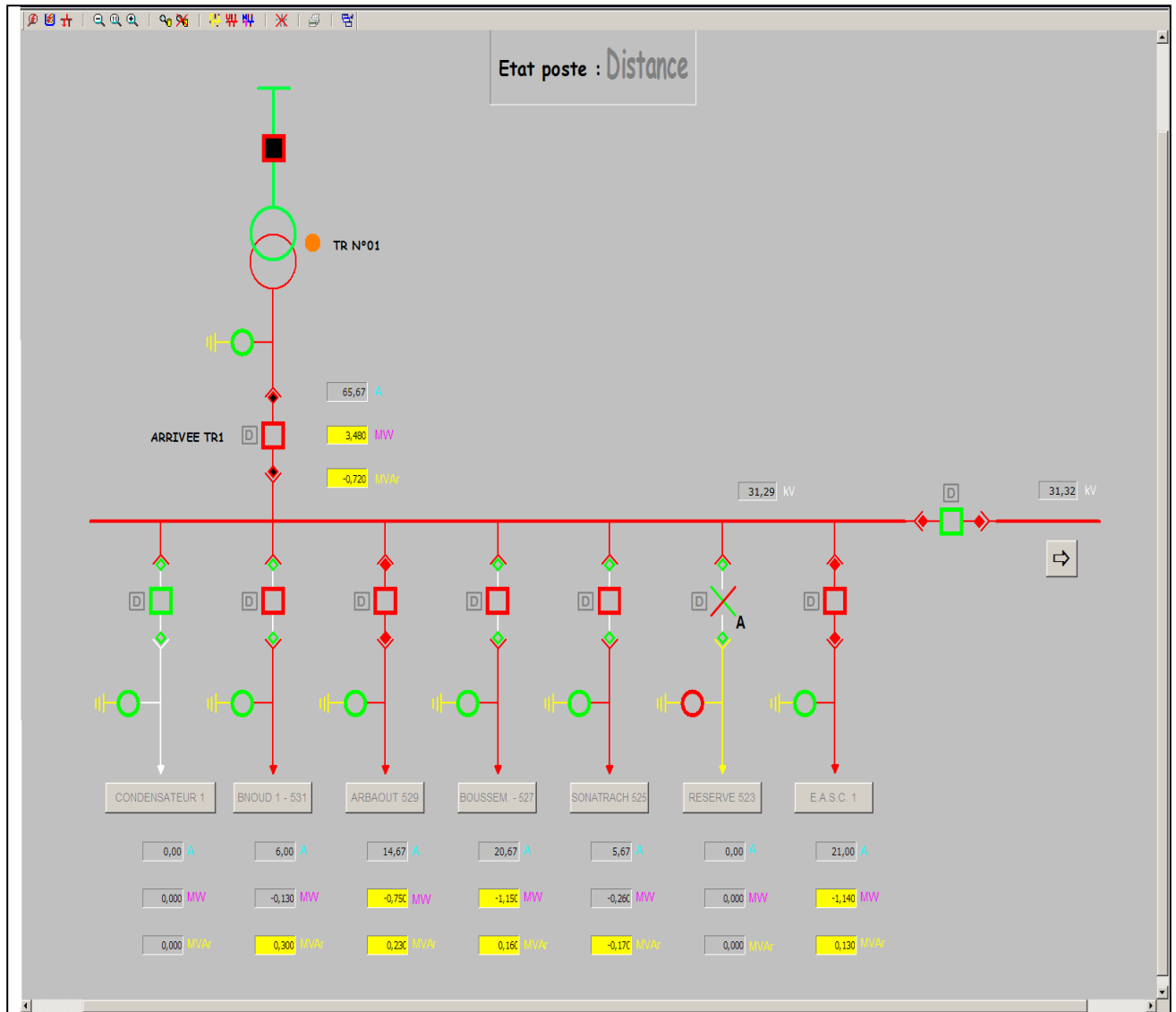


Figure 3.2 : Schéma synoptique poste source EASC 60/30 KV JDB 1.

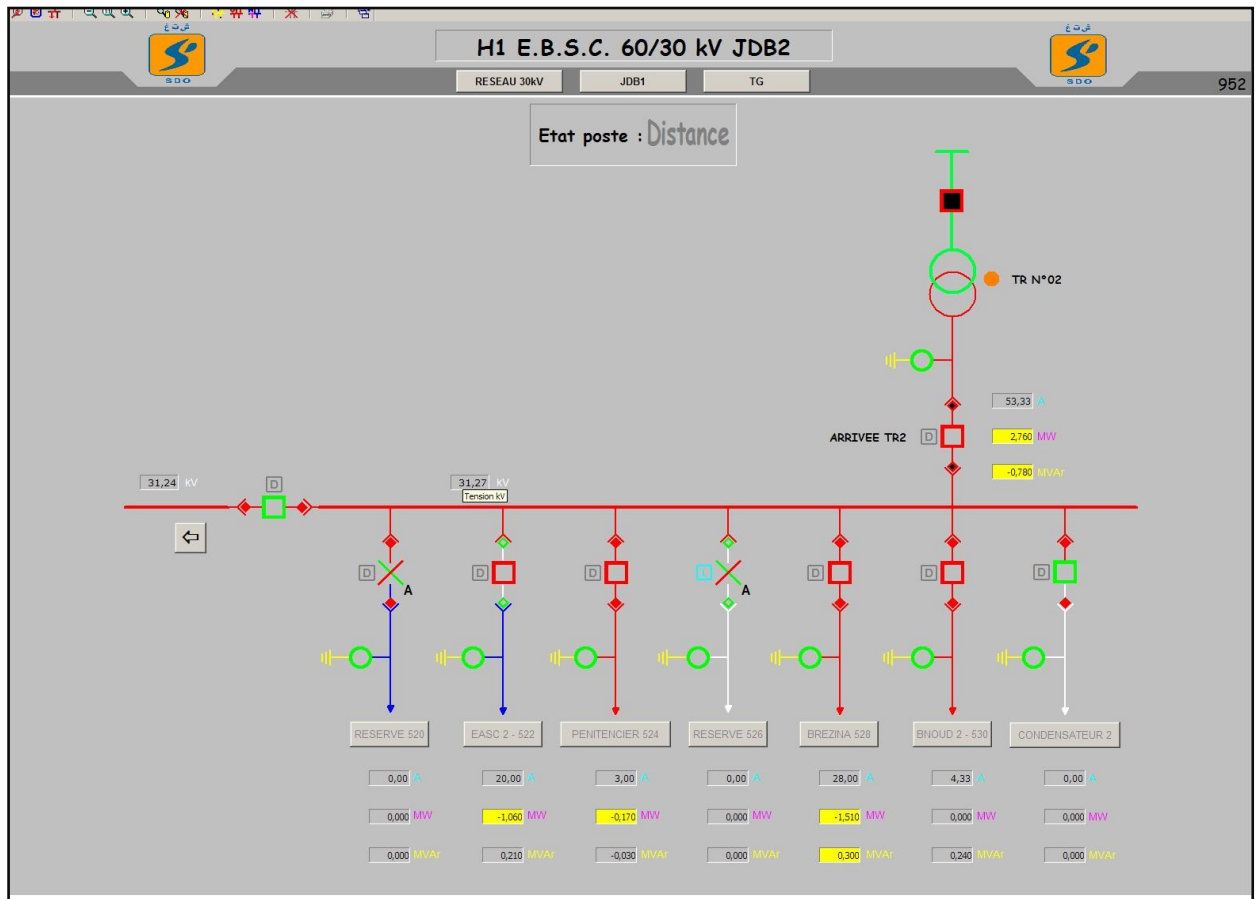


Figure 3.3 : Schéma synoptique poste source EASC 60/30 KV JDB 2.

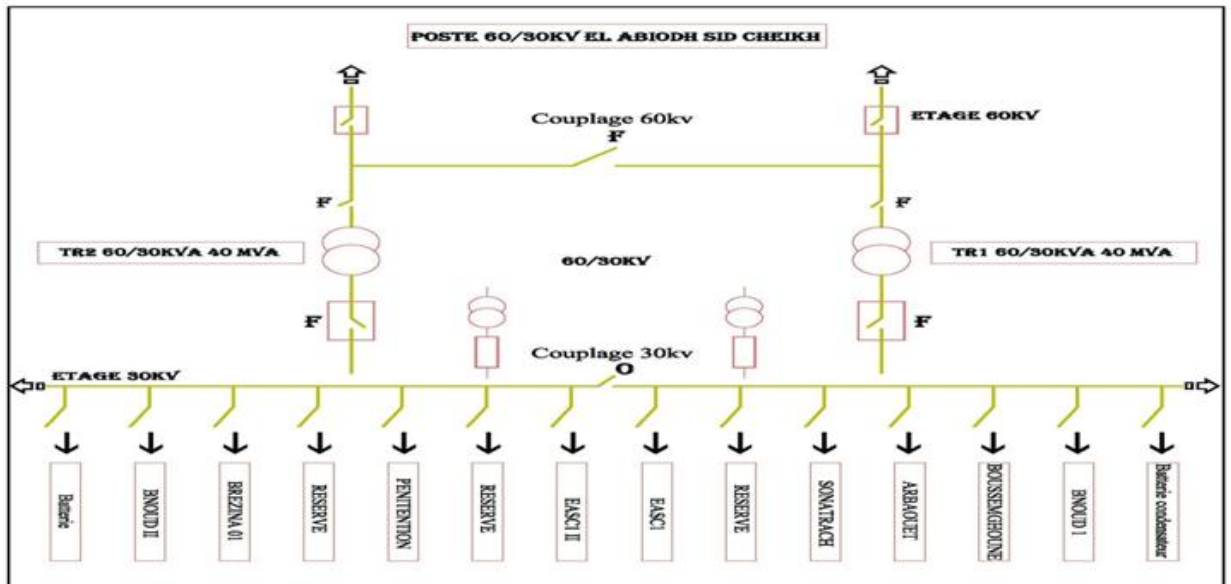


Figure 3.4 : Architecteur de poste source EASC .

3.3.3. Délimitation de service Mecheria :

Le service exploitation de Mecheria est délimité par :

1. A l'est, par le service exploitation de Bogtob .
2. A l'ouest, par le service exploitation d'Ain Sefra.

3.3.4. Description du réseau Mecheria :

Le poste source 60/30 KV de Mecheria est alimenté en 60 KV par une ligne issue du poste THT Naama avec une puissance installée 80 MVA (2×40 MVA).

Le nombre de départs 30 KV est de : 12

1. NAAMA NORMAL.
2. NAAMA SECOUR.
3. CENTRE VILLE.
4. EL BIODH NORMAL.
5. EL BIODH.
6. ZONE IN.
7. 325 LOGTS.
8. M B AMMAR.
09. GAR 201.
10. MECHERIA NORMAL.
11. G M E PC 4.
12. EMIR AEK

Les douze (12) départs sont distribués sur deux demi-jeux de barre avec couplage ouvert ou état normal.

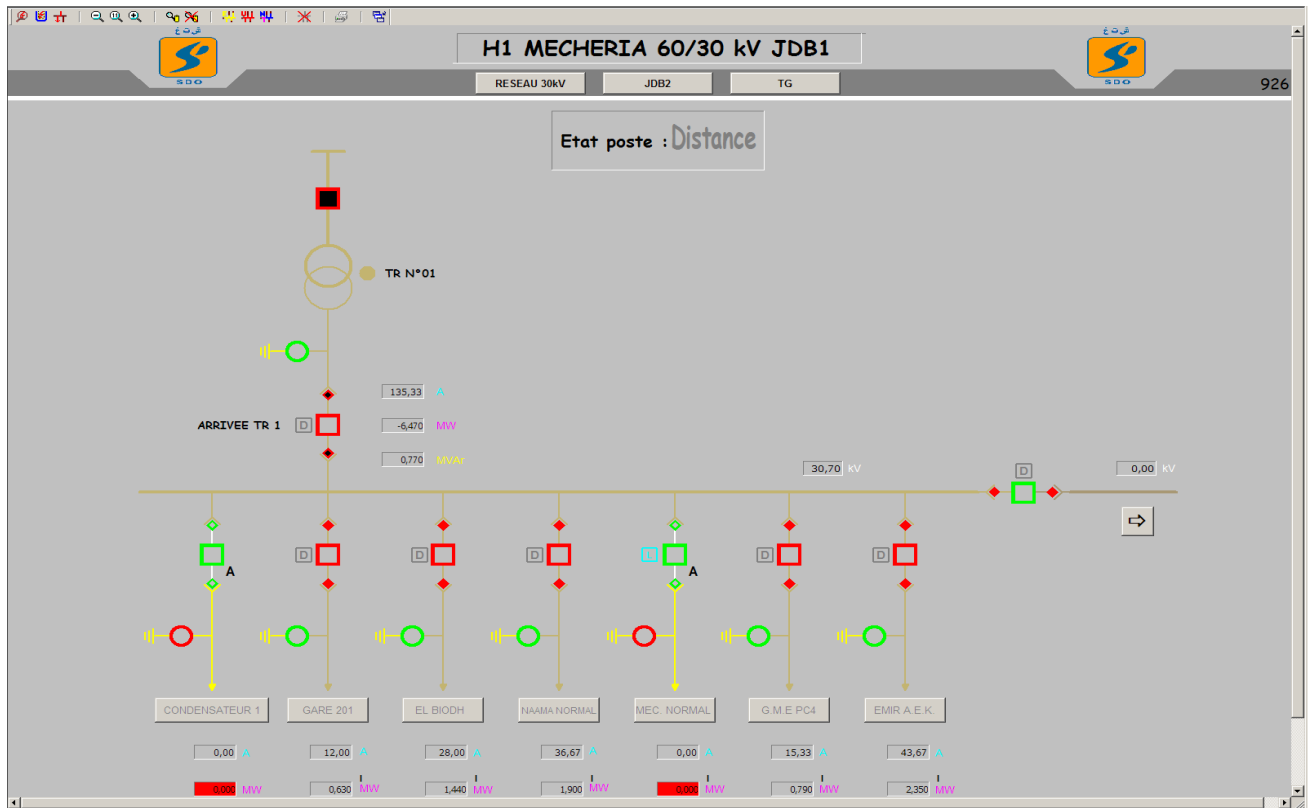


Figure 3.5: Schéma synoptique poste source MECHERIA 60/30 KV JDB 1.

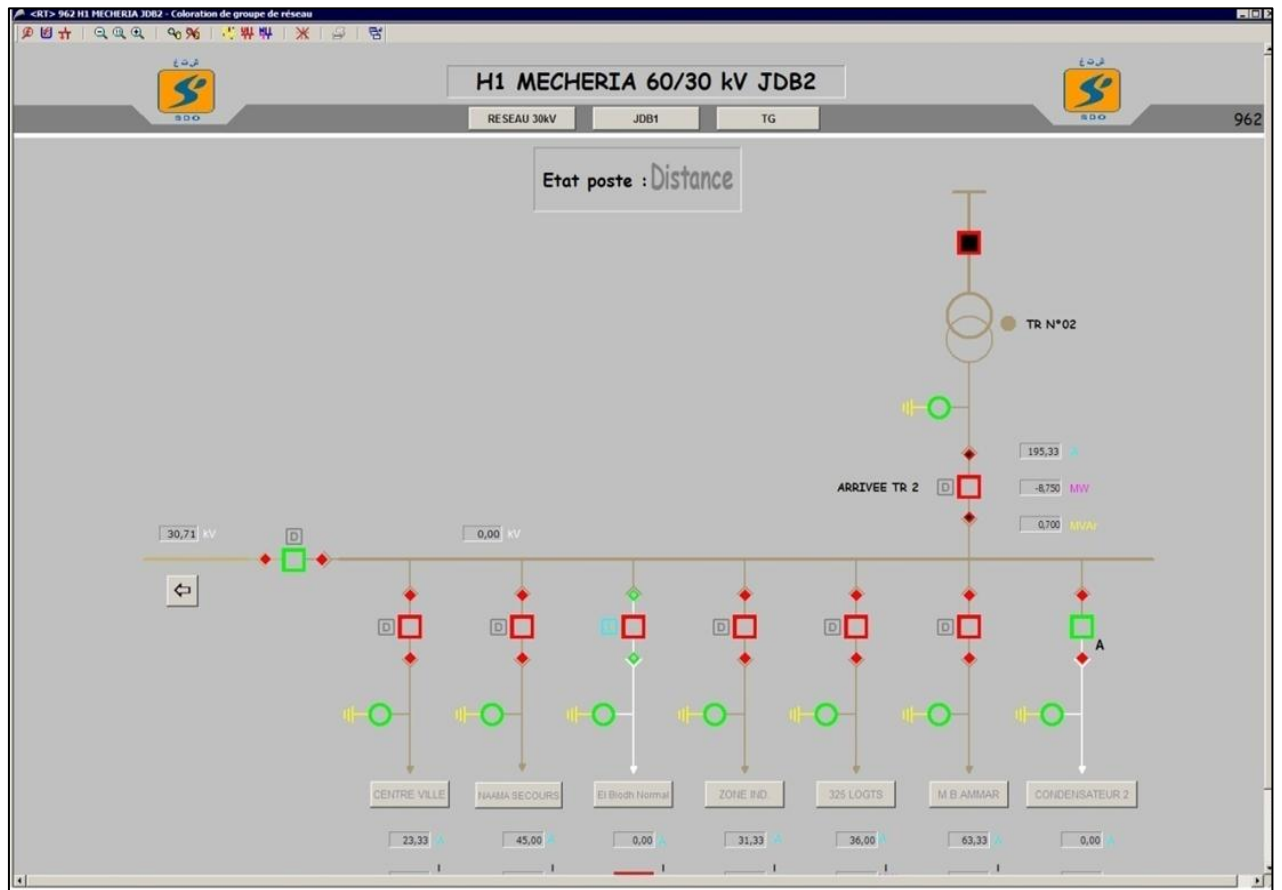


Figure 3.6: Schéma synoptique poste source MECHERIA 60/30 KV JDB 2

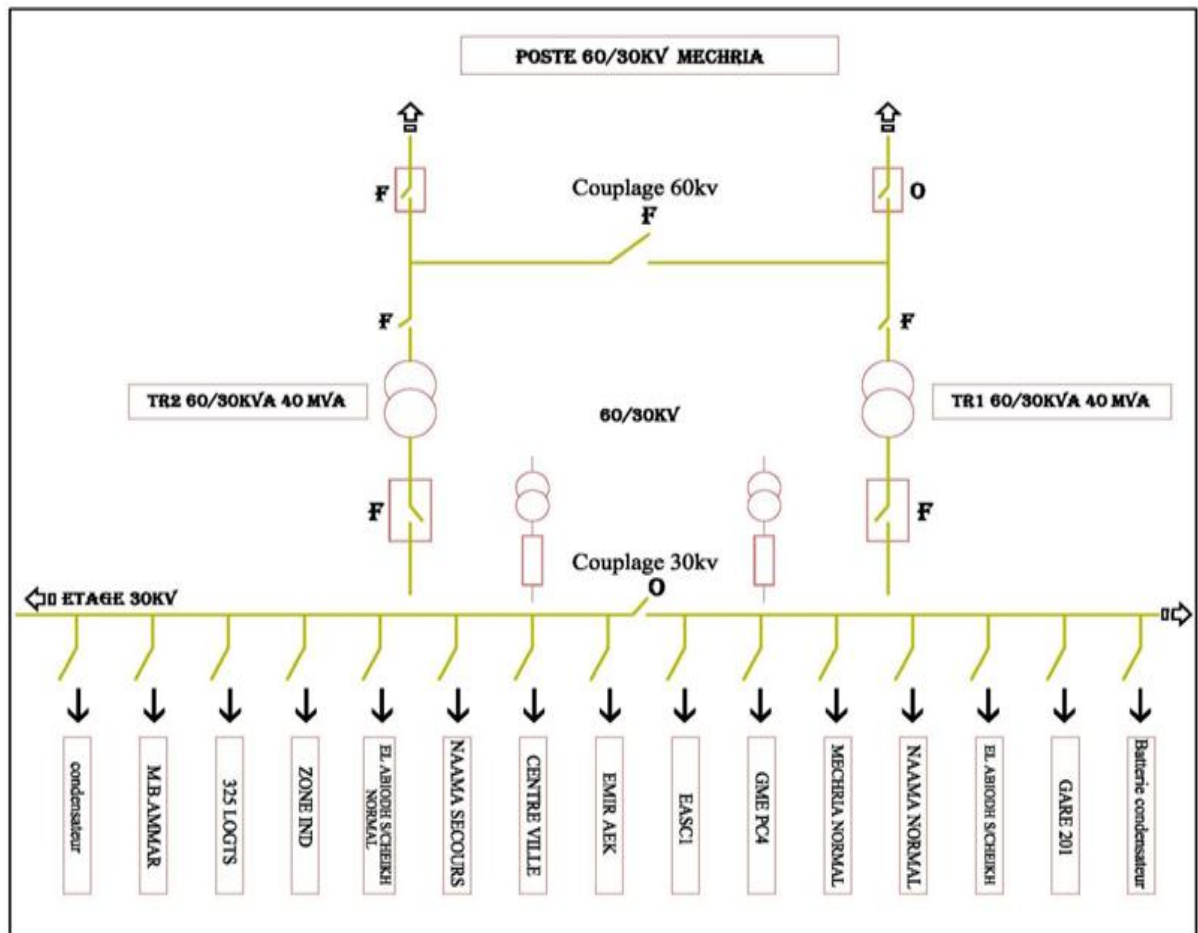


Figure 3.7: Architecteur du poste source MECHERIA.

3.4. Calcul de la consommation des charges électriques de poste source :

Une bonne manière de calculer la consommation des charges de poste source est de définir chaque arrivée de transformateur. Bien entendu, chaque départ aura une consommation électrique légèrement différente (notamment en fonction des habitants et du nombre des abonnés).

Le calcul de puissance apparente de transformateur sera déterminé à l'aide de formules suivantes :

$$S = \sqrt{3} * U * I ; (\text{kVA}) \dots \dots \dots (3.1)$$

Où :

S : Puissance apparente de transformateur (VA)

U : Tension nominale (kV)

I : Intensité de la ligne (A)

D'après notre stage à la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh il nous a été confié les mesures des courants de charges du transformateur du poste source EASC et poste source MECHERIA durant la journée 08 au 09 Mars 2016 avec un intervalle de mesure d'une heure.

A l'aide des courants de charges mesurés et selon la formule (3.1), on a calculé les puissances consommées de chaque arrivée.

En effet les résultats des charges relevés dans les postes et le calcul des puissances consommées dans la journée du 08 au 09 Mars 2016 sont présentés dans les tableaux (3.1), (3.2) :

Tableau 3.1: Bilan d'énergie consommée pendant de la journée du 08 au 09 Mars 2016 (Poste Source Mecheria).

| Arr TR | | 6h | 7h | 8h | 9h | 10h | 11h | 12h | 13h | 14h | 15h | 16h |
|------------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | U (KV) | | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Arr TR N°1 | I (A) | 107.3 | 123.67 | 124.67 | 123 | 137 | 143 | 147 | 140 | 138 | 130 | 131 |
| | S(MVA) | 5.57 | 6.42 | 6.47 | 6.39 | 7.11 | 7.43 | 7.63 | 7.27 | 7.17 | 6.75 | 6.8 |
| Arr TR N°2 | I (A) | 138.3 | 158.67 | 163.67 | 178 | 186 | 193 | 198 | 186 | 175 | 171 | 174 |
| | S(MVA) | 7.18 | 8.24 | 8.5 | 9.24 | 9.66 | 10.02 | 10.28 | 9.66 | 9.09 | 8.88 | 9.04 |
| TOTAL | I (A) | 245.7 | 282.34 | 288.34 | 301 | 324 | 336 | 345 | 326 | 313 | 301 | 305 |
| | S(MVA) | 12.75 | 14.67 | 14.98 | 15.64 | 16.83 | 17.45 | 17.92 | 16.93 | 16.26 | 15.64 | 15.84 |
| Arr TR | | 17h | 18h | 19h | 20h | 21h | 22h | 23h | 24h | 2h | 4h | 6h |
| | U (KV) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Arr TR N°1 | I (A) | 136.3 | 142.67 | 157 | 185 | 180 | 164 | 144 | 124 | 109 | 106 | 111 |
| | S(MVA) | 7.08 | 7.41 | 8.15 | 9.61 | 9.35 | 8.52 | 7.48 | 6.44 | 5.66 | 5.5 | 5.76 |
| Arr TR N°2 | I | 176.3 | 193.67 | 201.67 | 240 | 238 | 216 | 193 | 161 | 140 | 136 | 145 |
| | S(MVA) | 9.1 | 10.06 | 10.47 | 12.47 | 12.36 | 11.22 | 10.02 | 8.36 | 7.27 | 7.06 | 7.53 |
| TOTAL | I | 312.7 | 336.34 | 358.67 | 426 | 418 | 380 | 337 | 285 | 249 | 242 | 256 |
| | S(MVA) | 16.24 | 17.47 | 18.63 | 22.13 | 21.71 | 19.74 | 17.51 | 14.8 | 12.93 | 12.57 | 13.30 |

Selon le tableaux (3.1) en trace la forme particulière des charges dans la journée du 08 au 09 Mars 2016

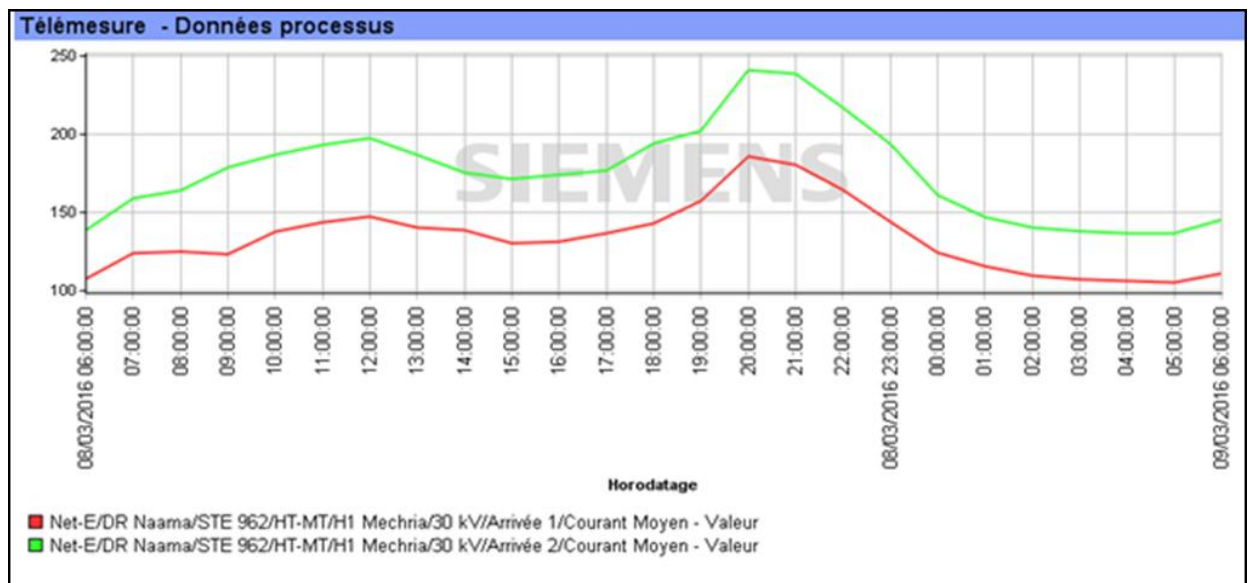


Figure 3.8: Courbe d'écoulements des charges poste source MECHERIA au cours de la journée du 08 au 09 Mars 2016.

Selon la figure 3.8 on observant que le profil de la consommation pour un jour ouvrable est caractérisé par trois points qui sont la pointe du matin qui dépend de l'activité économique ,le creux d'après-midi qui dépend des heures de déjeuner et la reprise du travail de l'après-midi, et la pointe du soir qui dépend de l'évolution de la charge quotidienne ou la consommations maximales.

Tableau 3.2: Bilan d'énergie consommée pendant de la journée du 08 au 09 Mars 2016 (Poste Source Easc).

| Arr TR | | 6h | 7h | 8h | 9h | 10h | 11h | 12h | 13h | 14h | 15h | 16h |
|------------|--------|-------|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | U (KV) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Arr TR N°1 | I (A) | 57 | 68 | 60 | 63.3 | 44.7 | 62.7 | 65 | 44.3 | 42 | 38.7 | 39.7 |
| | S(MVA) | 2.958 | 3.5292 | 3.114 | 3.29 | 2.32 | 3.25 | 3.37 | 2.3 | 2.18 | 2.01 | 2.06 |
| Arr TR N°2 | I (A) | 39.67 | 47.67 | 40.67 | 46 | 48.3 | 49.7 | 50.3 | 49.7 | 45.3 | 44 | 44.3 |
| | S(MVA) | 2.059 | 2.4741 | 2.11077 | 2.39 | 2.51 | 2.58 | 2.61 | 2.58 | 2.35 | 2.28 | 2.3 |
| TOTAL | I (A) | 96.67 | 115.67 | 100.67 | 109 | 93 | 112 | 115 | 94 | 87.3 | 82.7 | 84 |
| | S(MVA) | 5.017 | 6.0033 | 5.22477 | 5.67 | 4.83 | 5.83 | 5.99 | 4.88 | 4.53 | 4.29 | 4.36 |
| Arr TR | | 17h | 18h | 19h | 20h | 21h | 22h | 23h | 24h | 2h | 4h | 6h |
| | U (KV) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Arr TR N°1 | I (A) | 59.67 | 64 | 81 | 99.3 | 97 | 86.3 | 70 | 59.7 | 52.3 | 51.3 | 52.7 |
| | S(MVA) | 3.097 | 3.3216 | 4.2039 | 5.16 | 5.03 | 4.48 | 3.63 | 3.1 | 2.72 | 2.66 | 2.73 |
| Arr TR N°2 | I (A) | 47.33 | 48.67 | 58 | 69.3 | 66.3 | 60.3 | 49.3 | 42.3 | 36.7 | 36 | 40 |
| | S(MVA) | 2.456 | 2.526 | 3.0102 | 3.6 | 3.44 | 3.13 | 2.56 | 2.2 | 1.9 | 1.87 | 2.08 |
| TOTAL | I (A) | 107 | 112.67 | 139 | 169 | 163 | 147 | 119 | 102 | 89 | 87.3 | 92.7 |
| | S(MVA) | 5.553 | 5.8476 | 7.2141 | 8.75 | 8.48 | 7.61 | 6.19 | 5.29 | 4.62 | 4.53 | 4.81 |

Selon le tableaux (3.2) en trace la forme particulière des charges dans la journée du 08 au 09 Mars 2016

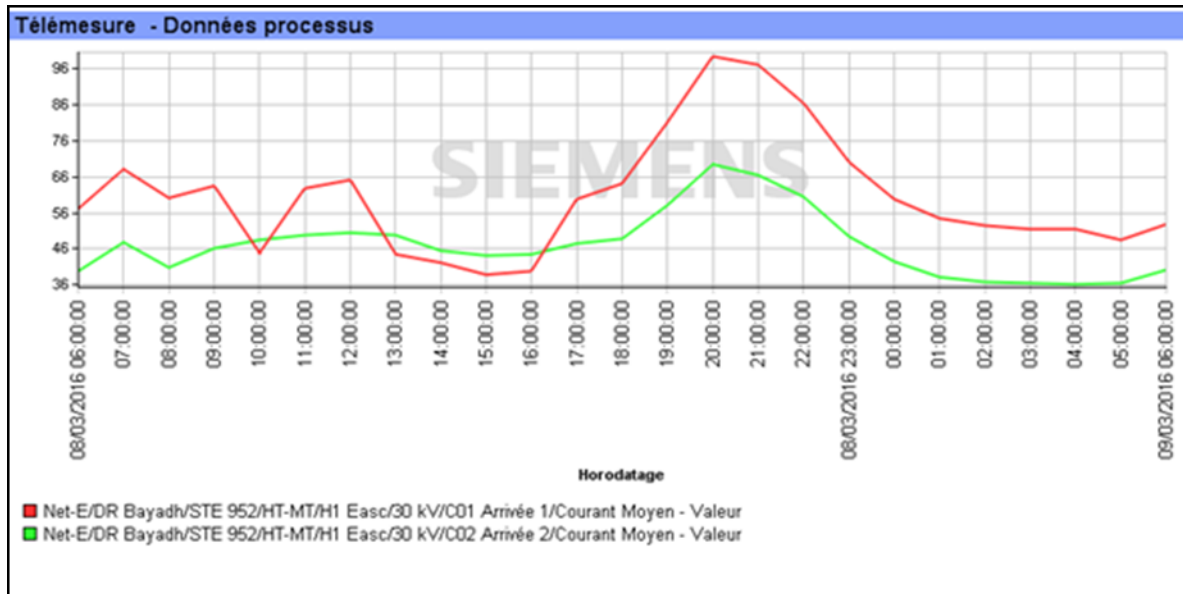


Figure 3.9: Courbe d'écoulements des charges poste source EASC au cours de la journée du 08 au 09 Mars 2016.

Interprétation des tableaux (3.1), (3.2) :

D'après les tableaux (3.1), (3.2), en observant que la consommation au transformateur poste source Mecheria est 28% par rapport à la puissance installée (80 MVA) et 10% au poste source EASC ; ce qui montre que les 2 transformateur sont sous-utilisée ce que nécessite une révision sur le choix de transformateur 60 /30 KV et adopte une politique de choix de transformateur tout en tenant compte du paramètre de cout.

La complication du processus de prévision est due à la consommation d'énergie qui change d'une heure à l'autre le long des jours : Chaque jour à sa forme particulière de charge, selon les figures (3.8) et (3.9) on trace la courbe qui simule l'écoulement des charges de quatre transformateurs des arrivées EASC et MECHERIA.

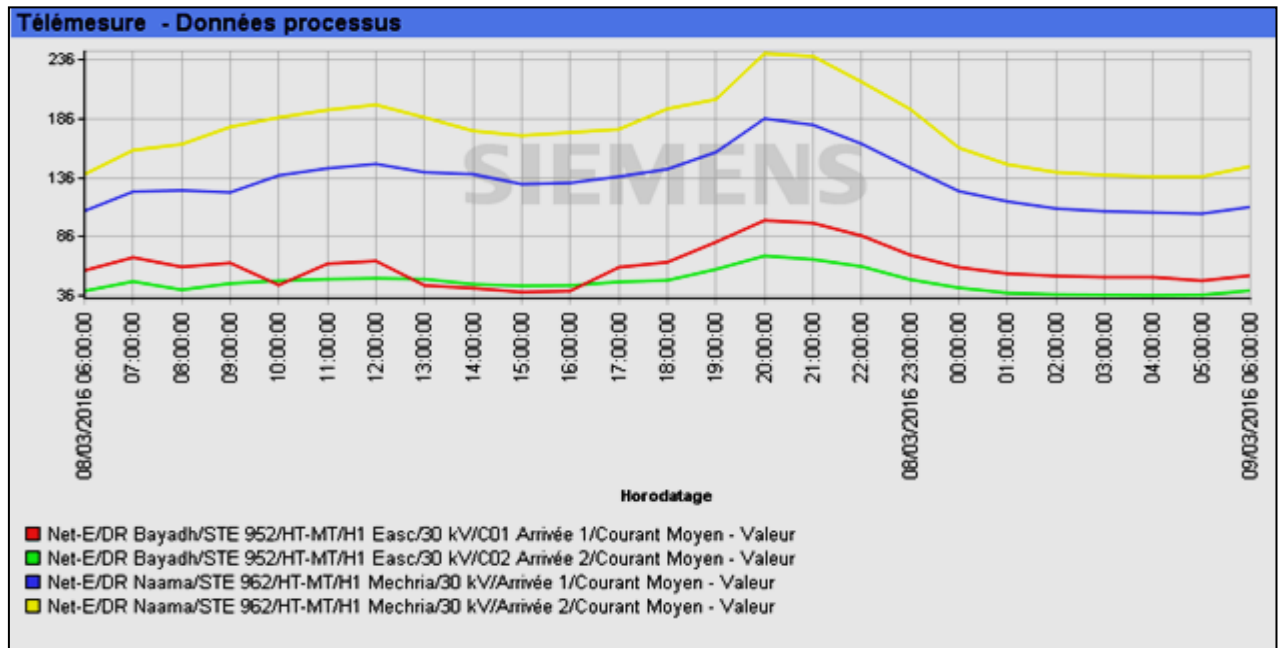


Figure 3.10: Courbe d'écoulements des charges poste MECHERIA ; poste EASC au cours de la journée du 08 au 09 Mars 2016

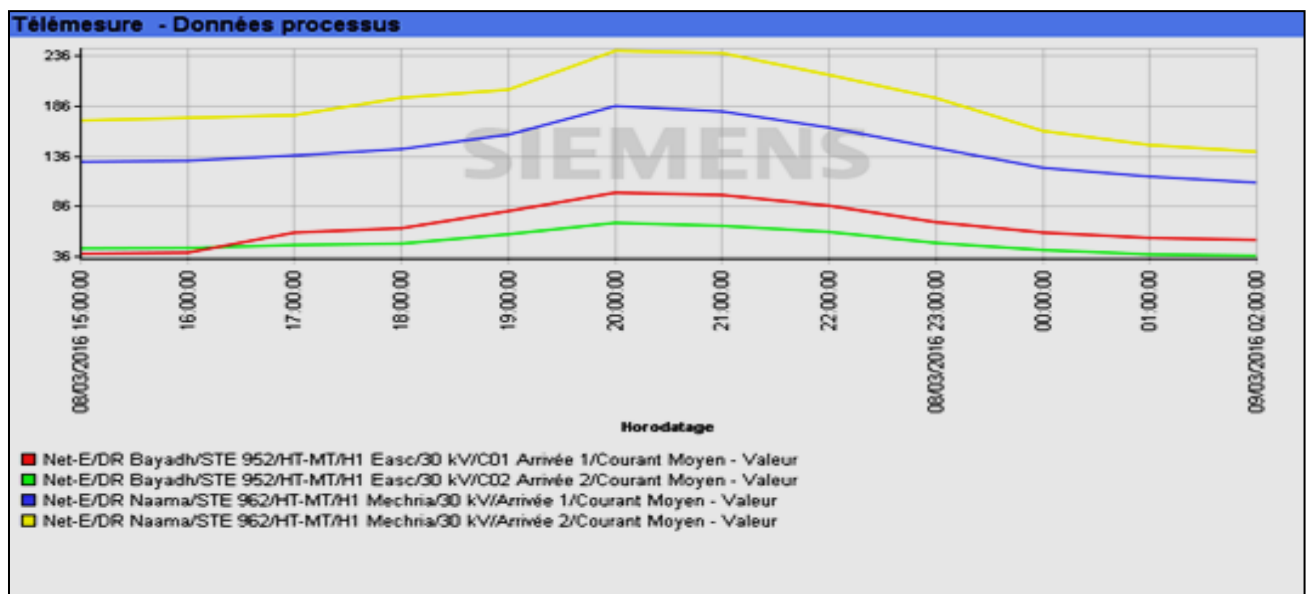


Figure 3.11: Courbe d'écoulements des charges poste MECHERIA ; poste EASC pendant les heures pointes.

Interprétation :

L'examen des courbes (figure 3.9) et (figure 3.10) montre que les charges de quatre arrivées de transformateur pour les deux postes de source Poste Source MECHERIA et Poste Source EASC se change durant la journée $I=f(t)$ et attendre sa valeur maximale au cours des heures des pointes.

Arrivée de transformateur 2 de poste source Mecheria le plus chargé par rapport aux autres transformateur et attendre la valeur max à cause de présence des départ : NAAMA SECOUR ; ZONE IND ; CENTRE VILLE ; M.B.AMMAR ; EI ABOIDH NORMAL.

La consommation au Poste MECHERIA a une valeur assez importante à celle de Poste EASC ce que justifie la déférence de nombre des départs.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons défini l'architecture du réseau électrique est la base des conditions d'écoulement des puissances et donc de l'énergie vers les différents points de consommation. Cette architecture s'accompagne :

- De l'état, type et emplacement des centrales électriques.
- Du niveau de tension ; Ecoulement des charges.
- Pertes effet joule

Dans le chapitre suivant nous allons présenter la méthode du calcul des pertes effet joule à savoir la distance et la consommation.

Chapitre 04

Résolution du problème par la méthode de transport

4.1. Introduction :

Les pertes sur le réseau électrique sont divisées en deux catégories: les pertes techniques et les pertes non-techniques. Les pertes non techniques représentent l'énergie consommée mais non enregistrée. Les pertes techniques correspondent aux pertes sur les réseaux par effet Joule, par effet couronne, et les pertes dans les postes de transformation, et les harmonique, le sujet du présent chapitre concerne ces pertes techniques.

Avec la politique actuelle de développement rapide du Secteur de l'énergie et spécialement de l'électricité dans le but d'améliorer les conditions socio-économiques du peuple tout en garantissant l'augmentation de façon durable de l'économie nationale, une forte construction de ligne de transport est en cours partout sur le territoire national.

Une simple observation pourrait conduire à penser que plus la couverture du réseau électrique augmente, plus les pertes techniques augmentent.

Pour cette raison on a procédé à une étude sur les réseaux de transport HT pour calculer les pertes technique surtout par effet joule.

Donc ; l'objectif de ce chapitre est de calculer les pertes technique (par effet joule), basées sur les données réelles pour déterminer le taux de perte par rapport à la consommation

4.2. Utilité de la haute tension :

L'énergie électrique sort des centrales avec une tension de quelques kV (5 à 10 kV), le transport se fait avec une haute tension (220 kV et plus) pour minimiser les pertes Joule dans la ligne et de pouvoir transiter de grandes puissances.

$$\text{Transformateur idéal : } P_{\text{entre}} = P_{\text{sortie}} \quad U_1 * I_1 = U_2 * I_2 \Rightarrow I_2 = I_1 * \frac{U_1}{U_2}$$

D'après l'expression ci-dessus, l'élévation de la tension ($U_2 > U_1$) permet de limiter les pertes en diminuant le courant et permet également de faire transiter de plus grandes puissances.

Les paramètres du réseau tels que la tension des lignes, la capacité de transport, la résistance des lignes de transport et de distribution, des types et mode de fonctionnement d'équipements connectés au réseau, etc., sont siège des pertes techniques du réseau.

4. Les pertes techniques :

Ce sont les pertes du réseau qui comprennent les pertes par effet joule, les pertes par effet couronne, et les pertes dans les postes de transformation, et les harmonique

4.3 .1. Les pertes par effet joule :

On appelle pertes par effet joule le dégagement de chaleur provoquée par le passage d'un courant dans un conducteur ; il est dû aux chocs des électrons

Les pertes par effet joule sont fonction des résistances et des transits .Ces transits expliquent différemment selon les niveaux de tension :

- 1- Sur les lignes THT, ils dépendent de la consommation, du plan de production, de la topologie de réseau, et des échanges aux interconnexions .Plusieurs de ces éléments sont en partie corrélés entre eux, et varient avec les saisons, les heures de la journée. Globalement, ces transits dépendent surtout de la consommation en hiver, surtout de plan de production en été.
- 2- Sur les lignes HT (90 et 30 KV), ils dépendent essentiellement de la consommation (les charges) et la longueur de la ligne.

4.3 .1.1.La loi de joule :

La quantité de chaleur Q dégagés par un courant dans un conducteur, est proportionnelle à la résistance R de ce conducteur, au temps t pendant lequel passe le courant et au carré et l'intensité I de ce courant :

D'où la formule :

$$Q = 0.24 . R . I^2 . t, (\text{Cal}) \dots \dots \dots (4.1) \quad .$$

Ou :

R : La résistance de la ligne (Ω).

I : Courant qui traverse le conducteur. (A),

t : temps en (S).

Le coefficient 0.24 est le rapport joule /calorie : $1/4.18 \quad .$

L'énergie électrique se transforme uniquement en chaleur, l'énergie dépensée pendant t seconde par un courant d'intensité I est :

$$W = 3 .R.I^2.t, \text{ (Joule)} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$W = P. t \dots\dots\dots (4.3)$$

$$P = W/t=3.(R.I^2.t) /t \Rightarrow P = 3. R. I^2 \dots\dots\dots (4.4)$$

Ou :

W : Energie dépensée (Joule).

P : Puissance fournie (KW).

t : temps en (S).

Tant que le courant est alternatif nous avons une perte active et réactive dans les lignes.

4.3 .1.2. Perte active et perte réactive :

➤ Perte joule active :

Les énergies actives sont calculées selon la formule :

$$\Delta P_{ja} = 3 R * I^2 , \text{ (KW)} \dots\dots\dots (4.5)$$

R : La résistance de la ligne (Ω)

I : Le courant de charge (A)

➤ Perte joule réactive :

Les pertes des joules réactifs sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta Q_{jr} = 3X * I^2 , \text{ (Kvar)} \dots\dots\dots (4.6)$$

X : la réactance de la ligne

➤ Perte joule totale :

A partir des formules (4.6) et (4.7) on aura la relation suivante:

$$\Delta S_j = \sqrt{(\Delta P_{ja})^2 + (\Delta Q_{jr})^2} \dots\dots\dots (4.7)$$

4.3 .2. Les pertes par effet couronne:

La deuxième source en importance est constituée des pertes par effet couronne, surtout dans le réseau de transport. Tout près des fils, le champ électrique est très intense, ce qui provoque dans l'air à proximité une multitude de petites décharges électriques accompagnées d'un crépitement. Ce phénomène très local se produit à quelques centimètres des fils. L'effet couronne est amplifié par les précipitations. Les aspérités présentes sur les conducteurs sont des discontinuités naturelles propices à augmenter le champ électrique. Par temps humide, les gouttelettes d'eau présentes sur les conducteurs augmentent considérablement les aspérités, ce qui favorise l'ionisation de l'air. Ce phénomène est principalement observé au niveau des conducteurs soumis à des tensions très élevées.

4.3 .3. Calcul des pertes par effet joule :

Les pertes techniques de tous les éléments consommateurs d'énergie qui composent les réseaux de transport et de distribution (liaisons et postes de transformation), sont principalement les pertes par effet Joule (80 % des pertes sur le réseau de transport sont dues à l'effet Joule).

D'après notre stage à la direction de distribution d'El Bayadh il nous été confié deux ligne du transport HT (ligne EASC et ligne Mecheria) alimenté en même tension 60 KV ainsi que même source (centrale Naama)

✚ Longueur de ligne EASC : 113 km.

✚ Longueur de ligne MECHERIA : 39 km.

4.3 .3.1. Calcul de la résistance et la réactance de la ligne (60 KV) :

On a commencé notre calcul par le calcul de la résistance linéique et la réactance de la ligne 60 KV d'après les relations suivantes :

4.3 .3.1. 1. Calcul de la résistance de la ligne:

$$R = \frac{\rho.L}{S} , (\Omega) \dots \dots \dots (4.8)$$

R : La résistance linéique de la ligne (Ω)

ρ : La résistivité des lignes

➤ Pour : * Cuivre : $\rho = 28.24 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{KM}$.

*Aluminium: $\rho = 17.65 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{KM}$.

L : longueur de la ligne (KM)

S : La section des conducteurs

N.B : On rappelle l'expression de la résistance d'un conducteur cylindrique : Pour les lignes aériennes, le cuivre n'est pas utilisé car il est trop lourd ! On utilise des alliages aluminium – acier, plus légers, dont la résistivité est de l'ordre de $30 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{KM}$.

4.3 .3.1. 2. Calcule Réactance de la ligne:

$$\mathbf{X = x_0 \cdot L, (\Omega) \dots \dots \dots (4.9)}$$

Ou :

L : longueur de la ligne (KM)

$X_0 : 0.345$ (Données par SONALGAZ).

Les calculs sont données par le tableau suit :

Tableau 4.1 : Calcul de la résistance et la réactance de la ligne 60 kV

| Amont | Aval | Longueur (km) | Section (mm ²) | Qualité | Résistance (Ω) | Réactance (Ω) |
|--------------|----------|---------------|----------------------------|---------|----------------|---------------|
| THT NAAMA | EASC | 113 | 288 | Almelec | 11.770 | 38.985 |
| | MECHERIA | 39 | 288 | Almelec | 4.062 | 13.455 |

4.3 .4. Choix de l'emplacement de la centrale Naama :

En vertu d'une analyse bien détaillée sur les conditions de distribution pour les différentes régions (EASC, MECHERIA) ou le problème des pertes d'énergie était posée.

L'équation fonctionnelle que nous avons proposé détermine le centre de gravité de l'emplacement de la centrale de production ce qui diminue les pertes d'énergie électrique et minimise le cout de l'implantation de cette installation.

4.3 .4. 1. 1^{er} variante :

Dans la première variante on a essayé de déterminer l'emplacement de la centrale de Naama théoriquement par détermination des pertes joules et la distance sur les deux cas quand la perte joules les mêmes et différents, les deux arrivées de transformateur l'un de EASC et l'autre de MECHERIA ont les mêmes puissances nominales 80 MVA.

➤ **1^{er} cas perte $P_1 = P_2$**

4.3 .4. 1. 1. Détermination de distance D_t :

$$D_t = \frac{P_1 \cdot d_1 + P_2 \cdot d_2}{P_1 + P_2} \quad , \text{(KM)} \dots\dots\dots (4.10)$$

Ou :

D_t : Distance théorique de l'emplacement de la centrale (KM)

d_1 : Distance entre centrale Naama et poste source Mecheria (KM)

d_2 : Distance entre centrale Naama et poste source EASC (KM)

P_1 : Perte joules poste source Mecheria

P_2 : Perte joules poste source EASC

➤ **Calcul numérique :**

$$D_t = \frac{P_1 \cdot d_1 + P_2 \cdot d_2}{P_1 + P_2} \quad , \text{(KM)}$$

Avec $P_1 = P_2$

$$D_t = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad , \text{(KM)}$$

$$D_t = \frac{39 + 113}{2} = \frac{152}{2} = 76 \quad , \text{(KM)}$$

$D_t = 76 \text{ KM}$



Figure 4.1 : Emplacement de la central Naama en cas d'égalité des pertes $P_1 = P_2$

Sur le terrain en peu place la central de Naama au milieu de deux postes sources, mais pratiquement en peut pas avoir les mêmes pertes joules à cause de la déférence de consommations sur les deux postes sources Mecheria ;Easc.

➤ 2^{eme} cas $P_1 \neq P_2$

Dans le deuxième cas on a essayé de déterminer les pertes joule et la distance théoriquement quand les deux transformateur de poste source EASC et MECHERIA attendre sa puissance nominale 80 MVA et sa courant I_{Max} .

➤ **Perte joule active :**

Les pertes des joules actives sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta P_{ja} = 3 R * I^2 , (Kw)..... (4.10)$$

Ou:

R : Résistance de la ligne (Ω)

I : Courant de charge (A)

➤ **Perte joule réactive :**

Les pertes des joules réactifs sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta Q_{jr} = 3X * I^2 , (kvar) (4.11)$$

X : la réactance de la ligne

➤ **Perte joule totale :**

A partir des formules (4.10) et (4.10) on aura la relation suivante:

$$\Delta S_j = \sqrt{(\Delta P_{ja})^2 + (\Delta Q_{jr})^2} \dots\dots\dots(4.12)$$

D’après le formules et paramètres sus indiquées. On a calculé les pertes joules actives et les pertes joules réactives, ainsi que les pertes joules totale résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 4.2: Calcul des pertes joule totale :

| Poste Source | Distance (km) | Résistance (Ω) | Réactance (Ω) | Courant (A) | Perte active (Kw)*10 ³ | Perte réactive (Kvar)*10 ³ | Perte totale *10 ³ |
|--------------|---------------|----------------|---------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| EASC | 113 | 11.770 | 38.985 | 770 | 20.93*10 ³ | 69.34*10 ³ | 7.24*10 ⁴ |
| MECHRIa | 39 | 4.062 | 13.455 | 770 | 7.22*10 ³ | 23.93*10 ³ | 2.5*10 ⁴ |

4.3 .4. 1. 2. Détermination de distance DI_{Max} :

$$DI_{Max} = \frac{P_1 \cdot d_1 + P_2 \cdot d_2}{P_1 + P_2} , (KM) \dots\dots\dots(4.13)$$

Ou :

DI_{Max}: Distance théorique de l’emplacement de la centrale quand le transformateur attendre sa valeur maximale (KM)

d₁ : Distance entre poste THT et poste source Mecheria(KM)

d₂ : Distance entre poste THT et poste source EASC (KM)

P₁ : Perte joule poste source Mecheria

P₂ : Perte joule poste source EASC

➤ **Calcule numérique :**

$$DI_{Max} = \frac{P_1 \cdot d_1 + P_2 \cdot d_2}{P_1 + P_2}$$

$$DI_{Max} = \frac{(2.5 * 10^7 * 39) + (7.24 * 10^7 * 113)}{2.5 * 10^7 + 7.24 * 10^7} = 94$$

$$DI_{Max} = 94 (KM)$$

4.3.4.1.3. Détermination de la distance de poste source Mecheria à la centrale Naama :

$$D_{Mecheria} = (d_1 + d_2) - DI_{Max} \dots\dots\dots(4.14)$$

Ou:

$D_{Mecheria}$: Distance de poste source Mecheria à la centrale de Naama (KM)

$(d_1 + d_2)$: La somme de deux distances poste source EASC ; poste source Mecheria (KM)

DI_{Max} : Distance de poste source EASC à la centrale de Naama (KM)

$$D_{Mecheria} = 152 - 94 = 58 , (KM)$$

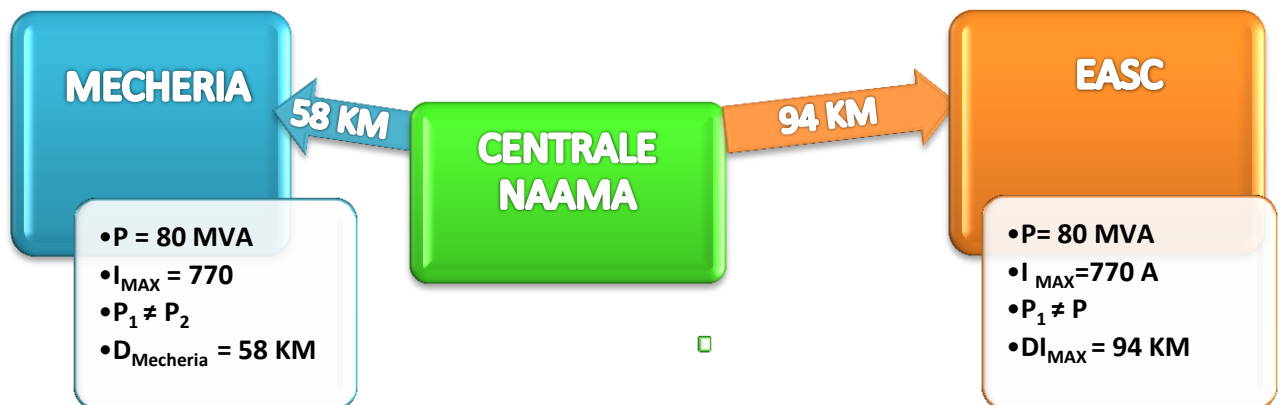


Figure 4.2 : Emplacement de la central Naama dans le cas de consommation maximal

4.3 .4. 2. 2^{eme} variante :

Dans la deuxième variante on a essayé de déduire l'emplacement de la centrale de Naama par rapport au deux poste source EASC et poste source MECHERIA pratiquement à l'aide des mesures des courants de charges et des puissances consommées essentiellement à l'heure pointe (20 :00)

4.3 .4. 2.1. Détermination de distance réelle D_r :

$$D_r = \frac{P_1 \cdot d_1 + P_2 \cdot d_2}{P_1 + P_2}, \text{ (KM) } \dots\dots\dots(4.15)$$

Ou :

D_r : Distance réelle de l'emplacement de la centrale Naama (KM)

d_1 : Distance entre centrale et poste source Mecheria (KM)

d_2 : Distance entre la centrale et poste source EASC (KM)

P_1 : Perte joule poste source Mecheria à 20 :00

P_2 : Perte joule poste source EASC à 20 :00

➤ **Calcule numérique :**

$$D_r = \frac{P_1 \cdot d_1 + P_2 \cdot d_2}{P_1 + P_2}$$

$$D_r = \frac{(19.12 \cdot 10^5 \cdot 39) + (8.35 \cdot 10^5 \cdot 113)}{19.12 \cdot 10^5 + 8.35 \cdot 10^5} = 61.5 \text{ KM}$$

$$D_r = 61.5 \text{ KM}$$

4.3 .4. 2.2. Détermination de la distance de poste source EASC à la centrale Naama :

$$D_{EASC} = (d_1 + d_2) - D_r, \text{ (km) } \dots\dots\dots(4.16)$$

D_{EASC} : Distance de poste source EASC à la centrale Naama (KM)

$(d_1 + d_2)$: La somme de deux distances poste source EASC ;poste source Mecheria (KM)

D_r : Distance de poste source EASC à la centrale Naama (KM)

$$D_{EASC} = 152 - 61.5 = 90.5 \text{ (KM)}$$



Figure4.3 : Emplacement de la central Naama dans le cas de consommation réel

4.4. Choix de l'emplacement de centrale Naama avec 2^{eme} variante :

D'après les déterminations des nouvelles longueurs de PS Mecheria (**61.5 km**), PS EASC (**90.5 Km**). On fait les calculs à la base de nouvelles valeurs :

4.4.1. Calcul de la résistance et la réactance de la ligne :

Le calcul de la résistance linéique des linéique des lignes et la réactance d'après les formules :

4.4.1.1 Calcul de la résistance de la ligne :

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}, (\Omega)$$

R : La résistance linéique de la ligne (Ω)

ρ : La résistivité des lignes.

L : longueur de la ligne (KM)

S : La section des conducteurs (mm^2)

4.4.1.2. Calcul de Réactance de la ligne :

Selon la formule suivante on détermine la réactance d'une ligne

$$X = x_0 \cdot L, (\Omega)$$

L : longueur de la ligne (KM)

X_0 : 0.345 (Données par SONALGAZ).

Les calculs sont données par le tableau suit :

Tableau 4.3 : Calcule de la résistance et la réactance de la ligne en heure pointe (20 :00)

| Amont | Aval | Longueur (km) | Section (mm ²) | Qualité | Résistance (Ω) | Réactance (Ω) |
|--------------|----------|---------------|----------------------------|---------|----------------|---------------|
| THT NAAMA | EASC | 90.5 | 288 | Almelec | 9.42 | 31.22 |
| | MECHERIA | 61.5 | 288 | Almelec | 6.40 | 21.21 |

On détermine maintenant les pertes joules actives et les pertes joules réactives à l'heure pointe, ainsi que les pertes joules totale :

➤ **Perte joule active :**

$$\Delta P_{ja} = 3 R * I^2, (kw)$$

Ou :

R : Résistance de la ligne (Ω)

I : Courant de charge Maximal (A)

➤ **Perte joule réactive :**

$$\Delta Q_{jr} = 3X * I^2, (Kvar)$$

X : la réactance de la ligne

I : Courant de charge Maximal (A)

➤ **Perte joule totale :**

$$\Delta S_j = \sqrt{(\Delta P_{ja})^2 + (\Delta Q_{jr})^2}$$

D'après le formules et paramètres sus indiquées. On a calculé les pertes joules actives et les pertes joules réactives à l'heure pointes, ainsi que les pertes joules totale résumées dans le tableau ci-après :

Tableau 4.4 : Calcul des pertes joule total ligne 60 KV à l'heure pointes (20.00)

| Poste Source | Distance (km) | Résistance (Ω) | Réactance (Ω) | Courant (A) | Perte active (KW)* 10^3 | Perte réactive (kvar)* 10^3 | Perte totale * 10^3 |
|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| EASC | 90.5 | 9.42 | 31.22 | 84.5 | $2.01 \cdot 10^2$ | $6.6 \cdot 10^2$ | $6.8 \cdot 10^2$ |
| MECHRIa | 61.5 | 6.4 | 21.21 | 213 | $8.7 \cdot 10^2$ | $28.8 \cdot 10^3$ | $30 \cdot 10^2$ |

Les calculés les pertes joules actives et les pertes joules réactives, ainsi que les pertes joules totale résumées dans le tableau comparatif ci-après :

Tableau 4.5: Comparaison des pertes joule total dans lignes Easc et Mecheria 60kv

| Arrivée transformateur | Longueur Ligne (Km) | Heure | Puissance (MVA) | Courant (A) | Perte active (KW)* 10^3 | Perte réactive (kvar)* 10^3 | Perte totale * 10^3 |
|------------------------|---------------------|--------|-----------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Poste source EASC | 113 | | 80 | 770 | $20.93 \cdot 10^3$ | $69.34 \cdot 10^3$ | $7.24 \cdot 10^4$ |
| | | 20 :00 | 8.77 | 84.5 | 252.12 | 835.08 | $8.72 \cdot 10^2$ |
| | 90.5 | | 80 | 770 | $16.75 \cdot 10^3$ | $55.53 \cdot 10^3$ | $5.8 \cdot 10^4$ |
| | | 20 :00 | 8.77 | 84.5 | $2.01 \cdot 10^2$ | $6.6 \cdot 10^2$ | $6.8 \cdot 10^2$ |
| | | | | | | | |
| Poste source MECHRIA | 39 | | 80 | 770 | $7.22 \cdot 10^3$ | $23.93 \cdot 10^3$ | $2.5 \cdot 10^4$ |
| | | 20 :00 | 22.10 | 213 | 552.86 | 1831.319 | $19 \cdot 10^2$ |
| | 61.5 | | 80 | 770 | $11.38 \cdot 10^3$ | $37.72 \cdot 10^3$ | $3.9 \cdot 10^4$ |
| | | 20 :00 | 22.10 | 213 | $8.7 \cdot 10^2$ | $2.88 \cdot 10^3$ | $30 \cdot 10^2$ |

D'après le tableau les pertes dans les lignes de transport dépendent très fortement de l'importance d'énergie qui doit transmettre les pertes actives qui surviennent.

A un faible chargement de la ligne, l'effet capacitif domine le réseau et les équipements réactifs connectés au réseau doivent absorber du réactif pour maintenir les tensions des lignes dans leur limites appropriées c'est le cas de la ligne PS EASC, par contre, dans le cas de forte charge, l'effet inductif devient dominant, les dispositifs doivent produire du réactif c'est le cas de PS Mecheria.

On observant que les pertes par effet joule diminuent en ligne Easc dans le nouvel emplacement du central par contre ils augmentent dans la ligne Mecheria ce qui nécessite une optimisation de la ligne.

4.5. Résoudre de problème par optimisation de la ligne :

Les pertes par effet joule en particulier peuvent être réduites en adaptant la tension et la section, une optimisation des lignes et des sections est donc une obligation.

Pour minimiser les pertes Joule dans la ligne et de pouvoir transiter de grandes puissances, le transport se fait avec une haute tension (220 kV) avec diamètre de conducteur égale 570 mm² de marque Almelec.

Le poste éleveur 10/220 KV à une puissance de 130 MVA.

4.5.1. Calcul des pertes par effet joule de la ligne 220 KV :

➤ **Perte joule active :**

$$\Delta P_{ja} = 3 R * I^2 , (KW)$$

Ou :

R : Résistance de la ligne (Ω)

I : Courant de charge Maximal (A)

➤ **Perte joule réactive :**

$$\Delta Q_{jr} = 3X * I^2 , (Kvar)$$

X : la réactance de la ligne

I : Courant de charge Maximal (A).

➤ Perte joule totale :

$$\Delta S_j = \sqrt{(\Delta P_{ja})^2 + (\Delta Q_{jr})^2}$$

Les calculé les pertes joules actives et les pertes joules réactives, ainsi que les pertes joules totale résumées dans le tableau comparatif ci-après :

Tableau 4.6: comparaison des pertes joule total dans lignes Easc et Mecheria

| Arrivée transformateur | Longueur Ligne (Km) | Tension (KV) | Puissance (MVA) | Courant (A) | Perte active (KW)*10 ³ | Perte réactive (kvar)*10 ³ | Perte totale (joule)*10 ³ |
|------------------------|---------------------|--------------|-----------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| EASC | 90.5 | 60 | 8.77 | 84.5 | 2.01*10 ² | 6.6*10 ² | 6.8*10 ² |
| | | 220 | 8.77 | 23 | 14.9 | 49.5 | 0.51*10 ² |
| MECHERIA | 61.5 | 60 | 22.10 | 213 | 8.7*10 ² | 2.88*10 ³ | 30*10 ² |
| | | 220 | 22.10 | 213 | 6.4 *10 ² | 2.1*10 ² | 2.2*10 ² |

Selon les résultats obtenu on a remarqué que les pertes dans les lignes respectivement poste source Easc et poste Mecheria diminue en augmentant la tension d'alimentation, en peu retenir que les pertes par effet joule sur les lignes diminue environ 8 %..

Les pertes ont été exprimées en % par rapport à l'énergie par les consommations, ces pertes représentées 7 % de la consommation.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a déterminé l'emplacement de la centrale de la wilaya de Naama à l'aide d'une méthode mathématique (centre de gravité) et refaire une optimisation de la ligne tout en adaptant la tension d'alimentation et pour le but de diminuer les pertes par effet joule et obtenu un résultat acceptable.



Conclusion

Générale

جامعة العربي التبسي - تبسة

Universite Arbi Tebessi - Tebessa

Conclusion Générale :

Le but essentiel de cette travail est de minimisée les pertes dans les installations de production et du transit d'électricité.

1) nous avons récoltée une documentation suffisante sur la production et le transit d'énergie afin d'obtenir un choix optimal sur l'emplacement de la centrale de production ainsi que le choix de la tension pour réduire les pertes

2) nous avons utilisé la méthode de centre de gravité, on a pu trouver l'emplacement économique de la centrale de production pour les déférentes régions (EASC, MECHERIA)

Variante 1 :

Perte $P_1 = P_2$ AVEC Puissance installée 80 MVA, Courant 770 A.

Distance EASC: 76 KM.

Distance MECHERIA: 76 KM.

Variante 2 :

Perte $P_1 \neq P_2$ AVEC Puissance installée 80 MVA, Courant 770 A.

Distance EASC: 94 KM.

Perte effet joule EASC: $7.24 \cdot 10^7$

Distance MECHERIA: 58 KM

Perte effet joule MECHERIA: $2.5 \cdot 10^7$

Variante 3 :

Puissances consommées à l'heure pointe :

Distance EASC: 90.5 KM.

Perte effet joule EASC: $6.8 \cdot 10^5$

Distance MECHERIA: 61.5 KM

Perte effet joule MECHERIA: $30 \cdot 10^5$

Finalement on a comparé les différents résultats de ces trois variantes, on a opté la

Variante 3 dont les résultats sont : Distance EASC: 90.5 KM., distance MECHERIA: 61.5 KM

3) parmi les méthodes de réduction des pertes, l'élévation de la tension joue un rôle très important sur l'amélioration de la qualité d'énergie :

Pour notre cas l'élévation de la tension :

Tension initial : 60 KV.

Tension proposée : 220 KV.

- Ligne EASC :

Perte effet joule : $6.8 \cdot 10^5$

Perte effet joule : $0.51 \cdot 10^5$.

$\Delta P = 8 \%$.

- Ligne MECHERIA :

Perte effet joule : $30 \cdot 10^5$

Perte effet joule : $2.2 \cdot 10^2$

$\Delta P = 7 \%$.



Bibliographie

جامعة العربي التبسي - تبسة
Universite Arbi Tebessi - Tebessa

Bibliographie

- [1] OLOULADE Arouna , Contribution à l'étude de la stabilité des alternateurs raccordés au réseau interconnecté de la CEB : application au cas des alternateurs de la centrale de Nangbéto
- [2] Mme Souad Chebbi, Production - Transport et Distribution d'Energie : Notions de base sur les réseaux électriques, Université Virtuelle de Tunis,
- [3] SONALGAZ site : <http://www.sonelgaz.dz/> .
- [4] Rezig Missoum, Etude d'un dispatching économique des puissances actives par les algorithmes Fourmis, thèse de Magistère en Electrotechnique, Université chlef ,Algerie ,2008
- [5] Archivage de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh,Service Division technique électricité DTE .
- [6] Archivage de la direction de distribution d'électricité d'El Bayadh,Service Exploitation d'électricité SEE.
- [7] Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable, PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE, www.oocities.org
- [8] wilbi. Théodore, Electrotechnique, Ed, Eyrolles, Paris, 1979
- [9] Université catholique de Louvain ;perso.uclouvain ;le 17/03/2016
- [11]www.geea.org.pagesperso-orange.fr le 15/03/2016
- [10] Bechinia Issam, Etude Identification des éléments d'une centrale électrique thermique Approche multi-modèle ,thèse de Magistère en Automatique Industriel, Université Badji Mokhtar, Annaba ,algerie.