



وزارة البحث العلمي والتعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPEREUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
كلية العلوم و التكنولوجيا
Faculté des Sciences et de la Technologie
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE



N° d'ordre : M...../Ge/2019

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de

MASTER EN GENIE ELECTRIQUE

Option : Electrotechnique industriel

Par

BOUCHEBOUBA Cherif Chawki

BENATTIA Houria

Etude et dimensionnement électrique du nouveau site de la câblerie algérienne

Soutenu le

04/07/ 2019 devant le jury composé de :

| | | | |
|-------------------|----------------|-----|--------------------------|
| Président : Mme | BECHIRI Fatiha | MCB | Université de Mostaganem |
| Examineur : Mr | CHAOUACH .A | MCB | Université de Mostaganem |
| Examinatrice :Mme | REZINI Saliha | MCB | Université de Mostaganem |
| Rapporteur :Mme | GHOMRI Leila | MCB | Université de Mostaganem |

Année Universitaire 2018/2019

REMERCIEMENTS

En premier le lieu nous tenons à remercier M^{me} GHOMRI Leila, Docteur au département de génie électrique de l'université de Mostaganem, en sa qualité de directrice de thèse qui nous a bien guidé tout au long de l'élaboration de notre travail et qui a fait preuve d'un soutien amical à notre égard.

Ensuite nous adressons nos remerciements à Messieurs les membres du jury de bien avoir voulu examiné notre travail.

Aussi, nous adressons notre reconnaissance à M^r BENDHIBA Bouziane, pour son dévouement et son aide précieuse au cours de notre stage à la câblerie.

Sans oublier nos parents de leurs continuels encouragements tout au long de nos parcours universitaires.

Pour finir nous remercions toutes personnes ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Résumé

Le travail effectué dans cette thèse représente une étude et dimensionnement d'une installation électrique d'un nouveau site de production de la câblerie algérienne.

Dans notre étude nous sommes passés, d'abord, par la méthode classique en calculons le bilan de puissances qui nous a permis de bien dimensionner et de choisir le type de transformateur. Ensuite, pour faciliter les différentes étapes de calcul, et afin d'avoir les résultats dans un temps plus restreint, nous avons opté pour la méthode numérique. Elle a été réalisée au moyen du logiciel «ECODIAL» qui s'est avéré être très efficace puisque non seulement il fournit tous les calculs détaillés, mais de plus, il fournit à l'utilisateur une proposition du choix des appareillages les plus adéquats.

ملخص

في دراستنا، يمثل العمل المنجز في هذه الرسالة دراسة وأبعاد التركيب الكهربائي لموقع إنتاج جديد للكابلات الجزائري مررنا أولاً بالطريقة الكلاسيكية من خلال حساب توازن الطاقة الذي سمح لنا بالحجم الجيد واختيار نوع المحول. بعد ذلك، لتسهيل المراحل المختلفة للحساب، ولكي نحصل على النتائج في فترة زمنية محدودة، اخترنا الطريقة العددية. تم ، الذي أثبت أنه فعال للغاية لأنه لا يوفر فقط جميع الحسابات التفصيلية، ولكنه "ECODIAL" تنفيذه باستخدام برنامج يوفر أيضًا للمستخدم اختيارًا من أنسب المعدات

Abstract

The work done in this thesis represents a study and dimensioning of an electrical installation of a new production site of the Algerian cable.

In our study, we first went through the classical method by calculating the power balance that allowed us to size well and choose the type of transformer. Then, to facilitate the different stages of calculation, and in order to have the results in a more limited time, we opted for the numerical method. It was carried out using the "ECODIAL" software, which proved to be very efficient since it not only provides all the detailed calculations, but also provides the user with a choice of the most suitable equipment.

Sommaire

| | | |
|----------|---|----|
| I. | INTRODUCTION GENERALE:..... | 5 |
| 1. | CHAPITRE 01:Présentation de la câblerie Groupe Industriel..... | 6 |
| | SIDI BENDHIBA | 6 |
| 1.1. | Situation géographique de l'entreprise [GISB]: | 6 |
| 1.2. | Historique du GISB: | 6 |
| 1.3. | Organigramme: | 7 |
| 1.4. | Les principales caractéristiques d'un câble: | 7 |
| 1.5. | Le cuivre :..... | 7 |
| 1.6. | Aluminium : | 8 |
| 1.7. | Les étapes de fabrication d'un conducteur électrique : | 8 |
| 1.7.1. | Le tréfilage : | 8 |
| 1.7.2. | Le câblage: | 8 |
| 1.7.3. | L'isolation:..... | 9 |
| 1.8. | Conclusion:..... | 9 |
| 2. | CHAPITRE 02: Architecture du réseau de la câblerie algérienne. | 11 |
| 2.1. | Différents types de réseaux électriques: | 11 |
| 2.1.1. | Réseaux de transport et d'interconnexion: | 11 |
| 2.1.2. | Réseaux de répartition :..... | 11 |
| 2.1.3. | Réseaux de distribution : | 11 |
| 2.1.3.1. | <i>Réseaux de distribution à moyenne tension</i> : | 12 |
| 2.1.3.2. | <i>Réseaux de distribution à basse tension</i> : | 12 |
| 2.2. | L'alimentation en moyenne tension:..... | 13 |
| 2.2.1. | Différent types d'alimentation HTA(MT) :..... | 14 |
| 2.2.1.1. | <i>Raccordement sur un réseau radial MT (Simple dérivation)</i> : | 14 |
| 2.2.1.2. | <i>Raccordement sur une boucle MT(Coupure d'artère)</i> :..... | 14 |
| 2.2.1.3. | <i>Raccordement sur deux câbles MT en parallèle (double dérivation)</i> | 15 |
| 2.2.2. | La cellule de comptage: | 16 |
| 2.2.3. | Cellules moyennes tension 36KV ou 24KV :..... | 16 |
| 2.3. | Poste de livraison de SITE 2 : | 17 |
| 2.4. | Poste de livraison de SITE 1A :..... | 18 |
| 2.5. | Poste de livraison de CVLINE : | 19 |
| 2.6. | Poste de livraison de SITE 1B :..... | 19 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.7. | Conclusion:..... | 20 |
| 3. | CHAPITRE 03: Les postes MT/BT..... | 21 |
| 3.1. | Rôle d'un poste <i>MT/BT</i> :..... | 21 |
| 3.2. | Définition d'un poste:..... | 21 |
| 3.2.1. | Le type d'alimentation:..... | 21 |
| 3.2.2. | Le type de comptage:..... | 22 |
| 3.3. | Les différents régimes du neutre:..... | 22 |
| 3.4. | Catégories des postes MT/BT :..... | 23 |
| 3.4.1. | Poste sur poteau :..... | 23 |
| 3.4.2. | Poste sous enveloppe préfabriqué :..... | 24 |
| 3.4.3. | Poste maçonne :..... | 25 |
| 3.4.3.1. | <i>Poste de distribution publique (DP)</i> :..... | 25 |
| 3.4.3.2. | <i>Poste livraison à comptage BT ($S \leq 630$ KVA)</i> :..... | 25 |
| 3.4.3.3. | <i>Postes livraison à comptage MT ($S > 630$ KVA)</i> :..... | 26 |
| 3.5. | Structures des postes de distribution publiques:..... | 27 |
| 3.5.1. | Détecteur de courant de défaut pour réseaux MT souterrains :..... | 27 |
| 3.5.2. | Transformateur de distribution MT/BT :..... | 28 |
| 3.5.3. | Disjoncteur BT :..... | 28 |
| 3.5.4. | Câbles MT et BT :..... | 28 |
| 3.5.5. | Fusibles :..... | 28 |
| 3.5.6. | Matériel de sécurité :..... | 29 |
| 3.6. | Conclusion :..... | 30 |
| 4. | CHAPITRE 04 : Dimensionnement de l'installation électrique..... | 31 |
| 4.1. | Introduction:..... | 31 |
| 4.2. | Détermination des puissances:..... | 31 |
| 4.2.1. | Puissance installée:..... | 31 |
| 4.2.2. | Puissance utilisée:..... | 31 |
| 4.2.2.1. | <i>Facteur d'utilisation: K_u</i> | 31 |
| 4.2.2.2. | <i>Facteur de simultanéité: K_s</i> | 32 |
| 4.2.2.3. | <i>Facteur d'extension: K_e</i> | 32 |
| 4.2.3. | Calcul des puissances :..... | 33 |
| 4.2.3.1. | <i>Calcul de la puissance installée du site câble téléphonique</i> | 33 |
| 4.2.3.2. | <i>Calcul de la puissance installée du site Maghreb lampe:</i> | 34 |
| 4.2.3.3. | <i>Calcul de la puissance d'utilisation:</i> | 35 |

| | |
|---|----|
| 4.2.3.3.1. Puissance utile d'une charge P_{ui} : | 35 |
| 4.2.3.3.2. Puissance utile dans une branche P_{uj} : | 35 |
| 4.2.3.3.3. Puissance utile dans une branche P_{uT} : | 35 |
| 4.2.4. Détermination de la Charge totale et du facteur de puissance : | 38 |
| 4.3. Choix et dimensionnement du transformateur : | 39 |
| 4.3.1. Rapport de transformation: | 39 |
| 4.3.2. Le courant au secondaire: | 39 |
| 4.3.3. Courant primaire: | 40 |
| 4.4. Compensation de l'énergie réactive: | 40 |
| 4.4.1. Le facteur de puissance: : | 40 |
| 4.4.2. L'amélioration du facteur de puissance: : | 41 |
| 4.4.3. Les différents types de compensation: : | 42 |
| 4.4.4. Calcul de la puissance des condensateurs de compensation: | 42 |
| 4.4.4.1. Les harmoniques: | 43 |
| 4.4.4.2. La protection des condensateurs: : | 43 |
| 4.4.4.3. Exemples de matériel: : | 43 |
| 4.5. Calcul des valeurs de capacités des condensateurs: : | 43 |
| 4.5.1. En monophasé: : | 43 |
| 4.5.2. En triphasés: : | 44 |
| 4.5.2.1. Montage triangle: : | 44 |
| 4.6. Calcul des batteries de compensation pour le TGBT : | 44 |
| 4.7. Les avantages de sous station: : | 45 |
| 4.8. La sous-station du SITE 3 : | 46 |
| 4.9. Méthode numérique: : | 47 |
| 4.9.1. Présentation du logiciel: : | 47 |
| 4.9.2. Utilité du logiciel ECODIAL: : | 48 |
| 4.9.3. Description de l'interface graphique du logiciel: | 48 |
| 4.9.4. Méthode de calcul: : | 48 |
| 4.9.4.1. Définition des caractéristiques électriques générales du réseau: : | 49 |
| 4.9.4.2. Réalisation du schéma unifilaire: : | 49 |
| 4.9.4.3. Introduction des caractéristiques des éléments du schéma: : | 50 |
| 4.10. Etape pratique: : | 50 |
| 4.10.1. Le schéma unifilaire du TGBT: : | 50 |
| 4.10.2. Proposition du logiciel « ECODIAL»: | 51 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.11. | Estimation du coût de l'installation électrique: | 52 |
| 4.12. | Le schéma proposé:..... | 53 |
| 4.13. | Conclusion:..... | 54 |
| II. | CONCLUSION GENERALE :..... | 55 |

I. INTRODUCTION GENERALE:

Une entreprise est une unité économique, juridiquement autonome, organisée pour produire des biens ou des services pour le marché. L'installation électrique d'une entreprise est un ensemble cohérent de circuits électriques, d'appareillages électriques. Cette étape dont l'installation d'une entreprise est primordiale. En effet, l'économie future de l'entreprise repose sur une installation dont la consommation devra être optimale. L'étude est faite par un bureau d'étude ou une entreprise d'installation et de maintenance en électricité.

Chaque installation électrique est composée d'un tableau électrique, un compteur électrique, d'un disjoncteur, de câbles, de gaines, prises et interrupteurs.

Effectuer une installation électrique que ce soit pour une nouvelle construction ou pour une rénovation, revient toujours à un tarif assez élevé qu'il est important de surveiller. En effet, les différentes étapes d'une installation de ce genre comportent plusieurs segments, plusieurs étapes qui peuvent se chiffrer rapidement, mais sur lesquelles il est possible d'avoir un pouvoir de contrôle. Pour que cette installation puisse se faire correctement, il faut impérativement effectuer un bilan de puissances qui permettra par la suite le dimensionnement des différents appareillages du réseau électrique. Toutefois, plus l'exactitude du dimensionnement est présente, plus le coût de ce dernier est en hausse. Cependant, un certain nombre d'incidents reste inévitable malgré toutes les précautions employées, tels que : surtension, coups de foudres, surcharges, fausses manœuvres, vieillissement des isolants.

Par ailleurs, il est très important de protéger tous les appareillages dans une installation électrique. La sélectivité des protections des disjoncteurs existants avec ceux introduits dans la nouvelle installation doit être menée minutieusement afin de satisfaire les conditions de continuité de service, la protection du personnel et des ouvrages de l'entreprise.

Le travail présenté dans ce mémoire représente, en premier lieu, une synthèse sur l'installation électrique de l'usine de câblerie algérienne, réalisée suite à un stage effectué au sein de cette dernière. Un relevé de l'état de l'installation du réseau électrique a été accompli et stipule que le réseau est composé de cinq sites dont un est en cours de construction.

Par la suite, nous nous sommes particulièrement intéressés à l'alimentation du nouveau site en cours de construction. La problématique de notre travail est braquée vers la réalisation de l'étude électrique concernant l'alimentation du nouveau site de production. Pour compléter notre travail, il serait plus judicieux de repenser la configuration globale du réseau entier de la câblerie.

1. CHAPITRE 01:Présentation de la câblerie Groupe Industriel SIDI BENDHIBA

1.1. Situation géographique de l'entreprise [GISB]:

GISB (GROUPE INDUSTRIEL SIDI BENDEHIBA) est un groupe industriel diversifié implanté dans la zone d'activité de MESRA, Wilaya de Mostaganem, GISB a su profiter d'avantages géographique: une implantation dans une ville portuaire à proximité du port de Mostaganem (à 15 minutes) et à 45 km du port d'Oran.



Figure 1: Localisation géographique du GISB.

1.2. Historique du GISB:

Le groupe industriel GISB opère dans le domaine de l'énergie depuis 2009. Il est composé de deux filiales : CISB (CABLERIE SIDI BENDEHIBA) dont l'activité principale est la production et la commercialisation des câbles électriques (basse, moyenne et haute tension) de haute qualité afin de répondre aux besoins du marché national et international.

Maghreb Transfo, quant à elle, est une unité de fabrication de transformateurs électriques. Son savoir-faire lui permet d'usiner une grande variété d'appareils : transformateur de distribution, transformateur de type sec, transformateur monophasé, transformateur avec cabine et transformateur de type spéciale. Avec le plus important investissement en Algérie et au Maghreb.

1.3. Organigramme:

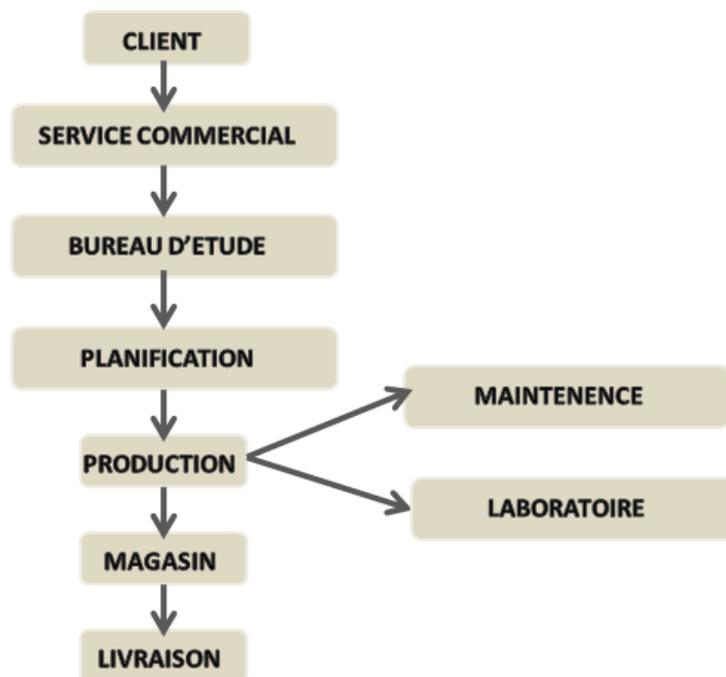


Figure 2: Organigramme de l'organisation de l'entreprise.

1.4. Les principales caractéristiques d'un câble:

- **Une classe de température :** Tout au long de sa vie, le câble est soumis à des températures internes et externes qu'il doit supporter (passage de courant dans le fil, proximité du moteur, ...etc.). Il faut donc que l'isolant puisse résister dans le temps à ces températures.
- **Une section :** Elle est définie en fonction de la résistance électrique souhaitée. Plus sa section est importante, plus le conducteur pourra transmettre de la puissance. Les équipes de dimensionnement calculent ensuite au plus juste ces sections pour limiter le poids, le volume et le coût des fils dans le faisceau électrique.
- **Un diamètre :** Afin de pouvoir être monté dans des connecteurs, le fil doit répondre aux dimensions prescrites par le constructeur tout en répondant aux critères de souplesse que nécessite ensuite l'assemblage des fils en faisceaux puis le montage dans le véhicule.

1.5. Le cuivre :

Le métal le plus utilisé pour faire des fils et câbles électriques, car il a une excellente conductivité électrique. On l'utilise soit en fil de section cylindrique monobrin (rigide), soit en

section cylindrique mais multibrins ou (souple). Pour le rendre plus souple, il est utilisé en alliage avec d'autres métaux. Le fil de cuivre est protégé soit :par une pellicule de vernis, quand on utilise pour la fabrication des bobinage, transformateur, électroaimant, soit par une couche de plastique colorée, dans la majorité des autres cas. Ces protections assurent l'isolation tout en ne gênant pas la mise en forme des fils dit « rigides ».

1.6. Aluminium :

Bonne conductivité, métal léger, moyennement malléable. L'aluminium est souvent utilisé dans le transport d'électricité de grande puissance lorsque la section du câble et sa longueur élimine le cuivre, à cause de sa masse spécifique plus élevée. Il est exclusivement utilisé en âmes à brins multiples, du fait des sections enjeux et de sa relative rigidité. Sa relative facilitée de casse lors de torsions et de manipulations le rend indésirable en milieu domestique .Il est utilisé à la place du cuivre dès que la contrainte de poids devient importante (aéronautique, conquête spatiale...etc.).

1.7. Les étapes de fabrication d'un conducteur électrique :

1.7.1. Le tréfilage :

La première étape de la fabrication d'un conducteur est le tréfilage, il consiste à réduire le diamètre du fil (cuivre, aluminium, almélec) de manière progressive jusqu'au diamètre final souhaité. Le cuivre arrive de la fonderie au SITE 2 sous forme de bobines de fil de 8 mm de diamètre.

La première étape du tréfilage est appelée dégrossissage. Dans cette étape ,le fil machine ,sous forme de bobines et est posé sur un dévidoir. Il est enroulé sur un ou des cabestans, qui, par frottement, exercent une traction sur lui. Il passe ensuite, dans une filière, en amont du cabestan, qui lui impose une déformation par réduction des section. La filière est abondamment lubrifiée, pour assurer le maintien d'un bon état de surface du fil métallique et pour assurer le refroidissement et contrer l'échauffement provoqué par écrouissage du métal. A partir de ce fil de *2mm* on entre dans le tréfilage fin ou le diamètre du fil est réduit jusqu'à ce qu'il devienne un brin très fin. Dans la dernière étape de tréfilage fin, tous les fils sont soumis à un traitement thermique appelé recuit. Le but est d'augmenter la ductilité et la conductivité du cuivre.

1.7.2. Le câblage:

Le câblage est la deuxième étape, il consiste a regroupé les fils de cuivre recuit afin de formé les conducteur.



Figure 3: Câble électrique.

1.7.3. L'isolation:

Dans cette étape nous allons recouvrir le câble par une enveloppe isolante afin de l'isoler et le protéger contre les contacts direct et indirect.

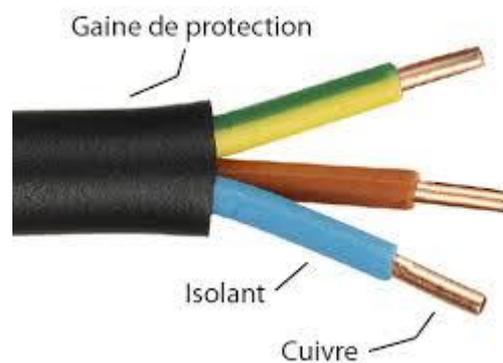


Figure 4: Câble isolé.

1.8. Conclusion:

L'usine de la câblerie algérienne est composée de :

- SITE 1A est alimenté par deux transformateurs de 1000kva plus un autre transformateur de 630kva.
- SITE 1.B est alimenté par quartes transformateur de 1250kva.
- SITE 2 est alimenté par 3 transformateur de 1000kva.
- CV-LINE est alimenté par un transformateur de 1000kva et un autre de 630kva. Et deux ateliers prévus dans un nouveau sites téléphonique et Maghreb lompe qui sont

en cour de construction, dans le chapitre suivant on va voir l' Architecture du réseaux de la câblerie.

2. CHAPITRE 02: Architecture du réseau de la câblerie algérienne.

2.1. Introduction :

L'architecture d'un réseau de distribution électrique moyenne tension (MT ou HTA) est plus ou moins complexe suivant le niveau de tension, la puissance demandée et la sûreté d'alimentation requise

2.2. Différents types de réseaux électriques:

Les réseaux électriques sont partagés en trois types:

2.2.1. Réseaux de transport et d'interconnexion:

Les réseaux de transport et d'interconnexion ont principalement pour mission : De collecter l'électricité produite par les centrales importantes et de l'acheminer par grand flux vers les zones de consommation (fonction transport), De permettre une exploitation économique et sûre des moyens de production en assurant une compensation des différents aléas (fonction interconnexion), La tension est 150 kv , 220 kv et dernièrement 420 kv , Neutre directement mis à la terre, Réseau maillé.

2.2.2. Réseaux de répartition :

Les réseaux de répartition ou réseaux Haute Tension ont pour rôle de répartir, au niveau régional, l'énergie issue du réseau de transport. Leur tension est supérieure à 63 kv selon les régions. Ces réseaux sont, en grande part, constitués de lignes aériennes, dont chacune peut transiter plus de 60 MVA sur des distances de quelques dizaines de kilomètres. Leur structure est, soit en boucle fermée, soit le plus souvent en boucle ouverte, mais peut aussi se terminer en antenne au niveau de certains postes de transformation. Ces réseaux alimentent d'une part les réseaux de distribution à travers des postes de transformation HT/MT et, d'autre part, les utilisateurs industriels dont la taille (supérieure à 60 MVA) nécessite un raccordement à cette tension. La tension est 90 KV ou 63 KV , neutre à la terre par réactance ou transformateur de point neutre.

2.2.3. Réseaux de distribution :

Les réseaux de distribution commencent à partir des tensions inférieures à 63 KV et des postes de transformation HTB/HTA avec l'aide des lignes ou des câbles moyenne tension jusqu'aux postes de répartition HTA/HTA. Le poste de transformation HTA/BTA constitue le dernier maillon de la chaîne de distribution et concerne tous les usages du courant électrique.

2.2.3.1. Réseaux de distribution à moyenne tension :

- HTA (30KV et 10KV le plus répandu).
- Neutre à la terre par une résistance.
- Limitation à 300A pour les réseaux aériens.
- Limitation à 1000A pour les réseaux souterrains.
- Réseaux souterrains en boucle ouverte.

2.2.3.2. Réseaux de distribution à basse tension:

- BTA (200V/400V).
- Neutre directement à la terre.
- Réseau de type radia.
- Maillé et bouclé.

La figure ci-dessus représente le schéma illustré d'un réseau électrique montrant que l'électricité est produite, transportée et distribuée à des niveaux de tensions différents.

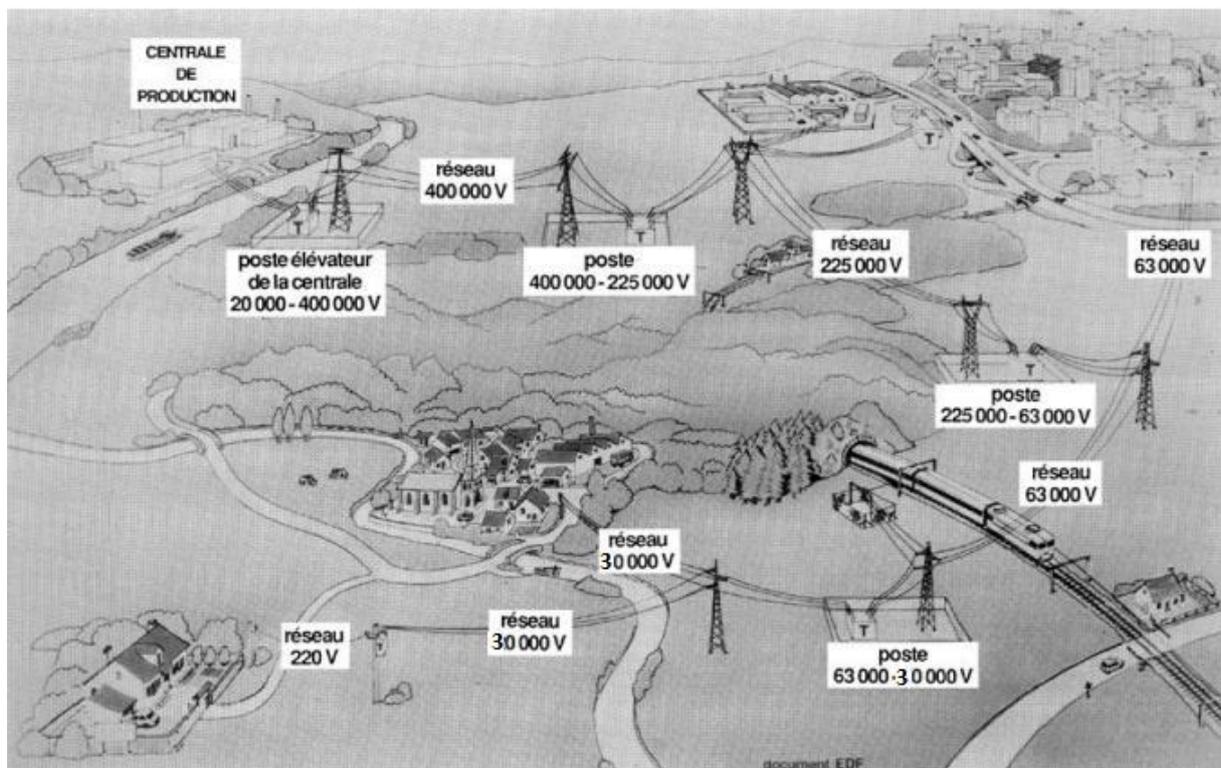


Figure 5: Cycle d'énergie à différents niveaux de tension.

La figure ci-dessus représente - Architecture générale de réseaux d'énergies électrique en Algérie

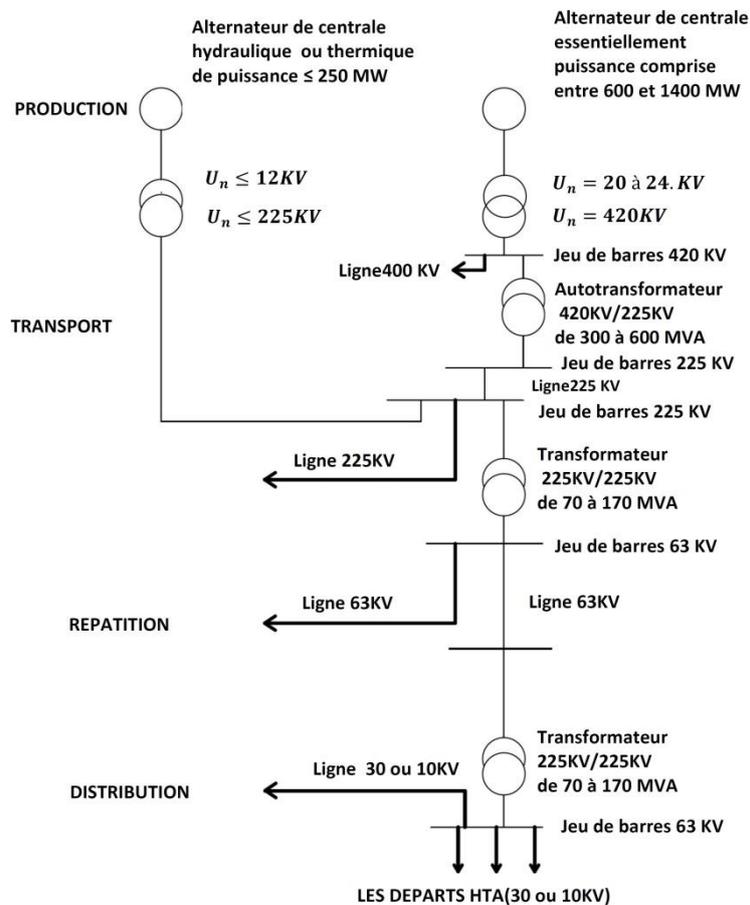


Tableau 1: Tableau des domaines de tension.

| Domaines de tension | | Valeur de la tension composée nominale $U_n[V]$ | |
|--------------------------|-----------|---|---------------------------|
| | | Tension alternative | Tension continue |
| Très basse tension (TBT) | | $U_n \leq 50$ | $U_n \leq 120$ |
| Basse tension (BT) | BTB | $50 < U_n \leq 500$ | $120 < U_n \leq 750$ |
| | BTB | $500 < U_n \leq 1000$ | $750 < U_n \leq 1500$ |
| Haute tension (HT) | HTA ou MT | $1000 < U_n \leq 50\ 000$ | $1500 < U_n \leq 75\ 000$ |
| | HTB | $U_n > 50\ 000$ | $U_n > 75\ 000$ |

2.3. L'alimentation en moyenne tension:

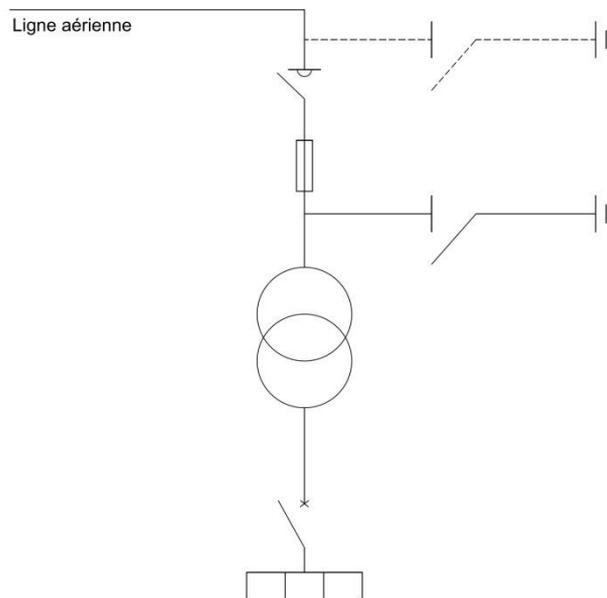
Le terme moyenne tension *MT* est habituellement utilisé pour désigner les réseaux de distribution de tension supérieure à 1KV et allant généralement jusqu'à 50KV. Pour des

raisons techniques et économiques, la tension nominale des réseaux de distribution dépasse rarement 30KV

2.3.1. Différent types d'alimentation HTA(MT):

2.3.1.1. Raccordement sur un réseau radial MT (Simple dérivation):

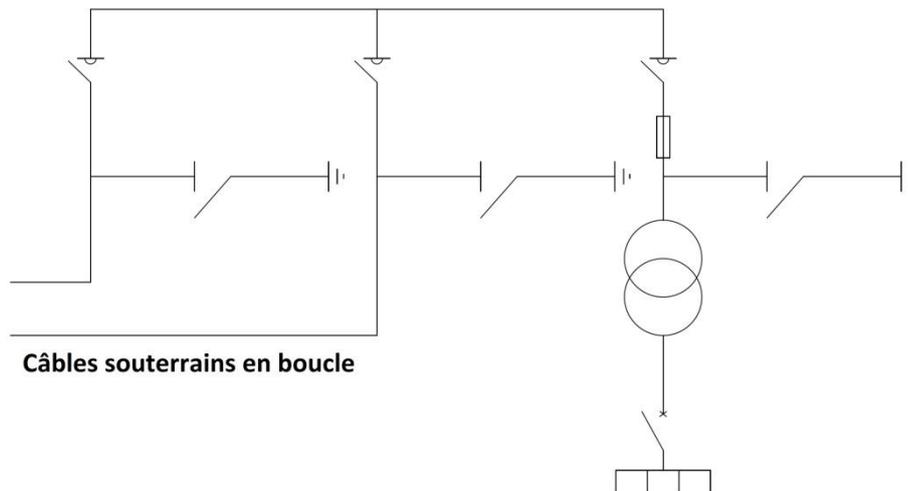
Le poste est alimenté par une dérivation du réseau radial (aérien ou câble), aussi appelé réseau en antenne, de distribution moyenne tension. Ce type réseau permet une alimentation unique. Le poste comporte, en règle générale, une cellule arrivées et protection générale par interrupteur-sectionneur et fusible avec des sectionneurs de mise à la terre, comme indiqué sur la *Figure .7.*



- Avantage : Coût minimal.
- Inconvénient : Disponibilité faible, de plus, ce type de réseau ne peut assurer une bonne continuité de service, du fait qu'un incident ou une coupure entraîne la mise hors tension de celui-ci sans aucune possibilité de réalimentation de secours.

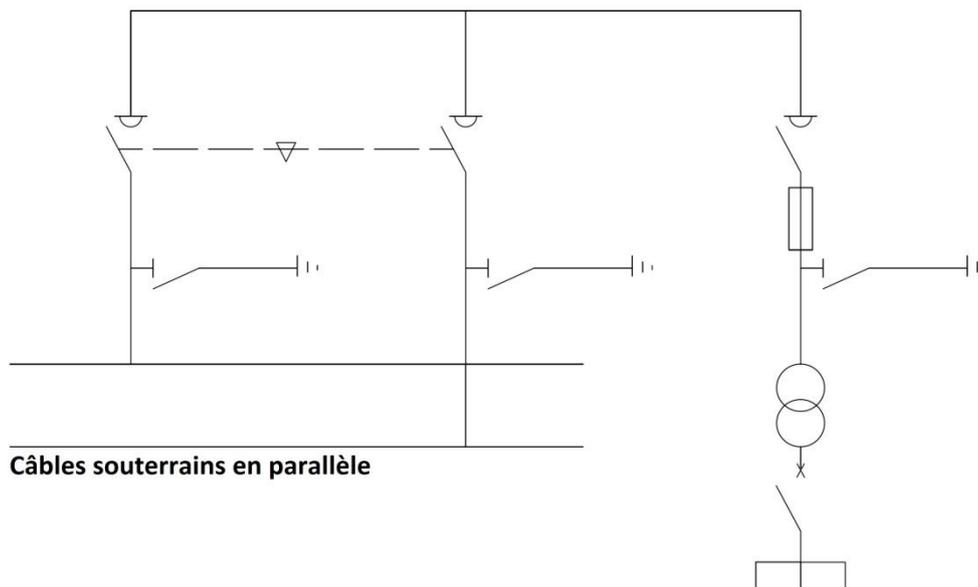
2.3.1.2. Raccordement sur une boucle MT(Coupure d'artère) :

L'alimentation du poste est insérée en série sur la ligne du réseau de distribution moyenne tension en boucle, et permet le passage du courant de la ligne via un jeu de barres. Ce type de raccordement permet deux alimentations possibles pour les récepteurs. Le poste comporte deux arrivées avec interrupteur-sectionneur, inséré sur la boucle et connecté à un jeu de barres. Ces appareillages sont équipés de sectionneurs de mise à la terre.



2.3.1.3. Raccordement sur deux câbles MT en parallèle (double dérivation) :

Alimentation par l'un ou l'autre des deux câbles souterrains en parallèle. La principale différence avec le poste en coupure d'artère est que les deux interrupteurs-sectionneurs sont inter-verrouillés de façon à ce qu'un seul d'entre eux puisse être fermé à la fois. Sa fermeture interdisant celle de l'autre interrupteur. En cas de perte de l'alimentation, l'interrupteur d'arrivée correspondant doit être ouvert et l'inter-verrouillage doit permettre de fermer l'interrupteur qui était ouvert. La protection est assurée par interrupteur fusible ou disjoncteur et sectionneur.



- **Avantage :** Cette structure est bien adaptée aux réseaux étendus avec des extensions futures limitées et nécessitant une très bonne disponibilité.
- **Inconvénients :** coût important.

2.3.2. La cellule de comptage:

La norme *NFC 13 – 100* définit le poste *HTA* à comptage *HTA* par :une tension 1 à 33KV (valeur usuelle 20KV), soit un seul transformateur de courant secondaire assigné supérieur à 2000A (soit en pratique une puissance $P > 1250 \text{ kVA}$), soit plusieurs transformateurs. Le courant de appareillage MT est en général inférieur à 400A.

Dans le cas d'un transformateur unique, la valeur minimale 2000A impose, selon les tensions, une puissance minimale normalisée du transformateur de :

$$\left\{ \begin{array}{l} 1600 \text{ KVA en } 20\text{KV}. \\ 1250 \text{ KVA en } 15\text{KV}. \\ 1000 \text{ KVA en } 10\text{KV}. \\ 630 \text{ KVA en } 5,5\text{KV}. \end{array} \right.$$

Les postes de distribution publique comprennent :

- Une cellule arrivée (réseau) *IM*.
- Une cellule départ (réseau) *IM*.
- Une cellule protection du transformateur par fusibles *PM* ou *QM*.
- Détecteur de défaut pour réseaux *MT* souterrains.
- Disjoncteur *BT* (tableau de distribution publique).
- Transformateur abaisseur de puissance 100,160, 250, 400,630 KVA.
- Cellule transformateur.
- Matériel de sécurité.
- Boîtes de déflecteur.
- Boîtes d'extrémités extérieures et intérieures.
- Câble *MT* avec cosses.
- Câble *BT* avec cosses.
- Fusibles de rechange.

2.3.3. Cellules moyennes tension 36KV ou 24KV :

Les appareils (disjoncteurs, interrupteurs, jeu de barres sectionneurs, ... etc.) sont intégrés dans des enveloppes métalliques qui facilitent l'installation et l'exploitation en toute sécurité des personnes, ces enveloppes sont appelés cellules. Ils permettent de réaliser la partie *MT* des postes de transformation *MT/BT* de distribution publique, spécifique ou de répartition *MT* jusqu'à 36KV .Les différentes cellules de la gamme *SM6* de Schneider Electric 36 ou 24KV entrant dans la composition des postes de transformation *MT/BT* sont:

- *IM, IMC, IMB*: Cellule interrupteur.
- *EMB*: Cellule mise à la terre du jeu de barres.
- *PM* : Cellule interrupteur-fusible associés.
- *QM, QMC, QMB*: Cellule interrupteur fusibles combiné.
- *CRM*: Cellule contacteur et contacteur fusible.
- *DM1 – A, DM1 – D, DM1 – S*: Cellule disjoncteur (*SF6*) simple sectionnement.
- *DM1*: Cellule disjoncteur (*SF6*)débranchable simple sectionnement.
- *DM2*:Cellule disjoncteur (*SF6*) double sectionnement.
- *CM, CM2*: Cellule transformateurs de potentiel (cellule de comptage).
- *GBC – A, GBC – B*: Cellule mesures d'intensité et/ou de tension.
- *NSM – câbles*: Cellule pour arrivée prioritaire et secours.
- *NSM – barres*: Cellule pour arrivée prioritaire et câbles pour secours.
- *GIM*: Cellule gaine intercalaire.
- *GEM*: Cellule gaine d'extension.
- *TM*: Cellule transformateur *MT/BT* pour auxiliaires.
- *SM*: Cellule sectionneur,...etc.

L'usine est alimenté par une ligne *MT* de SONELGAZ de 30KV souterraine La tâche principale de la ligne 30KVMT consiste à alimenter en énergie électrique les 5 sites de l'usine comme suivant :

2.4. Poste de livraison de SITE 2 :

- Il est caractérisé par:
- Deux cellule *IM* (arrivé départ)
- Une cellule de comptage *CM (MT)*
- Trois transformateur abaisseur 30KV/400V d'une puissance de 1000KVA cellules de protection générale de type *DM2* (disjoncteur *SF6* double sectionnement)
- Trois cellule de protection *DM1A* (disjoncteur simple sectionnement) en amont des deux transformateurs de 1000 *kva*

La figure ci-dessus représente le schéma actuel de SITE 2.

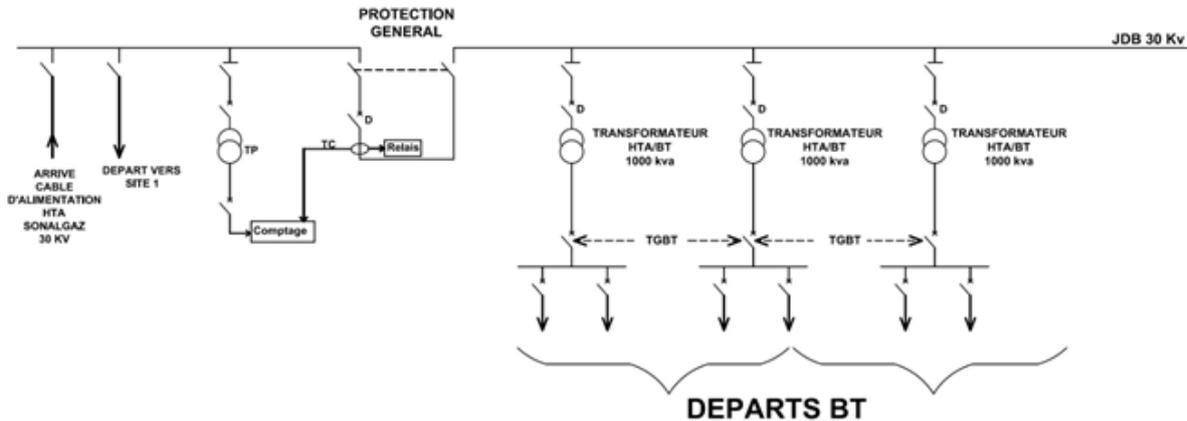


Figure 10: le schéma actuel de SITE 2

2.5. Poste de livraison de SITE 1A :

- Il est caractérisé par:
- Deux cellule *IM* (arrivé départ)
- Une cellule de comptage *CM* (*MT*)
- Deux transformateur abaisseur 30KV/400V d'une puissance de 1000KVA et un transformateur de 630KVA
- Cellules de protection générale de type *DM2* (disjoncteur *SF6* double sectionnement)
- Cellule de protection *DM1A* (disjoncteur simple sectionnement) en amont des deux transformateurs de 1000 KVA
- Cellule de protection *Qm* (interrupteur fusible combiné) en amont du transformateur 630 KVA

La figure ci-dessus représente le SITE 1.A

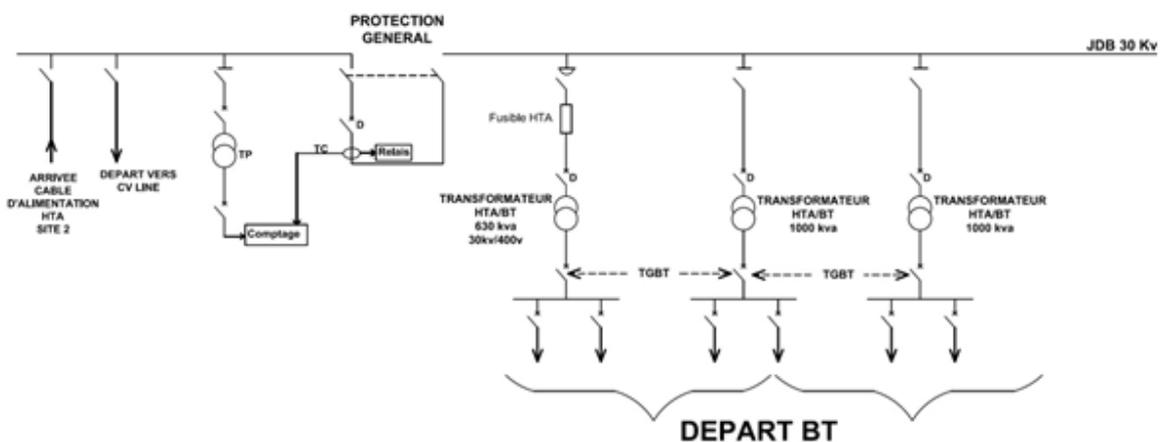


Figure 11:le schéma actuel de SITE 1.A

2.6. Poste de livraison de CVLINE :

- Il est caractérisé par:
- Deux cellule *IM* (arrivé départ)
- un transformateur abaisseur 30KV/400V d'une puissance de 1000KVA et un transformateur de 630KVA
- cellules de protection générale de type *DM2* (disjoncteur *SF6* double sectionnement)
- cellule de protection *DM1A* (disjoncteur simple sectionnement) pour le transformateur de 1000 KVA
- Cellule de protection *Qm* (interrupteur fusible combiné)

La figure ci-dessus représente site CV LINE

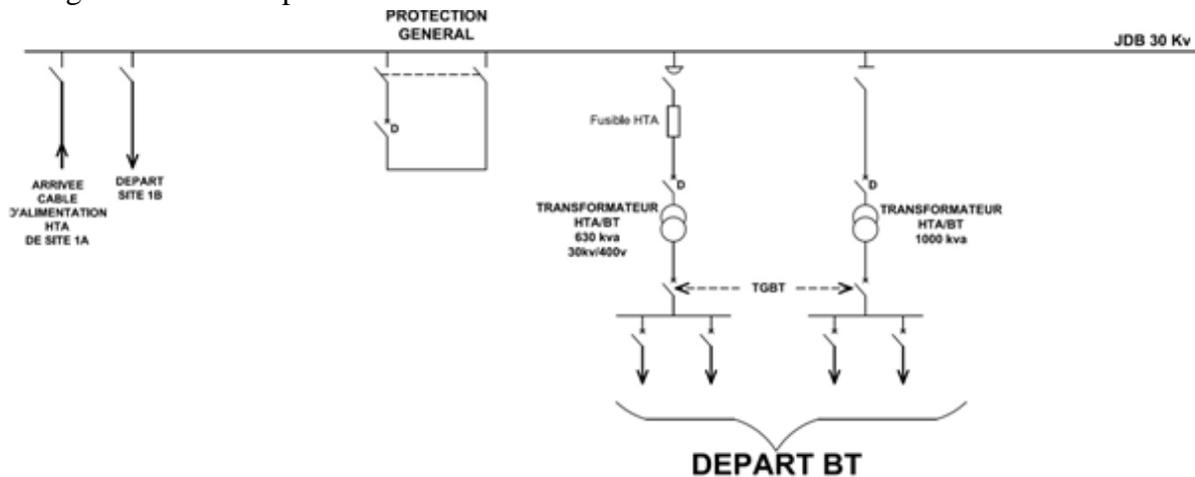


Figure 12:le schéma actuel de CVLINE

2.7. Poste de livraison de SITE 1B :

- Il est caractérisé par :
- Deux cellule *IM* (arrivé départ)
- quatre transformateur abaisseur 30KV/400V d'une puissance de 1250KVA
- une cellule de protection générale de type *DM2* (disjoncteur *SF6* double sectionnement)
- quatre cellules de protection *DM1A* (disjoncteur simple sectionnement) pour le transformateur de 1000 kva

La figure ci-dessus représente le SITE 1 .B.

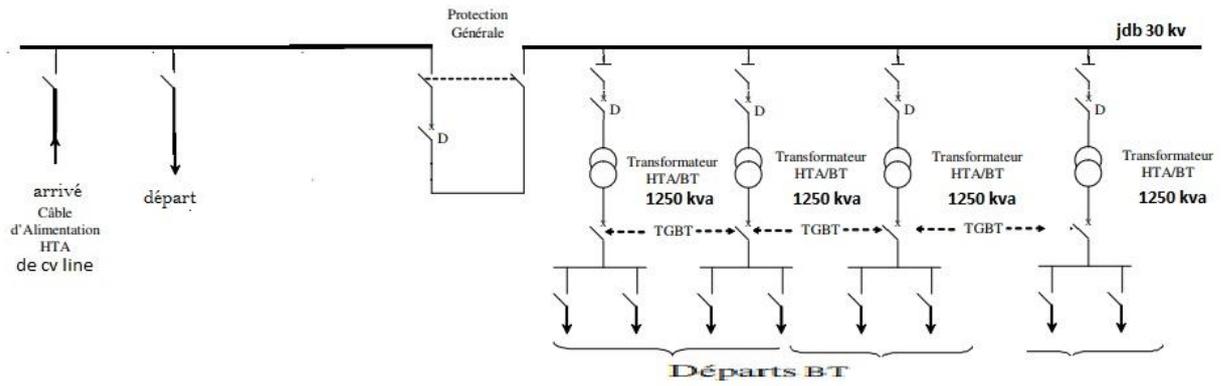


Figure 13: le schéma actuel de SITE 1B

2.8. Conclusion:

Le principe du réseau de distribution d'énergie électrique, de la câblerie algérienne, c'est d'assurer le mouvement de cette énergie (active ou réactive) en transitant par des lignes ou câbles *HTA* (30KV et 10KV) et entre les différents postes de livraison (postes sources *HTB/HTA*) et les consommateurs BT (400/230 V). Dans le chapitre suivant, on va voir les postes MT/BT.

3. CHAPITRE 03: Les postes MT/BT

Un réseau électrique est un ensemble d'outils destiné à produire, à transporter et à distribuer de l'énergie électrique. Il est constitué des générateurs, des transformateurs, des lignes de transport, de distribution et de répartition.

Un poste à moyenne tension est un ouvrage placé à un nœud d'un réseau, qui regroupe un ensemble d'équipements destiné à assurer la protection et faciliter l'exploitation.

3.1. Rôle d'un poste *MT/BT* :

Les postes *MT/BT* assurent l'interface entre les réseaux de distribution *MT* et *BT*. Ces postes assurent l'alimentation d'une installation électrique, ils sont disposés au plus près des éléments consommateurs d'énergie. Ce type de poste s'adapte à tous les modes d'exploitation et doit pour cela remplir les fonctions suivantes:

- Distribuer une puissance et protéger les départs *BT*.
- Isoler le poste du réseau en cas de défaut.
- Gérer le réseau *MT* en cas de défaut.

Les postes de distribution *MT/BT* peuvent avoir deux finalités:

- L'interconnexion entre les lignes du même niveau de tension, cela permet de répartir l'énergie sur les différentes lignes issues des postes.
- La transformation de l'énergie électrique: les transformateurs permettent de passer d'un niveau de tension à un autre.

3.2. Définition d'un poste:

Le choix de l'endroit d'implantation se fera selon plusieurs critères:

- L'accès direct à la partie *MT* du poste par le distributeur.
- Faisabilité de raccordement.
- Croisements avec d'autres canalisations.
- Conditions d'exploitation et de sécurité.

L'utilisateur doit fournir certains renseignements au distributeur avant tout projet. A partir des renseignements précédents, le distributeur indique:

3.2.1. Le type d'alimentation:

Il est défini par:

- La nature de réseau (souterrain /aérien).

- L'alimentation (simple dérivation, coupure d'artère ou double dérivation).
- La puissance et le courant de court-circuit.
- La tension, le niveau d'isolement assigné et le régime de neutre existant ou future Retenu.

3.2.2. Le type de comptage:

Il définit:

- Les frais de raccordement au réseau.
- La tarification (consommation et abonnement).
- Classification des postes MT/BT .

3.3. Les différents régimes du neutre:

Conformément aux normes CEI 60364 et NFC 15-100 des régimes du neutre l'identification des types de schémas est définie au moyen de deux lettres :

- La première lettre, désigne la situation du neutre du transformateur par rapport à la terre.
- La deuxième lettre, désigne la situation des masses par rapport à la terre.

La combinaison de ces deux lettres donne trois configurations possibles est:

- *TT* : Neutre du transformateur à la terre et les masses sont reliées à la terre par l'intermédiaire d'un PE.
- *TN*: neutre du transformateur à la terre et les masses sont reliées au neutre par l'intermédiaire d'un PE.
- *IT* : neutre du transformateur isolé ou relié à la terre à travers une impédance de forte valeur et les masses sont reliées à la terre par l'intermédiaire d'un PE.

Le schéma *TN*, selon les normes *CEI 60364* et *NF C 15 – 100*, comporte plusieurs sous schémas :

- *TN – C* : si les conducteurs du neutre *N* et du *PE* sont confondus (*PEN*).
- *TN – S* : si les conducteurs du neutre *N* et du *PE* sont séparés,

3.4. Catégories des postes *MT/BT* :

Ils sont classés en trois catégories:

- Poste sur poteau (dis ACC) ($S \leq 160$ KVA).
- Poste sous enveloppe préfabriqué.
- Poste en maçonnerie.

3.4.1. Poste sur poteau :

Le poste sur poteau est le poste le plus simple, il est utilisé dans le cas où la puissance du transformateur est inférieure ou égale à 160KVA. Ce poste permet une alimentation économique de la clientèle. Il comporte, un transformateur raccordé directement ou avec fusibles. Il est protégé contre les surtensions par des éclateurs à cornes (anti oiseaux) avec des parafoudres et contre les surintensités par un disjoncteur à basse tension. Le transformateur alimente le réseau *BT* par l'intermédiaire d'un disjoncteur *BT*, qui assure l'isolement et la protection de ce réseau. Il est accroché en haut d'un poteau principal. Le disjoncteur *BT* est fermé dans un coffret étanche, lui-même accroché sur le poteau, et en plus de son fonctionnement automatique sur défauts basse tension. Des câbles isolés assurent la liaison entre le transformateur et le coffret basse tension d'une part, et entre le coffret et la ligne basse tension alimentant le réseau de distribution, d'autre part. Dans un poste sur poteau, le nombre maximum de départs basse tension est fixé à deux.



Figure 14: Poste sur poteau.

3.4.2. Poste sous enveloppe préfabriquée :

Les postes *MT/BT* préfabriqués sont réalisés en utilisant des : tableaux *MT*, tableaux *BT*, transformateur,... etc., regroupés dans une enveloppe ayant pour rôle la protection des équipements internes contre les influences externes et d'assurer un degré de protection vis à vis du public. Ces postes sont fabriqués, câblés et testés chez le constructeur, regroupant le transformateur, l'appareillage *BT* et *MT*, les connexions et les équipements auxiliaires, ils limitent, donc, les temps d'étude et de réalisation. Le transformateur et l'appareillage sont rassemblés dans une enveloppe métallique, le départ s'effectue en aérien ou en souterrain,

Ces postes sont très compacts et leur mise en place est très rapide, parmi les avantages les Plus connus:

- Génie civil simplifié (uniquement plateforme).
- Disponibilité immédiate clés en mains (dès l'ouverture du chantier).
- Gain de temps et d'espace.

Ce type de poste est transporté par camion. Il est déposé sur une dalle en ciment. Le montage consiste à raccorder les câbles d'arrivée et de départ.



3.4.3. Poste maçonne :

On distingue trois types essentiels des postes maçonnés :

- Postes de distribution publique (*DP*).
- Postes livraison à comptage BT ($S \leq 630\text{KVA}$).
- Postes livraison à comptage *MT* ($S > 630\text{KVA}$).

3.4.3.1. Poste de distribution publique (DP) :

Ces postes désignés à usage public (clients domestiques, bâtiments, lotissements,...), assurent le passage de la moyenne tension (30/10KV) à la basse tension (380/220 V) d'une manière permanente.

Ces postes sont constitués de trois parties :

- L'équipement MT pour le raccordement au réseau amont.
- Le transformateur de distribution MT/BT.
- Le tableau des départs BT (tableau de distribution publique TDP) comme points de raccordement du réseau aval de distribution en basse tension.



Figure 16: Poste de distribution publique.

3.4.3.2. Poste livraison à comptage BT ($S \leq 630\text{KVA}$) :

Ce poste possède presque les mêmes caractéristiques que le poste *DP*, la seule différence c'est que dans le poste livraison à comptage *BT* on trouve deux accès et un panneau de

comptage, par contre le poste *DP* contient un seul accès et un tableau de distribution publique *TDP*.

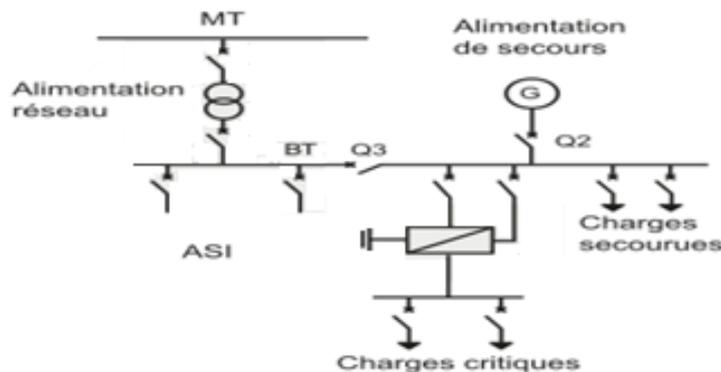


Figure 3. 1: Poste de livraison à comptage BT.

3.4.3.3. Postes livraison à comptage MT ($S > 630 \text{ KVA}$):

Ce type est destiné aux clients d'une large consommation de l'énergie électriques ($S > 630 \text{ KVA}$) ou pour un poste de plusieurs transformateurs, dans ce cas le comptage se fera Grâce à une cellule de comptage MT, il existe aussi deux types de postes livraison à comptage MT :

- Postes livraison à protection par cellule disjoncteur.
- Postes livraison à protection par cellule interrupteur fusible combiné.
- La protection par disjoncteur est obligatoire lorsque le courant côté MT est supérieur à 45A (norme CEI60265).

Ce type de poste comprend:

- Une cellule arrivée (réseau) *IM*.
- Une cellule départ (réseau) *IM*.
- Une cellule Comptage et mesure *CM*.
- Une cellule de protection générale par disjoncteur double sectionnement *DM2*.
- Une ou plusieurs cellules de protection individuelles par des *QM* ou *DM1*.

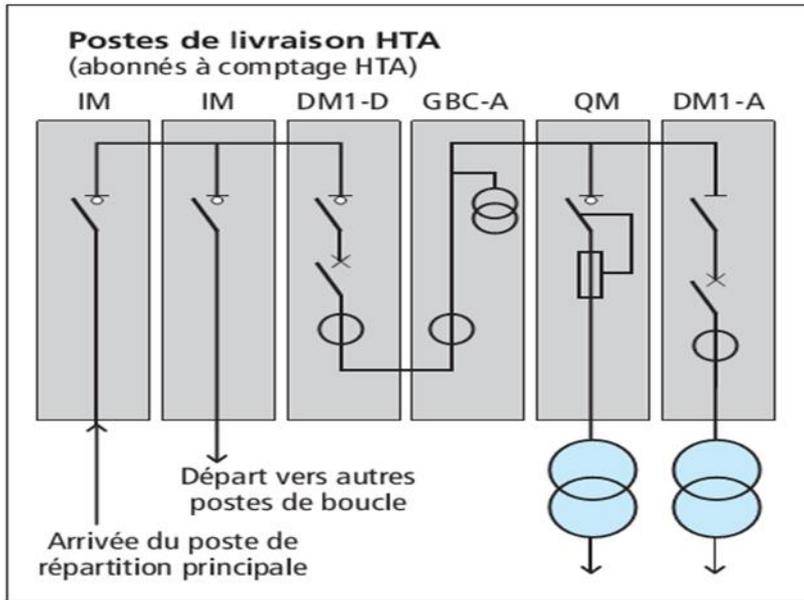


Figure 17: Poste de livraison a comptage MT

3.5. Structures des postes de distribution publiques:

3.5.1. Détecteur de courant de défaut pour réseaux MT souterrains :

Le détecteur de courant de défaut est conçu pour la recherche des défauts permanents sur les réseaux *MT* souterrains, couvrant tous les types de réseaux *MT* et leurs systèmes de liaisons à la terre grâce à des algorithmes ampérométriques, et directionnels. Il est Disponible en boîtiers protégés contre les intempéries. Le détecteur de défaut est menu d'un Boîtier de signalisation lumineuse monté à l'extérieur du poste, et d'un capteur (*TC tore*) Placé sur les câbles *MT* souterrains d'arrivée.



Figure 18: Détecteur de courant MT.

3.5.2. Transformateur de distribution MT/BT :

Les transformateurs de distribution MT/BT sont généralement abaisseurs, ils permettent d'alimenter des installations basse tension à partir d'un réseau moyen tension. Ils sont caractérisés par:

- Des gammes de puissance (KVA): 50, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000.
- Des rapports de transformation de 30 KV/ 0.4 KV pour les réseaux MT aériens, et de 10 KV/0.4 KV pour les réseaux MT sous terrains.

3.5.3. Disjoncteur BT :

Le rôle principal d'un disjoncteur est de protéger l'installation électrique contre les conditions anormales de fonctionnement ; les surcharges et le court-circuit, il est conçu pour ouvrir un circuit automatiquement dès que le courant qui le traverse dépasse une valeur prédéterminée. Pour assurer efficacement cette fonction, le déclencheur du disjoncteur doit prendre en compte l'évolution des récepteurs. Le disjoncteur basse tension peut être fixe, déblocable, *CLPG* (cellule de protection générale) disjoncteur déblocable, ou *TDP* (Tableau de distribution publique). Le choix du disjoncteur *BT* se fera à partir de la courante Basse tension débitée par le transformateur *MT/BT*.

3.5.4. Câbles MT et BT :

La liaison entre les cellules de protection moyenne tension et les bornes MT du transformateur se fera par un câble MT, capable de transiter le courant appelé du réseau, Le raccordement du secondaire du transformateur avec le disjoncteur BT se fera par un câble BT bien choisi. La longueur du câble BT est calculée en mesurant la distance entre le secondaire du transformateur et le disjoncteur BT, pour les trois phases et neutre. Le nombre des câbles par phase est déterminé à partir du courant débité par le transformateur et les caractéristiques des câbles. Le choix optimal du câble doit répondre à plusieurs critères (courant nominale, température de fonctionnement, mode pose, chute de tension, courant de court-circuit,...etc.).

3.5.5. Fusibles :

Le calibre des fusibles à installer dans la cellule de protection type QM ou PM dépend des éléments suivants:

- Tension de service.
- Puissance du transformateur à protéger.

- Technologie des fusibles.
- Les fusibles utilisés sont généralement du type *Fusarc CF* ou *Soléfuse*.

3.5.6. Matériel de sécurité :

Le matériel de sécurité pour un poste de transformation est composé essentiellement de:

- Un tabouret isolant.
- Un tapis isolant.
- Des gants isolants.
- Vérificateur d'absence de tension (détecteur de tension).
- Perche de sauvetage.

La figure ci-dessus représente le schéma actuel disposé en série sans extension

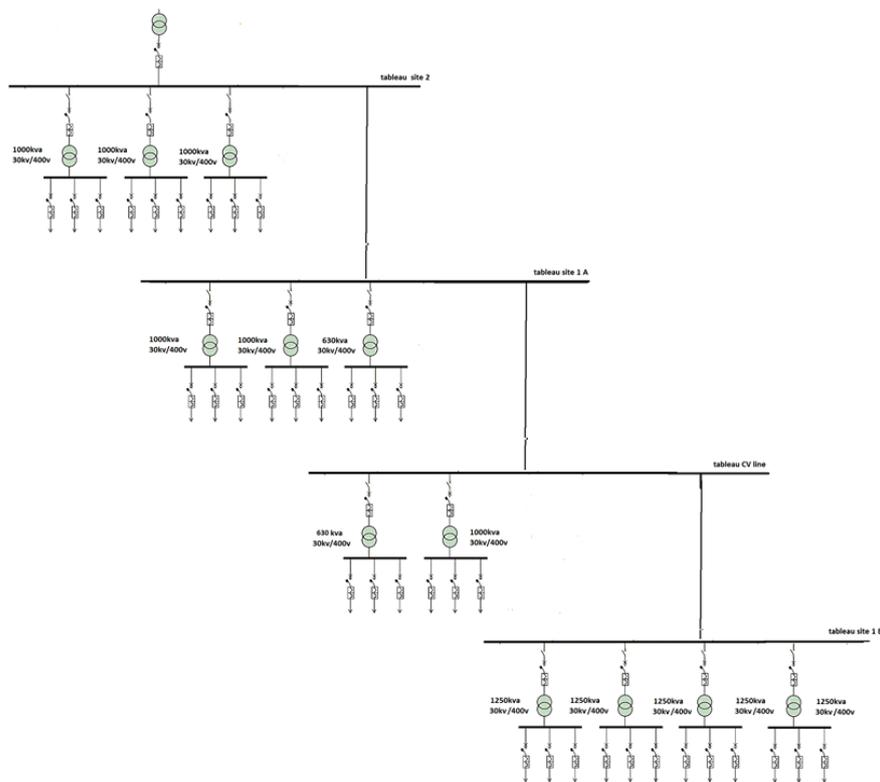


Figure 19: le schéma actuel du réseau de la câblerie sans extension

3.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons revu les différentes catégories des postes MT/BT afin de caractériser ceux employés actuellement dans la câblerie algérienne. Il en a été conclu, que la configuration actuelle du schéma gouvernant est avec une seule source, qui ne représente pas l'option la plus favorable pour le bon fonctionnement du réseau.

Dans le chapitre suivant, nous tenterons de faire un bilan de puissance des nouveau sites, estimer le cout de la réalisation et l'installation du SITE 3, faire une étude a l'aide d'un logiciel ECODIAL et d'appuyer une hypothèse d'un schéma en parallèle, contenant un disjoncteur de couplage qui assurera l'alimentation du réseau.

4. CHAPITRE 04 : Dimensionnement de l'installation électrique

4.1. Introduction:

Afin de bien choisir et de dimensionner le transformateur adéquat, il est nécessaire de calculer la puissance installée et la puissance utilisée.

Ce chapitre comprend les calculs et méthodes aboutissant au choix suscité. Nous y évoquerons aussi, la détermination du facteur de puissance que nous tenterons d'améliorer en compensant l'énergie réactive des batteries de condensateurs du «Site 3» qui est en cours de construction.

Par ailleurs, la première étape essentielle d'une étude de conception d'un réseau électrique est l'élaboration d'un bilan de puissance. Dans cette étape, les valeurs de puissances actives et réactives, consommées de l'installation, doivent être cernées et localisées géographiquement.

La détermination de ce bilan, permet de dimensionner l'installation à partir des caractéristiques des récepteurs et aboutit à la déduction du facteur de puissance.

4.2. Détermination des puissances:

La puissance d'une installation n'est pas la somme arithmétique de celle des récepteurs. Sa détermination nécessite de connaître la puissance et la localisation des récepteurs pour accéder à la puissance d'utilisation et à la détermination de la puissance du transformateur nécessaire.

4.2.1. Puissance installée:

La puissance active installée, dans une entreprise représente la somme des puissances actives nominales de tous les récepteurs. Cette puissance servira ensuite, au calcul des puissances réellement consommées et ce, en utilisant des facteurs d'utilisation et de simultanéité correspondant à chaque niveau de l'installation et dont les définitions sont données ci-après.

4.2.2. Puissance utilisée:

Elle représente la puissance réellement demandée au point source par les divers circuits d'une installation électrique. Elle est plus faible que la puissance installée vu que les récepteurs n'absorbent pas tous simultanément leurs puissances nominales. Son estimation permet d'évaluer la puissance réellement utilisée. Néanmoins sa détermination nécessite la connaissance des trois facteurs suivants: d'utilisation (K_u) de simultanéité (K_s) et d'extension (K_e).

4.2.2.1. Facteur d'utilisation: K_u

En général, les récepteurs électriques ne fonctionnent pas à leurs puissances nominales d'où l'introduction du facteur d'utilisation pour le calcul de la puissance absorbée. Sachant que pour chaque type de récepteur est associé un facteur d'utilisation bien déterminé. Dans une installation électrique, ce facteur peut être estimé en moyenne à 0.75 pour les moteurs, et 1 pour l'éclairage.

4.2.2.2. Facteur de simultanéité: K_s

Les récepteurs d'une installation ne fonctionnent pas simultanément. C'est pourquoi il est permis d'appliquer aux différents ensembles de récepteurs (ou de circuit) des facteurs de simultanéité. La détermination des facteurs de simultanéité nécessite la connaissance détaillée de l'installation considérée et l'expérience des conditions d'exploitation, notamment pour les moteurs et les prises de courant. On ne peut donc pas donner des valeurs précises applicables à tous les cas. Les normes NF C 14-100, NF C 63-410 et le guide UTEC 15-105 donnent cependant des indications sur ce facteur selon le nombre de récepteurs (Tableau 2) et selon l'utilisation (Tableau 3).

Tableau 2: Facteur de simultanéité selon le nombre de récepteurs.

| Nombre de récepteurs | Facteur de simultanéité K_s |
|----------------------|-------------------------------|
| 1 à 3 | 0.9 |
| 4 à 5 | 0.8 |
| 5 à 9 | 0.7 |
| 10 et plus | 0.6 |

Tableau 3: Facteur de simultanéité selon l'utilisation.

| Utilisation | Facteurs d'utilisation K_u |
|--|--|
| Eclairage, conditionnement d'air | 1 |
| Chauffage électrique, chauffe-eau | 1 |
| Prise de courant (n : nombre de prise de courant alimenté par le même circuit) | 0,1 + (9/n) si: n < 6 0,6 si: n > 6 |
| Moteur électrique | 0.75 |

4.2.2.3. Facteur d'extension: K_e

Le rôle du facteur d'extension, également appelé facteur de réserve, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Le coefficient varie de 1 à 1,5. Dans notre cas K_e est pris égal à 1.

4.2.3. Calcul des puissances :

4.2.3.1. Calcul de la puissance installée du site câble téléphonique:

Tableau 4: Bilan de puissance installée du site téléphonique.

| N ^o | Equipment | $U_n [V]$ | $I_n [A]$ | $P_n [W]$ | $\cos \varphi$ | $Q_n [VAR]$ | $S(VA)$ |
|------------------|-----------------------|-----------|-----------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| 1 | Mcpd 2000 | 400 | 31.07 | 15000 | 0.72 | 14457 | 20800 |
| 2 | Caterpillar 1 | 400 | 22.7 | 11000 | 0.7 | 11231 | 15714 |
| 3 | Caterpillar 2 | 400 | 22.7 | 11000 | 0.7 | 11231 | 15714 |
| 4 | Moteur a cage rotatif | 400 | 92.8 | 45000 | 0.7 | 45914 | 64285 |
| Colonne 1 | | | | 82000 | 0.748 | 82833 | 116513 |
| 5 | Eclairage | | 400/220 | 13500 | 0.92 | 5976 | 14674 |
| Colonne 2 | | | | 13500 | 0.92 | 5976 | 14674 |

Le bilan de puissance effectué, donne la puissance installée suivante :

Tableau 5: Bilan de puissance installée totale du site téléphonique.

| CHARGE | $S(VA)$ |
|--------|---------|
| TGBT | 131187 |

4.2.3.2. Calcul de la puissance installée du site Maghreb lampe:

Tableau 6: Bilan de puissance installée de Maghreb lampe (TGBT2).

| N ^o | Equipment | $U_n[V]$ | $I_n[A]$ | $P_n[W]$ | $\cos \varphi$ | $Q_n[VAR]$ | $S(VA)$ |
|------------------|--|----------|----------|---------------|----------------|-----------------|----------------|
| 1 | M ₁ | 400 | 28.86 | 15000 | 0.75 | 13228.75 | 20000 |
| 2 | M ₂ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 3 | M ₃ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 4 | M ₄ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| Colonne 1 | | | | 33000 | | 30578.1 | 45000 |
| 5 | M ₅ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 6 | M ₆ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 7 | M ₇ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 8 | M ₈ | 400 | 12 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 9 | M ₉ | 400 | 72.16 | 35000 | 0.7 | 35707.14 | 50000 |
| Colonne 2 | | | | 59000 | | 58839.58 | 83333.3 |
| 10 | M ₁₀ | 400 | 11 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 11 | M ₁₁ | 400 | 11 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 12 | M ₁₂ | 400 | 11 | 6000 | 0.72 | 5783.11 | 8333.33 |
| 13 | M ₁₃ | 400 | 115 | 60000 | 0.75 | 52915 | 80000 |
| Colonne 3 | | | | 78000 | | 70264.33 | 105000 |
| 14 | M ₁₄ | 400 | 17 | 40000 | 0.7 | 40808 | 57142 |
| Colonne 4 | | | | 40000 | | 40808 | 57142 |
| 15 | M ₁₅ | 400 | 17.5 | 8500 | 0.7 | 8671.7 | 12142 |
| 16 | M ₁₆ | 400 | 3.5 | 1800 | 0.74 | 1636 | 2432 |
| 17 | M ₁₇ | 400 | 4.33 | 2100 | 0.7 | 2142 | 3000 |
| Colonne 5 | | | | 12400 | | 12450 | 17574 |
| 18 | M ₁₈ | 400 | 80 | 45000 | 0.81 | 32579.43 | 55555.55 |
| Colonne 6 | | | | 45000 | | 32579.43 | 55555.5 |
| 19 | M ₁₉ | 400 | 4.33 | 60000 | 0.8 | 45000 | 75000 |
| Colonne 7 | | | | 60000 | | 45000 | 75000 |
| 20 | M ₂₁ | 400 | 4.33 | 75000 | 0.7 | 76515 | 107142 |
| Colonne 8 | | | | 75000 | | 76515 | 107142 |
| N ^o | Récepteurs alimentés à partir d'armoire éclairage. | 400 | 173.2 | 10140 | 0.92 | 4319 | 11021 |
| Colonne 9 | | | | 412540 | 0.72 | 373900 | 556768 |

Tableau 7: Bilan de puissance installée totale du site de Maghreb lampe (TGBT2).

| CHARGE | S(VA) |
|--------|--------|
| TGBT | 556768 |

4.2.3.3. Calcul de la puissance d'utilisation:

4.2.3.3.1. Puissance utile d'une charge P_{ui} :

L'estimation de la puissance réellement absorbée par une charge électrique tient compte du taux de charge du récepteur par rapport à sa puissance nominale. Ainsi, la détermination de cette puissance nécessite une bonne connaissance du facteur d'utilisation. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{ui} = K_u \times P_n \quad (4.1)$$

Avec:

P_{ui} : Puissance utile demandée.

P_n : Puissance nominale.

K_u : Facteur d'utilisation.

4.2.3.3.2. Puissance utile dans une branche P_{uj} :

Cette puissance est déterminée en établissant la somme de toutes les puissances utiles du groupe de récepteurs alimenté par la même branche, multipliée par le facteur de simultanéité correspondant. Elle est donnée par la relation suivante :

$$P_{uj} = K_s \times \sum n \quad (4.2)$$

Avec:

P_{uj} : Puissance utile dans une branche.

K_s : Facteur de simultanéité.

n : Nombre de récepteurs.

4.2.3.3.3. Puissance utile dans une branche P_{uT} :

Cette puissance nous servira ensuite, au calcul de la puissance à prévoir au poste de transformation et ce, en prenant en compte l'évolution de la charge, on utilisera alors:

$$P_{uT} = K_s \times K_e \times \sum_i n \quad (4.3)$$

P_{ut} : Puissance utile totale dans l'installation.

K_e : Facteur d'extension.

Les résultats calculés concernant le site de téléphonie sont inscrits dans les tableaux suivants :

Tableau 8: Bilan de puissance utile installée totale du site téléphonique (TGBT1).

| N° | $P_n(W)$ | K_U | $P_{ui}(W)$ | $Q_{ui}(kvar)$ | $S_{ui}(kva)$ | $P_{uj}(W)$ | $Q_{uj}(kvar)$ | $S_{uj}(kva)$ |
|-----------------|----------|--------------------------|--------------|----------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
| M ₁ | 15000 | 0.75 | 11250 | 10842 | 15600 | 9000 | 8673.6 | 12480 |
| M ₂ | 11000 | 0.75 | 8250 | 8423 | 11785.5 | 6600 | 6738.4 | 9428.4 |
| M ₃ | 11000 | 0.75 | 8250 | 8423 | 11785.5 | 6600 | 6738.4 | 9428.4 |
| M ₄ | 45000 | 0.75 | 33750 | 34435 | 48213.7 | 27000 | 27545 | 38570.96 |
| Clonne 1 | | K_s=0.8 | 61500 | 62123 | 87348 | 49200 | 49698.4 | 69907 |
| Eclairage | 13500 | 1 | 13500 | 5976 | 14674 | 8100 | 3585.6 | 8804.4 |
| Clonne 2 | | K_s=0.6 | 13500 | 5976 | 14674 | 8100 | 3585.6 | 8804.4 |

Tableau 9: Valeurs des puissances de l'atelier téléphonique.

| Charges | $P_{uj}(W)$ | $Q_{uj}(kvar)$ | $S_{uj}(kva)$ |
|-----------|-------------|----------------|---------------|
| TGBT(S.L) | 57300 | 53283.6 | 78711.4 |

Tableau 10: Bilan de puissance utile installée totale du site Maghreb lampe (TGBT2).

| N_b | $P_n(W)$ | K_U | $P_{ui}(W)$ | $Q_{ui}(kvar)$ | $S_{ui}(kva)$ | $P_{uj}(W)$ | $Q_{uj}(kvar)$ | $S_{uj}(kva)$ |
|------------------|----------|--------------------------|--------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| M ₁ | 15000 | 0.75 | 11250 | 9921.56 | 15000 | 9000 | 7937.2 | 12000 |
| M ₂ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337 | 6249.9 | 3600 | 3469.8 | 4999.9 |
| M ₃ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337 | 6249.9 | 3600 | 3469.8 | 4999.9 |
| M ₄ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337 | 6249.9 | 3600 | 3469.8 | 4999.9 |
| Colonne 1 | | K_s=0.8 | 24750 | 22932 | 33749 | 19800 | 18345.6 | 26999.7 |
| M ₅ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.86 | 4999.9 |
| M ₆ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.86 | 4999.9 |
| M ₇ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.86 | 4999.9 |
| M ₈ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.86 | 4999.9 |
| M ₉ | 35000 | 0.75 | 26250 | 26780.32 | 37500 | 21000 | 21424.24 | 30000 |
| Colonne 2 | | K_s=0.8 | 44250 | 44129.3 | 62499 | 31800 | 35303.4 | 49999.6 |
| M ₁₀ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.8 | 4999.92 |
| M ₁₁ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.8 | 4999.92 |
| M ₁₂ | 6000 | 0.75 | 4500 | 4337.33 | 6249.9 | 3600 | 3469.8 | 4999.92 |
| M ₁₃ | 60000 | 0.75 | 45000 | 39686.25 | 60000 | 36000 | 31749 | 48000 |
| Colonne 3 | | K_s=0.8 | 58500 | 52698.2 | 78749 | 46800 | 42158.4 | 62999.8 |
| M ₁₄ | 40000 | 0.75 | 30000 | 30606 | 42856 | 30000 | 30606 | 42856 |
| Colonne 4 | | K_s=1 | 30000 | 30606 | 42856 | 30000 | 30606 | 42856 |
| M ₁₅ | 8500 | 0.75 | 6375 | 6503.7 | 9106 | 5737.5 | 5853.39 | 8195.8 |
| M ₁₆ | 1800 | 0.75 | 1350 | 1227 | 1824 | 1215 | 1104.3 | 1641.6 |
| M ₁₇ | 2100 | 0.75 | 1575 | 1606.5 | 2250 | 1417.5 | 1445.85 | 2025 |
| Clonne 5 | | K_s=0.9 | 9300 | 9337.2 | 13180 | 8370 | 8403.54 | 11862 |
| M ₁₈ | 45000 | 0.75 | 33750 | 24434 | 41666 | 33750 | 24434.5 | 41666.6 |
| Clonne 6 | | K_s=1 | 33750 | 24434 | 41666 | 33750 | 24434 | 41666.6 |
| M ₁₉ | 60000 | 0.75 | 45000 | 33750 | 56250 | 45000 | 33750 | 56250 |
| Clonne 7 | | K_s=1 | 45000 | 33750 | 56250 | 45000 | 33750 | 56250 |
| M ₂₀ | 75000 | 0.75 | 56250 | 57386 | 80356.5 | 56250 | 57386 | 80356.5 |
| Clonne 8 | | K_s=1 | 56250 | 57386 | 80356.5 | 56250 | 57386 | 80356.5 |
| M ₂₁ | 10140 | 1 | 10140 | 4319 | 11021 | 6084 | 2591.4 | 6612.6 |
| Clonne 9 | | K_s=0.6 | 10140 | 4319 | 11021 | 6048 | 2591.4 | 6612.6 |
| Total | | | | | | 281910 | 252977 | 379601 |

Tableau 11: Valeurs des puissances de l'atelier Maghreb lampe.

| CHARGES | $P_{uj}(W)$ | $Q_{uj}(kvar)$ | $S_{uj}(kva)$ |
|-----------|-------------|----------------|---------------|
| TGBT(S.L) | 281910 | 252977 | 379601 |

4.2.4. Détermination de la Charge totale et du facteur de puissance :

Valeur des puissances totales

Tableau 12: Valeurs des puissances totales.

| CHARGES | $P_{uj}(W)$ | $S_{uj}(kva)$ |
|-----------|-------------|---------------|
| TGBT(S.L) | 339210 | 458312 |

Tableau 13: Valeur de puissance d'installation pour $K_e = 1,3$.

| Charges | $P_{uj}(W)$ | $S_{uj}(kva)$ |
|-----------|-------------|---------------|
| TGBT(S.L) | 440973 | 595805.6 |

Le facteur de puissance est le quotient de la puissance active totale consommée et de la puissance apparente totale fournie.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P_{uj}}{S_{uj}} = \frac{440973}{595805,6} = 0,734 \quad (4.4)$$

Tableau 14: Facteur de puissances obtenues.

| CHARGES | $P_{uj}(W)$ | $S_{uj}(kva)$ | $\cos \varphi$ |
|-----------|-------------|---------------|----------------|
| TGBT(S.L) | 440973 | 595805.6 | 0.74 |

4.3. Choix et dimensionnement du transformateur :

Le réseau SONELGAZ délivre une tension de 30Kv, et la tension au niveau de site GISB est de 400V.

Dans une entité de fabrication, il est nécessaire d'installer un transformateur d'énergie électrique, qui sera directement branché sur le réseau moyen de tension de la SONELGAZ 30Kv afin de transformer la tension et le courant pour un usage spécifique. Le choix de ce dernier est fait sur la base d'un bilan de puissance. Il serait, donc, judicieux de choisir un nouveau transformateur qui assurera la fourniture de la puissance totale pour les deux nouveaux sites et qui dépend de la puissance utile totale calculé.

Un transformateur surdimensionné entraîne un investissement excessif et des pertes à vide inutiles par contre, un transformateur sous dimensionné **entraîne** un échauffement des enroulements provoquant l'ouverture des appareils de protection et un vieillissement prématuré des isolants.

Le transformateur choisi est de puissance de 630 KVA de type sec pour les raisons suivantes:

- Solutions utilisées à plus de 95% des nouveaux projets pour l'installation intérieure.
- L'utilisation d'un transformateur de type sec est moins coûteuse (il ne contient pas de liquide).
- Offre une totale sécurité en cas d'incendie.

4.3.1. Rapport de transformation:

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{400}{30000} = 0,01333 \quad (4.5)$$

Avec:

m : Rapport de transformation.

U_2 : Tension secondaire.

U_1 : Tension primaire.

4.3.2. Le courant au secondaire:

$$I_2 = \frac{S_n}{400\sqrt{3}} = 909,32 \text{ A} \quad (4.6)$$

Avec:

I_2 : Courant secondaire

S_n : Puissance apparente.

4.3.3. Courant primaire:

$$m = \frac{I_1}{I_2}$$

(4.7)

$$\Rightarrow I_1 = m \times I_2 = 909.32 \times 0.01333 = 12.09A$$

4.4. Compensation de l'énergie réactive:

Les réseaux électriques à courant alternatif fournissent l'énergie apparente qui correspond à la puissance apparente. Cette énergie se décompose en deux formes d'énergie :

- L'énergie active, transformée en énergie mécanique (travail) et en chaleur (pertes),
- L'énergie réactive, utilisée pour créer des champs magnétiques.

Les consommateurs d'énergie réactive sont les moteurs asynchrones, les transformateurs, les inductances (ballasts de tubes fluorescents) et les convertisseurs statiques (redresseurs).

Compenser l'énergie réactive, c'est fournir cette énergie à la place du réseau de distribution par l'installation des batteries de condensateurs, sources d'énergie réactive de puissance Q_c des machines tournantes de types synchrones ou asynchrone, mais actuellement (sauf exception), leur emploi a été abandonné principalement à cause de leur entretien onéreux. Pratiquement, on utilise les condensateurs statiques dont le diélectrique est constitué d'un papier imprégné de liquide isolant, ces condensateurs sont regroupés en série, parallèle pour constituer des batteries de condensateur, qui peuvent être directement raccordées en *BT* ou *MT*.

Dans installation, la distance entre la TGBT et la batterie ne doit pas dépasser 15m. ce dispositif doit être mis au plus près de la charge pour éviter que l'énergie réactive ne soit appelée sur le réseau. la puissance réactive des condensateurs à mettre en œuvre, doit être déterminée en fonction de la puissance de l'installation, du facteur de puissance ($\cos \varphi$) d'origine et du $\cos \varphi$ requis à l'arrivée.

4.4.1. Le facteur de puissance:

C'est le quotient de la puissance active consommée et de la puissance apparente fournie.

$$\cos \varphi = \frac{P(W)}{S(VA)} \quad (4.8)$$

Avec:

P : Puissance active consommée.

S : Puissance apparente fournie.

Un facteur de puissance proche de 1 indique une faible consommation d'énergie réactive et optimise le fonctionnement d'une installation.



Certaines factures d'électricité indiquent la valeur de $\tan \varphi$ qui correspond à la puissance réactive que le distributeur doit livrer pour fournir une puissance active donnée.

$$\tan \varphi = \frac{Q(VAR)}{P(W)} \quad (4.9)$$

4.4.2. L'amélioration du facteur de puissance:

Cette amélioration présente de nombreux avantages :

- Diminution de la facture d'électricité en évitant la consommation d'énergie réactive au-delà de la franchise allouée par le distributeur (40% de l'énergie active consommée) ($S > 250kVA$).
- Réduction de la puissance souscrite ($36kVA < S < 250kVA$).
- Diminution de la section des câbles.
- Diminution des pertes en ligne.
- Réduction de la chute de tension.
- Augmentation de la puissance disponible du transformateur.

Pour améliorer le facteur de puissance, il faut installer des condensateurs (source d'énergie réactive). Cette opération est appelée " compensation ". Préalablement, il faut éviter le surdimensionnement des moteurs asynchrones et leur marche à vide.

4.4.3. Les différents types de compensation:

le choix du type de La compensation d'énergie réactive :

- Par condensateurs fixes (si la puissance des condensateurs est inférieure à 15% de la puissance du transformateur).
- Par batteries de condensateurs à régulation automatique (si la puissance des condensateurs est supérieure à 15% de la puissance du transformateur), qui permettent l'adaptation immédiate de la compensation aux variations de la charge

La compensation peut être :

- Globale, en tête d'installation.
- Partielle, par secteur, au niveau du tableau de distribution.
- Locale, aux bornes de chaque récepteur inductif.

La compensation idéale est celle qui permet de produire l'énergie réactive à l'endroit même où elle est consommée et en quantité ajustée à la demande (compensation locale).

4.4.4. Calcul de la puissance des condensateurs de compensation:

Sur une installation de puissance réactive Q et de puissance apparente S , on installe une batterie de condensateurs de puissance Q_c .

La puissance réactive passe de Q à Q' où:

$$Q' = Q - Q_c \quad (4.10)$$

La puissance apparente passe de S à S' , donc la puissance apparente après compensation S' est donc diminuée.

La **capacité des condensateurs** se calcule par :

$$\begin{aligned} Q_c &= 3U^2C\omega \\ \Rightarrow C &= \frac{Q_c}{3U^2\omega} \end{aligned} \quad (4.11)$$

Avec:

Q_c : Energie réactive des condensateurs.

U : Tension composée.

C : Capacité des condensateurs.

ω : Pulsation.

4.4.4.1. Les harmoniques:

La présence d'harmoniques se traduit par:

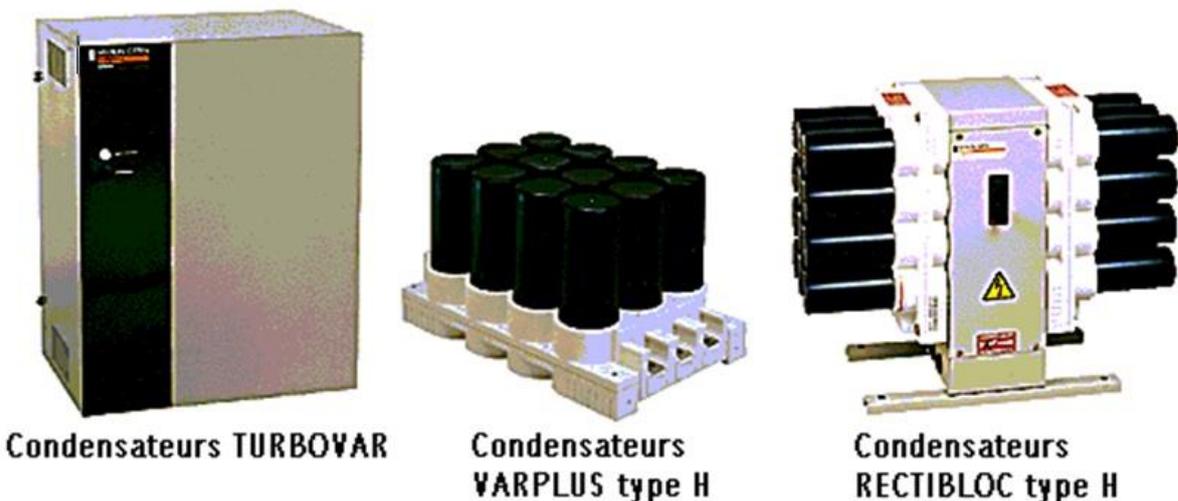
- Une majoration du courant dans le condensateur qui provoque son échauffement et son vieillissement prématuré.
- Des résonances qui provoquent le claquage par surtension.

Pour neutraliser ces phénomènes, on utilise des selfs anti-harmoniques mises en série et on sur dimensionne les condensateurs en tension.

4.4.4.2. La protection des condensateurs:

La mise en service d'un condensateur équivaut à un court-circuit pendant son temps de charge ou de décharge. Les disjoncteurs de protection sont donc choisis avec déclencheurs à seuil instantané élevé.

4.4.4.3. Exemples de matériel:



4.5. Calcul des valeurs de capacités des condensateurs:

4.5.1. En monophasé:

La valeur de la capacité se calcul à l'aide de la relation suivante :

$$Q_c = C\omega V^2 \quad (4.12)$$

4.5.2. En triphasés:

Dans ce cas il existe deux façons pour monter les condensateurs : montage en triangle ou montage en étoile.

4.5.2.1. Montage triangle:

La puissance réactive fournie par l'ensemble des condensateurs est donnée par l'expression suivante :

$$Q_c = 3C_{eq}\omega U^2 \quad (4.13)$$

Avec:

$$C_{eq} = \frac{m}{n} \times C \quad (4.14)$$

n : Nombre de condensateurs connectés en série.

m : Nombre de condensateurs connectés en parallèle.

4.5.2.2. Montage étoile:

La puissance réactive fournie par l'ensemble des condensateurs est la suivante :

$$Q_c = 3C\omega V^2 \quad (4.15)$$

et

$$Q_c = 3C_{eq}\omega U^2 \quad (4.16)$$

$$\Leftrightarrow C_{eq} = \frac{Q_c}{3\omega U^2} \quad (4.17)$$

Pour calculer la puissance réactive compensée Q_c , il faut tenir compte des étapes citées ci-dessus pour le mode à choisir.

4.6. Calcul des batteries de compensation pour le TGBT :

Pour calculer la puissance réactive compensée Q_c , les formules citées précédemment sont utilisées:

$$\text{Résultats précédents: } \begin{cases} \cos \varphi = 0,74 \\ \tan \varphi = 0,90 \\ Q_{uj} = 396875,7 \text{ VAR} \end{cases}$$

$$\text{Résultats visés: } \begin{cases} \cos \varphi = 0,95 \\ \tan \varphi = 0,33 \end{cases}$$

$$Q_c = P(\tan \varphi - \tan \varphi') = 215345,61 \text{ VAR}$$

$$Q = Q' + Q_c$$

$$Q_c = Q - Q'$$

$$Q' = 396875,7 - 215345,61 = 181530,09 \text{ VAR}$$

$$C_{eq} = \frac{Q_c}{3\omega U^2} = \frac{215345,61}{3 \times 314 \times 400^2} = 1,428 \times 10^3 F$$

$$C_{eq} = \frac{Q_c}{3\omega U^2} = \frac{215345,61}{3 \times 314 \times 230^2} = 4,321 \times 10^3 F$$

$$C_{\Delta} = 1428000 \mu F$$

$$C_Y = 4321000 \mu F$$

Les puissances réactives avant et après compensation et les valeurs des capacités des condensateurs pour le TGBT sont données dans le tableau 14.

Tableau 15: Les puissances réactives fournies par les batteries de compensation.

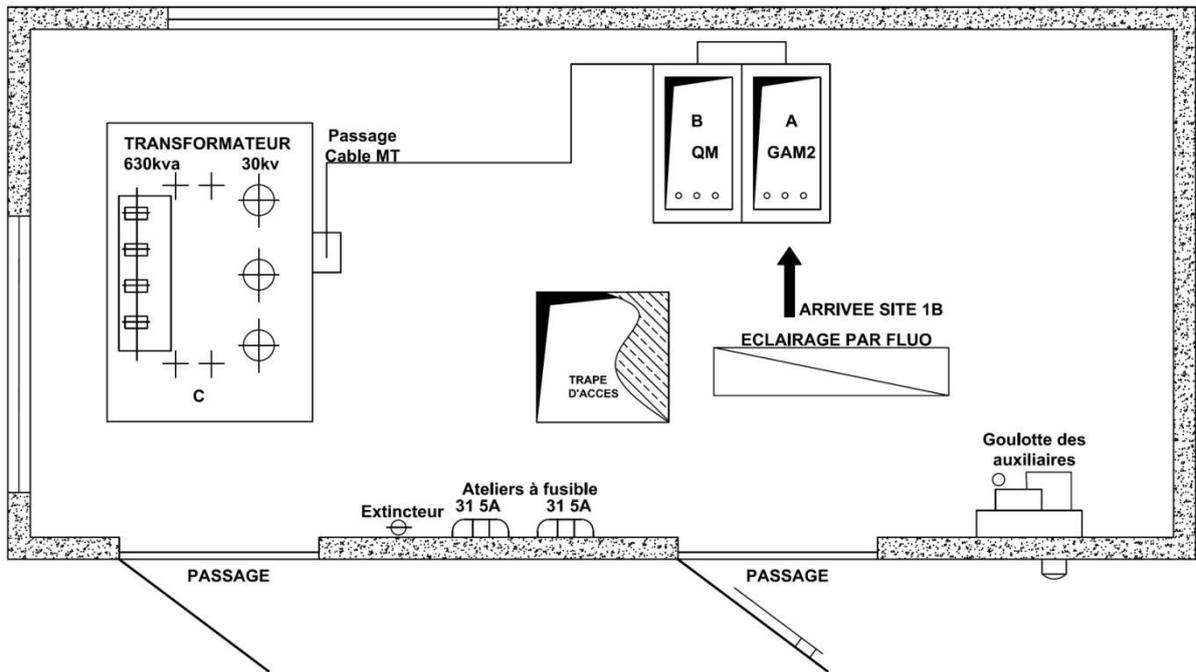
| AVANT COMPENSATION | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| CHARGE | $P_{uj}(W)$ | $S_{uj}(va)$ | $Q_{ij}(var)$ | cos φ | |
| TGBT | 440973 | 396875,7 | 595805,6 | 0,74 | |
| APRES COMPENSATION | | | | | |
| CHARGE | $Q_c(var)$ | $Q'(var)$ | $C_{\Delta}(F)$ | $C_Y(F)$ | cos' φ |
| TGBT | 215345,61 | 181530,09 | 1428000 | 4321000 | 0,95 |

L'allégerie d'opter pour l'installation d'une sous-station, au niveau du **SITE 1B** pour l'alimentation du **SITE 3** serait un choix judicieux, compte tenu du dimensionnement du transformateur adopté selon le bilan de puissances établi.

4.7. Les avantages de sous station:

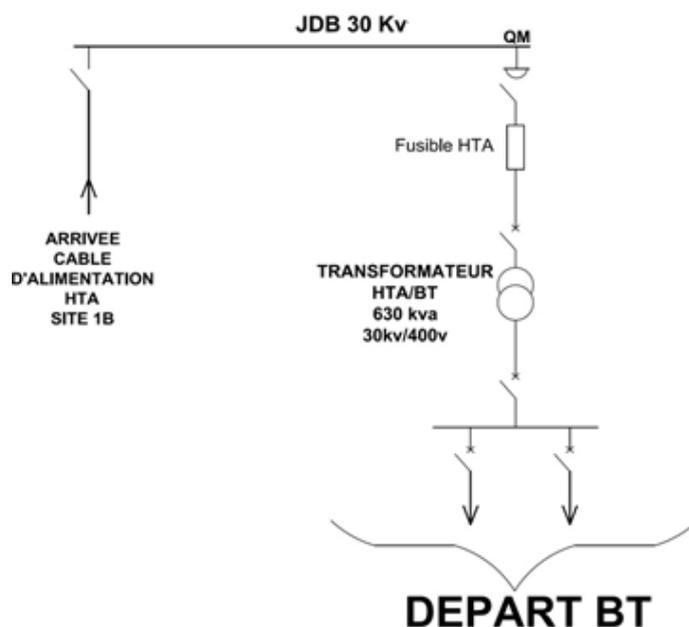
- Simplicité d'utilisation.
- Maîtrise des coûts énergétiques.
- Développement multi-énergétique.
- Diminution des rejets atmosphériques.

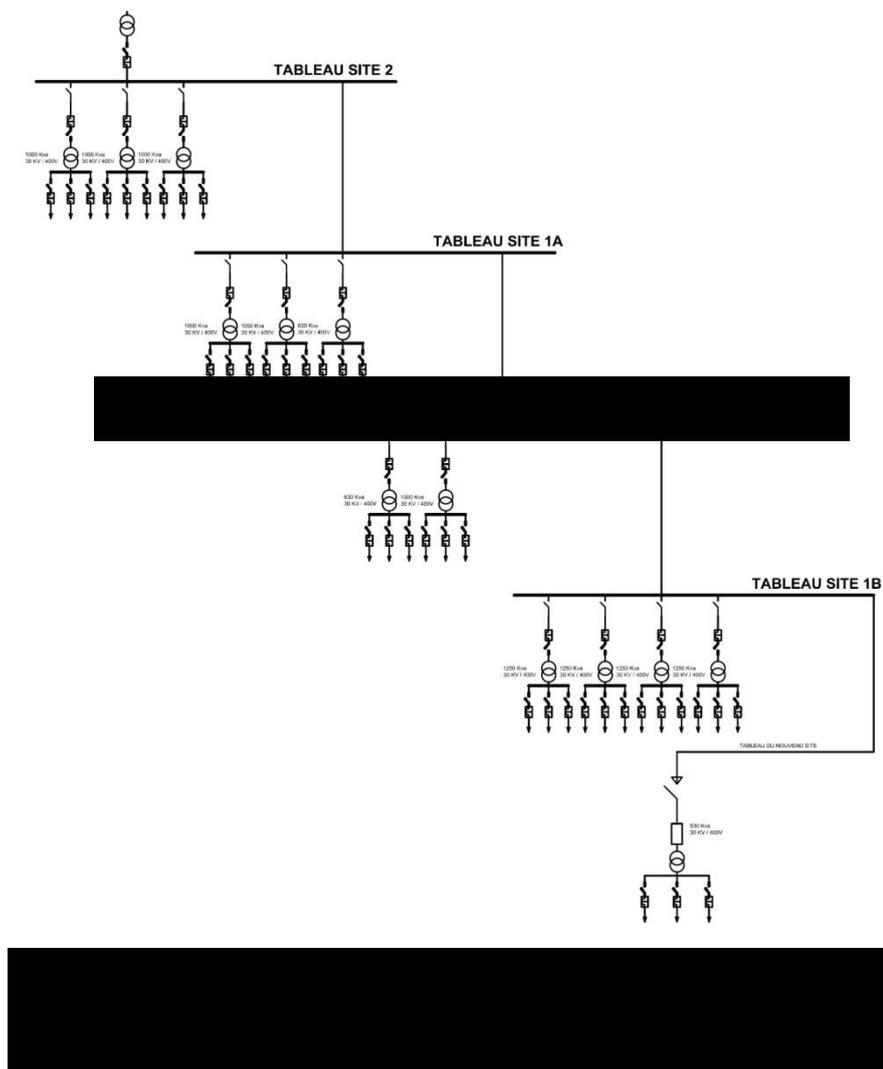
La figure suivante représente la formule d'une sous station.



4.8. La sous-station du SITE 3 :

- Caractéristiques de la sous-station:
- Une gaine de liaison *GAM2*.
- un transformateur abaisseurs 30KV / 400V d'une puissance de 630KVA.
- Une cellule de protection QM (interrupteur fusible combiné) en amont du transformateur.





4.9. Méthode numérique:

Lors de la conception d'un réseau électrique d'une installation industrielle, on rencontre souvent une grande difficulté dans le calcul et le dimensionnement des équipements de cette dernière. Aujourd'hui, on utilise le logiciel « ECODIAL » qui est un atout pour le domaine d'électricité, l'opportunité offerte par ce logiciel est de réaliser des calculs délicats avec précision en un temps réduit.

Dans ce qui suit, nous allons exploiter ce logiciel afin de montrer son efficacité concernant le calcul du bilan de puissances, les choix des sections des câbles ainsi que les calibres des disjoncteurs à installer dans les différents départs du TGBT.

4.9.1. Présentation du logiciel:

«ECODIAL» est un logiciel de conception des installations électriques basse tension, c'est le plus connu des bureaux d'études d'installation électrique, il permet de calculer le bilan de puissances et le dimensionnement des divers équipements de l'installation (câbles, jeux de

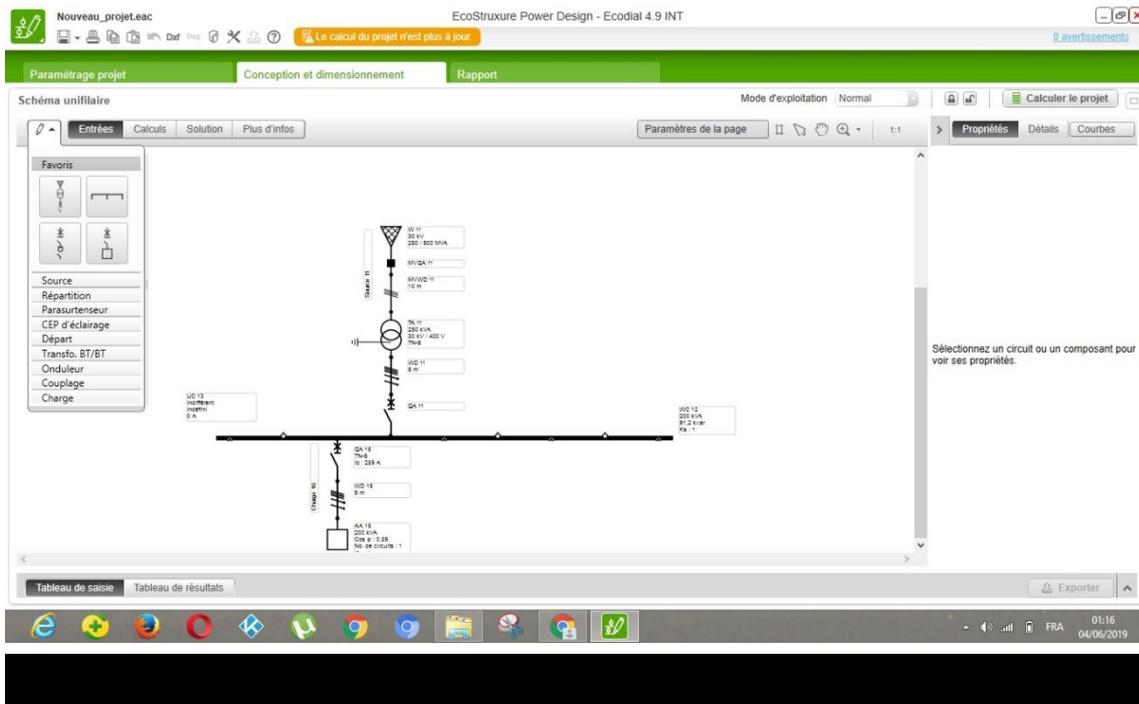
barres, appareillages de protection...etc.), selon la norme NFC 15-100 et le guide de calcul européen CENELEC R 064-003 (UTE C 15-500).

4.9.2. Utilité du logiciel ECODIAL:

Il permet de réaliser les opérations suivantes :

- Calcul le bilan de puissance de l'installation.
- Détermination des sections des câbles, des jeux de barres.
- Calcul des courants de court-circuit, ainsi que les chutes de tension.
- Détermination des calibres appropriés des appareils de protection ; (disjoncteurs, fusibles) à installer, en tenant compte de I_n , I_{cc} , la température, la sélectivité et l'affiliation.

4.9.3. Description de l'interface graphique du logiciel:



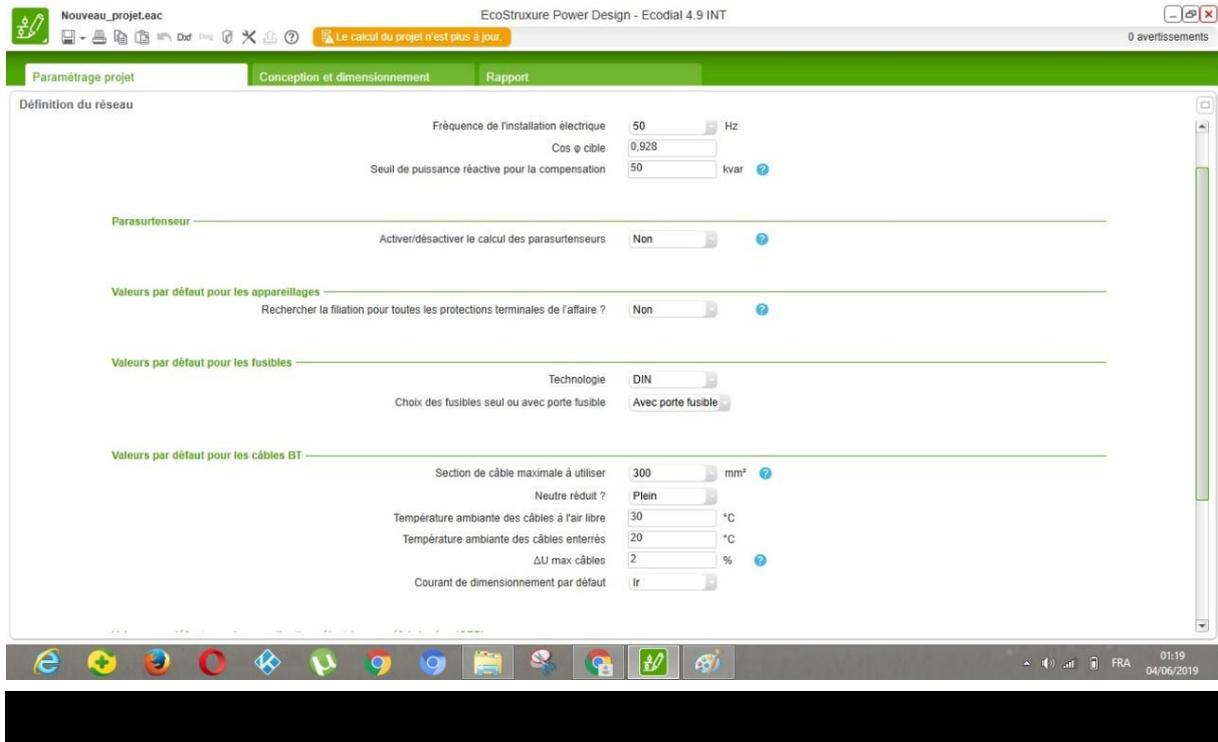
4.9.4. Méthode de calcul:

Pour bien expliquer la méthodologie du logiciel, nous avons opter pour le faire fonctionner avec un simple exemple.

La méthodologie à suivre lors de la création d'un projet avec «ECODIAL», est la suivante :

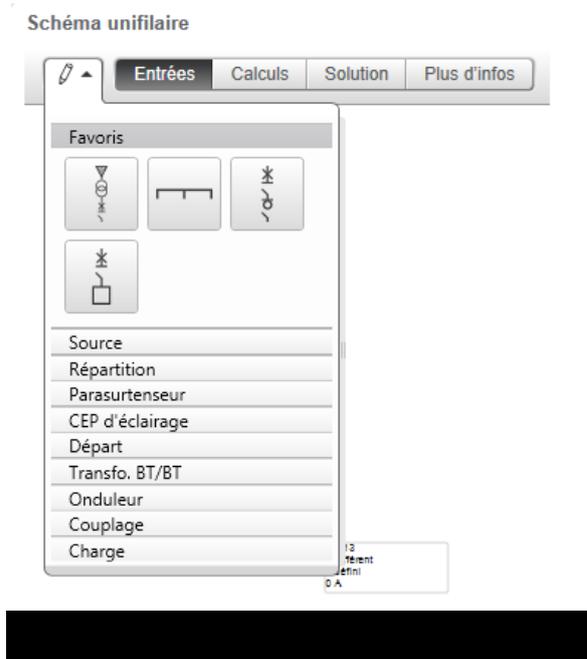
4.9.4.1. Définition des caractéristiques électriques générales du réseau:

Lors du lancement du logiciel, la boîte de dialogue « Caractéristiques globales » est automatiquement affichée, avant de dessiner le schéma, on doit d'abord saisir les caractéristiques générales de l'installation.



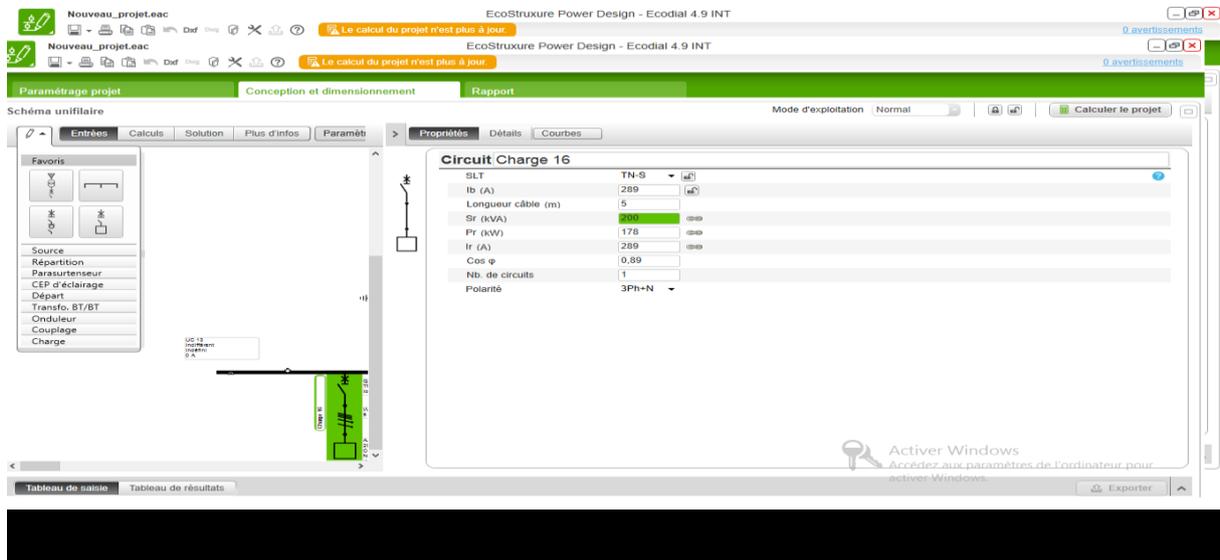
4.9.4.2. Réalisation du schéma unifilaire:

Afin de réaliser le schéma électrique sur «ECODIAL», on doit utiliser la palette des composants électriques qui est affichée automatiquement en bas de l'écran lors du lancement de l'application.



4.9.4.3. Introduction des caractéristiques des éléments du schéma:

Pour faciliter l'exploitation ultérieure du schéma, il est préférable de donner un nom à chaque départ du schéma, et d'introduire les différentes caractéristiques (courant, puissance...etc.), on donne un exemple sur la figure suivante:



4.10. Etape pratique:

4.10.1. Le schéma unifilaire du TGBT:

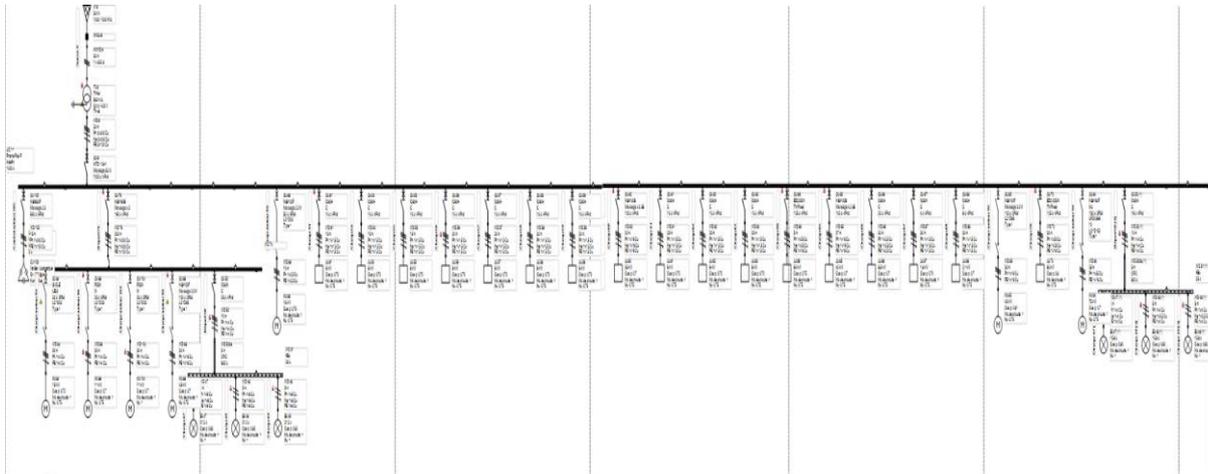


Figure 29: Schéma unifilaire du TGBT via «ECODIAL».

4.10.2. Proposition du logiciel « ECODIAL»:

Tableau 16: Tableau de disjoncteurs et conducteurs proposé par « ECODIAL».

| N° | Equipment | $P_n(kW)$ | Section de cable (mm^2) | Nature | Type de disjoncteur | Calibredéclencheur | $P_{dc}(kA)$ |
|----|-----------------|-----------|-----------------------------|--------|---------------------|--------------------|--------------|
| 1 | M ₁ | 15 | 4 | Cuivre | Tesys gv2le | 32 | 10 |
| 2 | M ₂ | 11 | 4 | Cuivre | Acti9 p25m | 23 | 15 |
| 3 | M ₃ | 11 | 4 | Cuivre | Acti9 p25m | 23 | 15 |
| 4 | M ₄ | 45 | 16 | Cuivre | Nsx100f (100A) | 100 | 36 |
| 5 | E ₅ | 13.5 | 4 | Cuivre | Ic60n | 25 | 10 |
| 6 | M ₅ | 15 | 2.5 | Cuivre | Nsx100f (50A) | 50 | 36 |
| 7 | M ₆ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 8 | M ₇ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 9 | M ₈ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 10 | M ₉ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 11 | M ₁₀ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 12 | M ₁₁ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 13 | M ₁₂ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 14 | M ₁₃ | 35 | 16 | Cuivre | Nsx100b | 100 | 25 |
| 15 | M ₁₄ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 16 | M ₁₅ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 17 | M ₁₆ | 6 | 1.5 | Cuivre | Ic60h | 13 | 15 |
| 18 | M ₁₇ | 60 | 25 | Cuivre | Ezcv250N | 125 | 25 |
| 19 | M ₁₈ | 40 | 16 | Cuivre | Nsx100B | 100 | 25 |
| 20 | M ₁₉ | 8.5 | 2.5 | Cuivre | Ic60h (20A) | 20 | 15 |
| 21 | M ₂₀ | 1.8 | 1.5 | Cuivre | Ic60n (4A) | 4 | 50 |
| 22 | M ₂₁ | 2.1 | 1.5 | Cuivre | Ic60h (6A) | 6 | 15 |
| 23 | M ₂₂ | 45 | 16 | Cuivre | Nsx100f | 100 | 36 |
| 24 | M ₂₃ | 60 | 25 | Cuivre | Ezcv250N | 125 | 25 |
| 25 | M ₂₄ | 75 | 35 | Cuivre | Nsx160f(160A) | 150 | 36 |
| 26 | E ₆ | 10.140 | 4 | Cuivre | Ic60h (16A) | 16 | 15 |
| 27 | B.C | 250 | 240 | Cuivre | Nsx630F | 630 | 36 |

Le choix du logiciel concernant le TGBT s'est porté sur un Prisma Plus P (1000A).

4.11. Estimation du coût de l'installation électrique:

Tableau 17: Coût financier de l'étude.

| N° | Equipment | $P_n(kW)$ | Type de disjoncteur | Prix du disjoncteur [€] |
|-------------|-------------------------------------|-----------|---------------------|-------------------------|
| 1 | M ₁ | 15 | Tesys gv2le | 97 |
| 2 | M ₂ | 11 | Acti9 p25m | 155 |
| 3 | M ₃ | 11 | Acti9 p25m | 155 |
| 4 | M ₄ | 45 | Nsx100f (100A) | 296 |
| 5 | E ₅ | 13.5 | Ic60n | 55 |
| 6 | M ₅ | 15 | Nsx100f (50A) | 267 |
| 7 | M ₆ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 8 | M ₇ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 9 | M ₈ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 10 | M ₉ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 11 | M ₁₀ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 12 | M ₁₁ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 13 | M ₁₂ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 14 | M ₁₃ | 35 | Nsx100b | 205 |
| 15 | M ₁₄ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 16 | M ₁₅ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 17 | M ₁₆ | 6 | Ic60h | 82,5 |
| 18 | M ₁₇ | 60 | Ezcv250N | 321 |
| 19 | M ₁₈ | 40 | Nsx100B | 250 |
| 20 | M ₁₉ | 8.5 | Ic60h (20A) | 82 |
| 21 | M ₂₀ | 1.8 | Ic60n (4A) | 80 |
| 22 | M ₂₁ | 2.1 | Ic60h (6A) | 120 |
| 23 | M ₂₂ | 45 | Nsx100f | 296 |
| 24 | M ₂₃ | 60 | Ezcv250N | 321 |
| 25 | M ₂₄ | 75 | Nsx160f(160A) | 336 |
| 26 | E ₆ | 10.140 | Ic60h (16A) | 82.5 |
| 27 | Armoire de batterie de compensation | 250 | Nsx630F | 1052 |
| 28 | TGBT 1 | | Mtz1 10h1 | 2500 |
| 29 | TGBT2 | | Nsx160b | 389 |
| Prix | | | | 7884.5 € |

Tableau 18: Coût financier du poste de transformation.

| DISPOSITIF | PRIX [€] |
|-----------------------|----------|
| Transformateur 630kva | 7036 |
| Cellule <i>qm</i> | 4053 |
| Prix total | 11089 |

Tableau 19: Coût financier de l'Armoire de batterie de compensation.

| DISPOSITIF | PRIX [€] |
|---------------------------------|----------|
| Armoire de compensation 250kvar | 5032 |

Tableau 20: Coût financier de l'éclairage.

| DISPOSITIF | QUANTITE | PRIX UNITAIRE [€] | PRIX [€] |
|---|----------|-------------------|----------|
| Lampe fluorescent 18w avec ballast électronique | 1050 | 3,5 | 3675 |

Le cout total de l'installation électrique : **27680.5€**

Remarque : le prix total ne comprend pas le cout des conducteurs ni la main d'œuvre.

4.12. Le schéma proposé:

Le schéma que nous proposons est un schéma en boucle ouverte ou coupure d'artère. La disposition sera en série avec deux sources différentes, contenant un disjoncteur de couplage qui assurera l'alimentation du réseau.

Cette solution est bien adaptée au réseau étendu qui pourrait contenir un nombre important de futures extensions. Les tableaux peuvent être alimentés par l'une des sources. Dans le cas de présence d'un défaut sur un câble ou une perte de l'une des sources, il faudrait reconfigurer totalement la boucle. Cependant, cette reconfiguration engendrerait une coupure d'alimentation de quelques secondes si un automatisme de reconfiguration de la boucle est installé.

Notre choix d'opter pour une boucle ouverte ou coupure d'artère est justifié par la bonne fiabilité de l'alimentation.

La figure ci-dessus représente le schéma proposé.

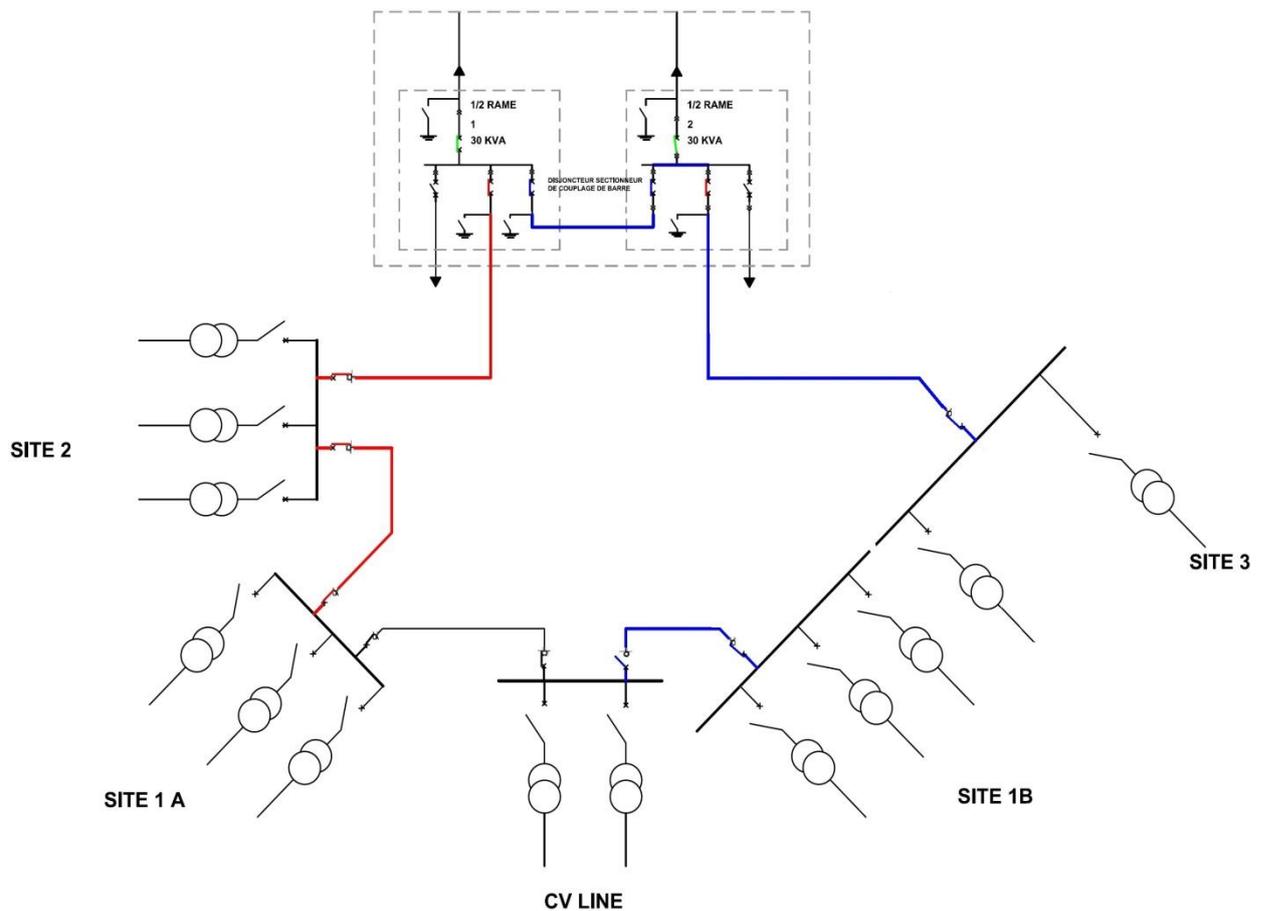


Figure 30: Schéma proposé.

4.13. Conclusion:

Dans ce chapitre, la méthodologie analytique du calcul du bilan de puissances a été effectuée. Il en a été déduit le dimensionnement du transformateur choisi ainsi que la solution d'opter pour une sous-station au niveau du SITE 1B pour l'alimentation du SITE 3.

Toutes les étapes de la méthodologie ont été refaites au moyen du logiciel de conception électrique «ECODIAL» qui s'est avéré être très efficace puisque non seulement il fournit tous les calculs détaillés, mais de plus, il fournit à l'utilisateur une proposition du choix des appareillages les plus adéquats.

Par ailleurs, une estimation du coût financier globale de l'étude a été proposée pour finalisée cette dernière

Pour finir, un nouveau schéma en parallèle est proposé pour la configuration du réseau électrique de l'usine.

II. CONCLUSION GENERALE :

A la fin du stage effectué au sein de la câblerie algérienne, nous avons pu établir une synthèse sur l'installation électrique de cette dernière. Un relevé de l'état actuel du réseau électrique a été accompli et stipule que le réseau est composé de cinq sites, dont un (destiné à deux ateliers de production) est en cours de construction.

Par la suite, nous avons revu les différentes catégories des postes MT/BT afin de caractériser ceux employés actuellement dans la câblerie algérienne. Il en a été conclu, que la configuration actuelle du schéma gouvernant est avec une seule source, qui ne représente pas l'option la plus favorable pour le bon fonctionnement du réseau.

Notre travail a abouti à la réalisation de l'étude électrique concernant l'alimentation du nouveau site de production. Pour cela, nous sommes passés, d'abord, par la méthode classique en calculons le bilan de puissances qui nous a permis de bien dimensionner et de choisir le type de transformateur. Ensuite, pour faciliter les différentes étapes de calcul, et afin d'avoir les résultats dans un temps plus restreint, nous avons opté pour la méthode numérique. Elle a été réalisée au moyen du logiciel «ECODIAL» qui s'est avéré être très efficace puisque non seulement il fournit tous les calculs détaillés, mais de plus, il fournit à l'utilisateur une proposition du choix des appareillages les plus adéquats.

A la fin de l'étape calcul, on a conclu que la solution d'opter pour une sous-station au niveau du SITE 1B pour l'alimentation du SITE 3 représenterait un gain important du point de vue économique par rapport la solution envisagée actuellement qui est le poste de livraison.

Pour finaliser notre travail, nous avons réalisé une étude estimative du coût de revient de l'étude.

Il serait plus judicieux de repenser la configuration globale du réseau entier de la câblerie dans des travaux avenir.

Recherches bibliographiques :

- [1]: Christien Puret, «*Les réseaux de distribution publique MT dans le monde*», France, CT 155 édition septembre, 1991.
- [2]: Groupe Schneider Electric, «*Guide de l'installation électrique*», installation électrique WIKI France, 2016
- [3]: A.Hichem, «*Etude et dimensionnement électrique de la raffinerie sucre liquide CEVITAL*», mémoire de Master, université Bejaia ,2015.
- [4]: Edvard Scanyi, «*Major components you can sport while at opened LV and MV switchboards*», USA, electrical-engineering-portal, 2019.
- [5] : Edvard Scanyi, «*Reactive power and compensation solution basics for students*» USA, electrical-engineering-portal, 2016.
- [6] : Groupe Schneider Electric, «*SM6 cellules modulaires* » France, distribution moyenne tension catalogue, 2013.
- [7] : Rene Bourgeois, Deniscogniel,«*Memotech électrotechnique*» France, Casteilla, 2013.
- [8] : Matériel électrique «*Vente de matériel électrique en ligne* »France ,2019.
- [9] : Théodore Wldi & Gilbert Sybille, «*Electrotechnique*» 4^{ème} édition de boeck-Paris, Juin 2005.
- [10] : Groupe Schneider Electric, «*Détermination des sections de câbles* » complément technique distribution électrique BT et HTA France, 2012.
- [11] : Groupe Schneider Electric «*Guide de l'installation électrique* » France, Edition 2010.

Figure [1.1] : Google map

Figure [2.1] : Les marchés électriques sont composés de plusieurs segments, sur lesquels interviennent différents acteurs.

Figure [2.2] : Mémoire magistère étude des protections des réseau électrique de distribution MT

| | |
|---|----|
| Figure 1: Localisation géographique du GISB. | 6 |
| Figure 2: Organigramme de l'organisation de l'entreprise..... | 7 |
| Figure 3: Câble électrique. | 9 |
| Figure 4: Câble isolé. | 9 |
| Figure 5: Cycle d'énergie à différents niveaux de tension..... | 12 |
| Figure 6: Architecture générale des réseaux d'énergie électrique en Algérie. | 13 |
| Figure 7: Alimentation simple dérivation. | 14 |
| Figure 8: Alimentation en coupure d'artère. | 15 |
| Figure 9: Alimentation double dérivation. | 15 |
| Figure 10: le schéma actuel de SITE 2..... | 18 |
| Figure 11:le schéma actuel de SITE 1.A..... | 18 |
| Figure 12:le schéma actuel de CVLINE | 19 |
| Figure 13: le schéma actuel de SITE 1B | 20 |
| Figure 14: Poste sur poteau. | 23 |
| Figure 15: Poste préfabriqué. | 24 |
| Figure 16: Poste de distribution publique..... | 25 |
| Figure 17: Poste de livraison a comptage MT | 27 |
| Figure 18: Détecteur de courant MT..... | 27 |
| Figure 19: le schéma actuel du réseau de la câblerie sans extension | 29 |
| Figure 20: Représentation graphique. | 41 |
| Figure 21: Exemple de types de condensateurs. | 43 |
| Figure 22: Structure d'une sous-station. | 46 |
| Figure 23: le schéma actuel de la sous station..... | 46 |
| Figure 24: Le schéma actuel de la câblerie avec extension..... | 47 |
| Figure 25: Interface principale du logiciel «ECODIAL»..... | 48 |
| Figure 26: Caractéristique générale de l'installation. | 49 |
| Figure 27: Palette des macro-composants. | 49 |
| Figure 28: Caractéristiques du circuit. | 50 |
| Figure 29: Schéma unifilaire du TGBT via «ECODIAL». | 50 |
| Figure 30: Schéma proposé. | 54 |

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Tableau des domaines de tension. | 13 |
| Tableau 2: Facteur de simultanéité selon le nombre de récepteurs. | 32 |
| Tableau 3: Facteur de simultanéité selon l'utilisation. | 32 |
| Tableau 4: Bilan de puissance installée du site téléphonique. | 33 |
| Tableau 5: Bilan de puissance installée totale du site téléphonique. | 33 |
| Tableau 6: Bilan de puissance installée de Maghreb lampe (TGBT2). | 34 |
| Tableau 7: Bilan de puissance installée totale du site de Maghreb lampe (TGBT2). | 35 |
| Tableau 8: Bilan de puissance utile installée totale du site téléphonique (TGBT1). | 36 |
| Tableau 9: Valeurs des puissances de l'atelier téléphonique. | 36 |
| Tableau 10: Bilan de puissance utile installée totale du site Maghreb lampe (TGBT2). | 37 |
| Tableau 11: Valeurs des puissances de l'atelier Maghreb lampe. | 38 |
| Tableau 12: Valeurs des puissances totales. | 38 |
| Tableau 13: Valeur de puissance d'installation pour $Ke = 1,3$ | 38 |
| Tableau 14: Facteur de puissances obtenues. | 38 |
| Tableau 15: Les puissances réactives fournies par les batteries de compensation. | 45 |
| Tableau 16: Tableau de disjoncteurs et conducteurs proposé par « ECODIAL». | 51 |
| Tableau 17: Coût financier de l'étude. | 52 |
| Tableau 18: Coût financier du poste de transformation. | 53 |
| Tableau 19: Coût financier de l'Armoire de batterie de compensation. | 53 |
| Tableau 20: Coût financier de l'éclairage. | 53 |

Liste des abréviations

GISB : Groupe Industriel Sidi Bendhiba

CSB : Câblerie Sidi Bendhiba

HT : Haute Tension

MT : Moyenne Tension

BT : Basse Tension

HTA : Tension Entre 1000v Et 50000 V

TGBT : Tableau General Basse Tension

TC : Transformateur De Courant

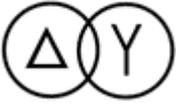
TP : Transformateur De Puissance

SF6 : hexafluorure de soufre

JDB : Jeu De Barre

VA : Volt Ampère

Tableau des symboles

| Symboles | Désignation | Symboles | Désignation |
|---|--|---|-------------------------------|
|  | Sectionneur |  | Interrupteur |
|  | Fusible |  | Interrupteur – sectionneur |
|  | Disjoncteur |  | Transformateur monophasé |
|  | Transformateur triphasé Etoile /triangle |  | Autotransformateur |
|  | Fonction disjoncteur |  | Fonction sectionneur |
|  | Ligne ou câble triphasé |  | La terre |
|  | Arrivée HTA |  | Départ HTA ou BT |