



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
المدرسة الوطنية العليا للتكنولوجيا والهندسة - عنابة
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE TECHNOLOGIE ET D'INGENIERIE - ANNABA

MEMOIRE

En vue d'obtention du diplôme d'INGÉNIEUR D'ETAT
Spécialité: Production électrique et énergie renouvelable

Présenté par

**Ghennam Hibat Rahman
Malaoui Nour El Houda**

**Étude et dimensionnement d'un poste électrique (HTA/BT) pour
l'alimentation d'une station d'air comprimé au sein du
complexe minier de Djebel Onk**

Encadré par

Dr. Bennedjai Soumaya

ENSTI Annaba

Membres du jury:

Pr. HOUABES Mourad	Président	ENSTI
Dr. MESSIKH Tarek	Examineur	ENSTI
Dr. CHIHEB Sofiane	Examineur	ENSTI

Année 2025

Remerciements

Avant toutes choses, je rends grâce à Dieu le Tout-Puissant pour m'avoir assisté et conforté dans la force, la patience et la santé qui m'ont été nécessaires à l'élaboration d'un tel travail.

Je remercie bien sincèrement Mme Bennedjai, mon encadrante, pour sa disponibilité, ses précieux conseils, son assistance méthodique, ses remarques toujours constructives à chaque étape de l'élaboration de ce travail.

Je remercie également M. Soufi Adel pour son encadrement, son écoute et l'environnement facilitateur dont j'ai bénéficié lors de la phase pratique de ce projet.

Je remercie l'ensemble des enseignants et des personnels de l'ENSTI pour la qualité de l'enseignement suivi durant tout mon cursus et leur accompagnement continu tout au long de ma formation.

Je remercie sincèrement les membres du jury pour le temps consacré à l'évaluation de ce mémoire ainsi que pour leurs critiques et leurs conseils.

Un remerciement est adressé à toutes les personnes ayant contribué à ce travail directement ou indirectement.

Dedicace

À mes très chers parents,

Les premiers fondements de ma vie, qui m'ont portée, dirigée, soutenue sans faillir. Merci pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices silencieux, vos prières continues, votre foi toujours profonde en moi au moment le plus incertain.

À mon frère Abdelatif,

À mes sœurs Imen, Nerdjess, Dounia

Merci pour votre présence qui rassure, vos encouragements sincères, vos mots apaisants et votre affection souvent intense

À ma sœur Houda,

Mon repère, ma confidente. Merci pour ton écoute, ta douceur et ton soutien indéfectible À leurs enfants,

Les petits trésors de notre famille, source de joie et d'innocence.

À mes amis

Merci pour votre soutien et votre écoute ; merci pour les instants passés ensemble avec loyauté et générosité

À tous ceux et toutes celles qui occupent une place particulière dans mon cœur.

Hibate Rahmane

Dedicace

À mes parents

Vous avez porté mes rêves de votre main, avant même que je ne sache marcher.
Sur le chemin de mes doutes, vous avez tracé la route par vos prières.
Et ce que vous m'avez appris en silence fut la plus belle des leçons. À travers ce diplôme, c'est avant tout à vous que je le dédie,
à vous qui l'avez rendu possible, par vos nuits blanches, vos renoncements et votre amour inépuisable.

À ma sœur Asma

Mon havre de paix, ma conscience quand l'orage grondait, toi qui as été tantôt coach, infirmière ou encore partenaire,
merci d'avoir transformé ce "non, je ne peux pas" en "Allez, on y arrive !"

À mes frères Yassin, Oussama et Ilyes

Mes éclats de rire nécessaires, mes garde-fous, votre présence fut le souffle de mes années d'études.
Merci d'avoir su, sans un mot, me rappeler que la vie est bien plus qu'un simple bout de papier.

À ma famille

Si ces pages vous paraissent belles, c'est parce que vous y avez apposé le sceau de vos cœurs.
Si vous voyez de la valeur dans mon savoir,
c'est parce que vos sacrifices l'ont rendu précieux.

Nour El Houda

ملخص

يهدف هذا البحث إلى تصميم وتنفيذ محطة كهربائية مدمجة ذات جهد متوسط ومنخفض لتوفير تغذية كهربائية لمحطة هواء مضغوط جديدة ضمن مجمع مناجم جبل العنق التابع لشركة صوميفوص. أظهرت الدراسات أن نظام التغذية الكهربائية القديم لم يعد كافياً أو موثقاً لتلبية متطلبات التشغيل الحديثة، حيث تتضمن المحطة الجديدة خمسة ضواغط هواء ومجففين. يتضمن العمل تحليل احتياجات الطاقة واختيار المعدات المناسبة مثل المحولات والقواطع الكهربائية وأجهزة الحماية، بالإضافة إلى حساب تيارات القصر لضمان سلامة النظام الكهربائي. كما تم دراسة تنسيق عمل أجهزة الحماية والتحقق من انخفاض الجهد لضمان التشغيل السليم. تم استخدام أدوات برمجية متخصصة لإجراء الحسابات الهندسية وتحسين تصميم المحطة. يوفر الحل المقترح تغذية كهربائية مستقرة وآمنة، وفقاً للمعايير التقنية المعتمدة، مما يساهم في تعزيز كفاءة الأداء الصناعي لشركة صوميفوص

الكلمات المفتاحية

تيارات القصر، الانتقائية، CANECO HT/BT، محطة هواء مضغوط HTA/BT انخفاض الجهد

Résumé

Ce mémoire de fin d'études a pour objectif la conception et le dimensionnement d'un poste électrique (HTA/BT) préfabriqué destiné à l'alimentation de la nouvelle station d'air comprimé du complexe minier de Djebel Onk, appartenant à la société SOMIPHOS. Cette nouvelle station vient pour remplacer une installation devenue obsolète et incapable de satisfaire les besoins croissants liés à l'exploitation de cinq compresseurs et deux sécheurs d'air. Le travail inclut l'analyse des besoins en énergie, il comprend l'évaluation des besoins énergétiques, la sélection et le dimensionnement des équipements électriques (notamment les transformateurs, disjoncteurs et relais de protection), l'étude des courants de court-circuit, l'analyse de la sélectivité des protections ainsi que la vérification des chutes de tension. Ces calculs ont été effectués à l'aide du logiciel CANECO (HT/BT) dans le but d'optimiser l'installation électrique. La solution proposée garantit aujourd'hui une alimentation sécurisée de la station, tout en contribuant à l'amélioration des performances industrielles de la société SOMIPHOS, et en respectant les normes techniques.

Mots-clés : Poste HTA/BT, station d'air comprimé, CANECO HT/BT, court-circuit, sélectivité, chute de tension.

Abstract

This final-year project consists of designing and sizing a prefabricated MV/LV electrical substation to feed the new compressed air station at the Djebel Onk mining complex operated by SOMIPHOS. The previous electrical supply did not meet the requirements for this new installation including five compressors and 2 air dryers as it was inconsistent. The project consisted of analyzing and assessing the power demand, picking the right materials (transformers, circuit breakers, protection relays etc.), calculating the short circuits current, investigating selectivity and checking voltage drops. CANECO HT/BT was used to perform all the calculations and truly optimize the whole installation. The offered solution is now capable of delivering a reliable power supply to the station that is compliant with the current technical standards, and also improves the industrial performance of SOMIPHOS

Keywords: MV/LV medium voltage/low voltage, compressed air station, CANECO HT/BT, short-circuit, selectivity, voltage drop.

Liste des abréviations

HTA	Haute Tension A
BT	Basse Tension (400 V)
HTB	Haute Tension B (90 kV)
TP	Transformateur de Potentiel
TC	Transformateur de Courant
DGPT2	Détecteur de Gaz, Pression et Température
CLPG	Cellule de Protection Générale
MCCB	Molded Case Circuit Breaker (Disjoncteur boîtier moulé)
HMI	Human-Machine Interface
CANECO HT/BT	Logiciel de calcul d'installations électriques
ONAF	Refroidissement à l'huile avec ventilation forcée
Modbus	Protocole industriel
RJ45	Connecteur réseau Ethernet
SM6	Gamme de cellules HTA Schneider Electric.
Easergy P3U30	Relais de protection numérique
PS100	Chargeur-redresseur

Liste des tableaux

Tableau III.1	Conditions électriques HTA	15
Tableau III.2	Bilan de puissance	16
Tableau III.3	Le réseau 150/90 KV selon les données de SONELGAZ	17
Tableau III.4	Caractéristique technique de transformateur 800 KVA	18
Tableau IV.1	Nomenclature des équipements du poste électrique HTA/BT	25
Tableau IV.2	Fiche technique de transformateur	29

Liste des figures

Chapitre I: Présentation de l'entreprise

Figure I.1 : Architecture fonctionnelle de la société SOMIPHOS.....	06
Figure I.2 : Schéma opérationnel de traitement du phosphate.....	06
Figure I.3 : Vue de la cellule de réserve du poste HTA.....	07
Figure I.4 : la composition du poste 90/5.5 Kv	08
Figure I.5 : Schéma synoptique du poste 90/5.5 kV.....	09

Chapitre II : État de l'art

Figure II.1 : composition d'un poste sur support aérien	12
Figure II.2 : configuration d'un poste compact préfabriqué	12
Figure II.3 : Vue d'ensemble d'un poste ouvert	13
Figure II.4 : Poste de type intérieur HT/BT en réseau 20 kV.....	13

Chapitre III : Conception et dimensionnement du poste HTA/BT

Figure III.1 : Schéma de calcul du courant de court-circuit en HTA	17
Figure III.2 : Schéma unifilaire d'installation réalisé avec CANECO BT	19
Figure III.3 : Schéma de calcul du courant de court-circuit en BT.....	19
Figure III.4 : Résultat de courant de court_circuit Icc	20
Figure III.5 : Sélectivité	21
Figure III.6 : Résultat de la chute de tension	22

Chapitre IV : Solution technique et implémentation

Figure IV.1 : Le poste HTA/BT	24
Figure IV.2 : Cellules Schneider SM6.....	25
Figure IV.3 : Cellule IM 10 KV	26
Figure IV.4 : Cellule CM 10 KV.....	26
Figure IV.5 : Chargeur redresseur Schneider PS100	28
Figure IV.6 : Easergy P3U30.....	28
Figure IV.7 : Port RJ45 Ethernet – Protocole IEC61850.....	28

Figure IV.8 : Transformateur 800 kVA	28
Figure IV.9 : DGPT2	29
Figure IV.10 : Disjoncteur NS1250N.....	30
Figure IV.11 : Disjoncteur Compact NSX400F.....	30
Figure IV.12: Disjoncteur modulaire Acti9 NG125N	31
Figure IV.13 : Disjoncteur Acti9 NG125L	31
Figure IV.14: Disjoncteur NSX100F.....	32

Sommaire

Introduction générale	02
CHAPITRE I: Présentation de l'entreprise SOMIPHOS	
I.1 Introduction	05
I.2 Présentation de l'Entreprise	05
I.2.1 Problématique.....	05
I.2.2 Organisation de l'entreprise.....	05
I.2.3 Les Différents Secteurs dans l'Usine.....	06
I.3 Poste de distribution d'énergie 90 KV	07
I.3.1. Composition du poste 90 KV	09
I.3.2 Salle de contrôle.....	09
I.4 Conclusion.....	09
CHAPITRE II: Etat de l'art	
II.1. Introduction.....	11
II.2 Les principales attributions d'un poste (Haute Tension A /Basse tension).....	11
II.3 Les types de postes de livraison.....	11
III.3.1 Postes extérieurs	11
III.3.2 Postes intérieurs	12
II.4 Conclusion	13
CHAPITRE III: Conception et dimensionnement du poste (HTA/BT)	
III.1 Introduction.....	15
III.2 Conditions électriques HTA	15
III.3 Bases techniques et critères de choix du matériel.....	15
III.3.1 En HTA.....	15
III.3.2 En BT.....	15
III.4 Bilan de puissance	16
III.5 Présentation du logiciel CANECO	16
III.6 HTA : Haute Tension A	17
III.6.1 Calcul Icc (Courant de court-circuit)	17
III.6.1.1 Résultats et discussions.....	18
III.7 BT: Basse tension	19
III.7.1 Calcul du courant de court-circuit	19
III.7.2 Sélectivité	20

III.7.2.1 Résultats et interpretation...	21
III.7.3 La chute de tension	22
III.7.3.1 Résultats et interprétation	22
III.8 Conclusion	22
CHAPITRE IV : Solution technique et implémentation	
IV.1 Introduction	24
IV.2 Structure du poste électrique HTA/BT	24
IV.3 Cellules Schneider SM6	25
IV.3.1 Cellule interrupteur Arrivée / Départ IM 10 KV	26
IV.3.2 Cellule Comptage CM 10 KV	26
IV.3.3 Cellule Disjoncteur simple sectionnement 10 KV DM1	27
IV.4 Chargeur redresseur Schneider PS100.....	27
IV.5 Relais de protection Easergy P3U30.....	28
IV.6 Transformateurs.....	28
IV.6.1 Le Contact DGPT2.....	29
IV.7 Appareillage BT	29
IV.7.1 Disjoncteur	29
IV.7.1.1 Disjoncteur Compact NS1250N.....	30
IV.8 Conclusion	30
Conclusion générale.....	32
Références bibliographiques	33

Introduction Générale

Introduction Générale

De nos jours, les réseaux d'alimentation électriques constituent des équipements vitaux pour assurer la bonne marche des moyens de production (pompe, moteur, etc...) et la continuité des services. En effet, les ateliers de productions et de traitements nécessitent souvent une alimentation, sécurisée et fiable. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce projet de fin d'études, qui concerne la conception d'un poste HTA/BT préfabriqué destiné à alimenter une station d'air comprimé au niveau du complexe minier de Djebel Onk mené par la société SOMIPHOS.

Contexte du Projet

L'ancienne station d'air comprimé, qui servait à l'alimentation de l'unité de traitement des phosphates, est souvent hors service, ce qui provoque de longs arrêts de la ligne de production. Cette dernière ne permet pas d'alimenter les cinq compresseurs et les deux sécheurs d'air de la nouvelle installation. Pour y remédier, on a lancé un projet de construction d'une nouvelle station d'air comprimé.

Objectifs du Projet

Ce projet de fin d'études a pour but de concevoir et de dimensionner un poste électrique HTA/BT (5,5 kV / 0,4 kV) préfabriqué le plus adapté pour alimenter la nouvelle station d'air comprimé. Pour ce faire, on a :

- Analyser les besoins en énergie électrique de la nouvelle station afin de dimensionner correctement l'installation.
- Sélectionner les équipements adaptés tels que les transformateurs, disjoncteurs et dispositifs de protection.
- Effectuer les calculs de courants de court-circuit pour évaluer la tenue des équipements face aux contraintes électriques extrêmes.
- Réaliser une étude de sélectivité des dispositifs de coupure afin de garantir une élimination localisée des défauts, sans impacter l'ensemble de l'installation.
- Vérifier les niveaux de chute de tension pour assurer la conformité de l'alimentation électrique avec les exigences réglementaires et normatives.

Le mémoire est structuré en quatre chapitres:

- Présentation de l'entreprise SOMIPHOS
- État de l'art
- Conception et dimensionnement du Nouveau Poste HTA/BT
- Solution Technique et implémentation

Cette étude permet d'améliorer le fonctionnement de SOMIPHOS, à travers une solution adaptée à la situation de l'entreprise en prenant en compte les exigences des norme

CHAPITRE I:
Présentation de l'entreprise
SOMIPHOS

I.1 Introduction

Dans Ce chapitre, nous présentons brièvement la société SOMIPHOS. IL s'agit d'une société relevant du groupe FERPHOS dont l'activité est l'exploitation et traitement du phosphate à Djebel Onk, dans la wilaya de Tébessa. Nous évoquons également l'organisation de la société ainsi que ses grandes familles de métiers et ses infrastructures électriques existantes, notamment le poste de distribution 90/5.5 kV, permettant ainsi de mieux situer le cadre industriel du projet de fin d'étude, à savoir la conception d'un poste (HTA/BT) préfabriqué pour la nouvelle station d'air comprimé du site.

I.2 Présentation de l'Entreprise

La Société des Mines de Phosphates (SOMIPHOS) est une entreprise publique à capitaux étatiques, issue de la réorganisation de FERPHOS SPA en janvier 2005. Filiale du groupe FERPHOS, elle est implantée à Tébessa, dans l'est de l'Algérie, et joue un rôle stratégique dans le secteur minier national. Sa mission principale est d'assurer l'ensemble des opérations liées à la valorisation du phosphate, depuis la prospection et l'extraction jusqu'à la transformation, le transport et la commercialisation.

Le site d'exploitation majeur de SOMIPHOS, situé à Djebel Onk, comprend de vastes carrières à ciel ouvert, une unité de traitement du minerai, ainsi qu'un réseau d'infrastructures logistiques dédiées au transfert du phosphate vers les installations portuaires, principalement celles d'Annaba, en vue de son exportation.

I .2.1 Problématique

Le recours à la construction d'une nouvelle station d'air comprimé totalement équipée vient en réponse aux divers problèmes vécus avec l'ancienne d'air comprimé, dont : l'étanchéité, les filtrations, les Gaines de refoulement Etc...).

La nouvelle station d'air comprimé composée de cinq compresseurs et deux sécheurs d'air nécessite une alimentation électrique puissante et stable. Ceci n'est pas pris en charge dans le projet de l'ancienne station, qui alimente (04) compresseurs à la fois.

I .2.2 Organisation de l'entreprise

Notre projet de fin d'études a été réalisé au sein de la section régulation du service électrique, relevant du département Entretien du Matériel Fixe (DEMF).

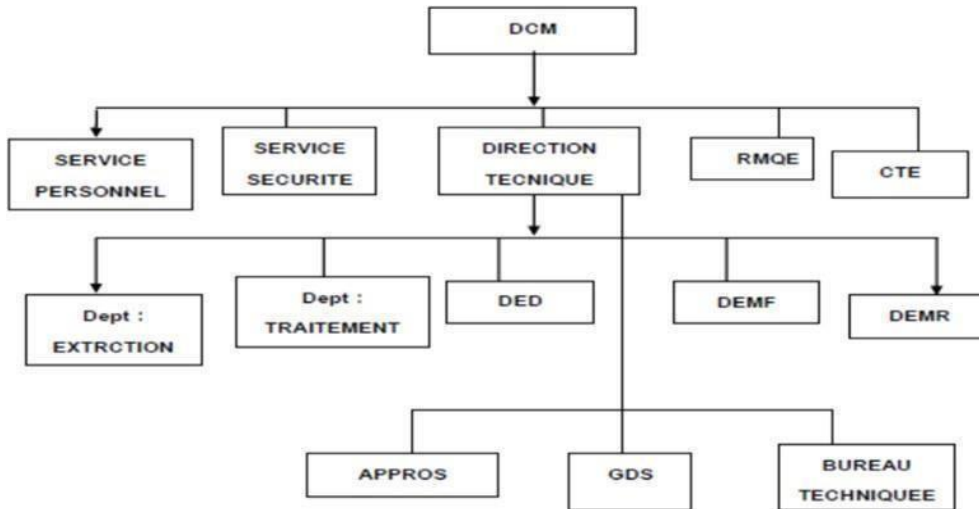


Figure I.1: Architecture fonctionnelle de la société SOMIPHOS [1]

I.2.3. Les Différents Secteurs dans l'Usine

L'usine se compose de plusieurs secteurs pour le traitement du Phosphate comme montre (la figure I.2).

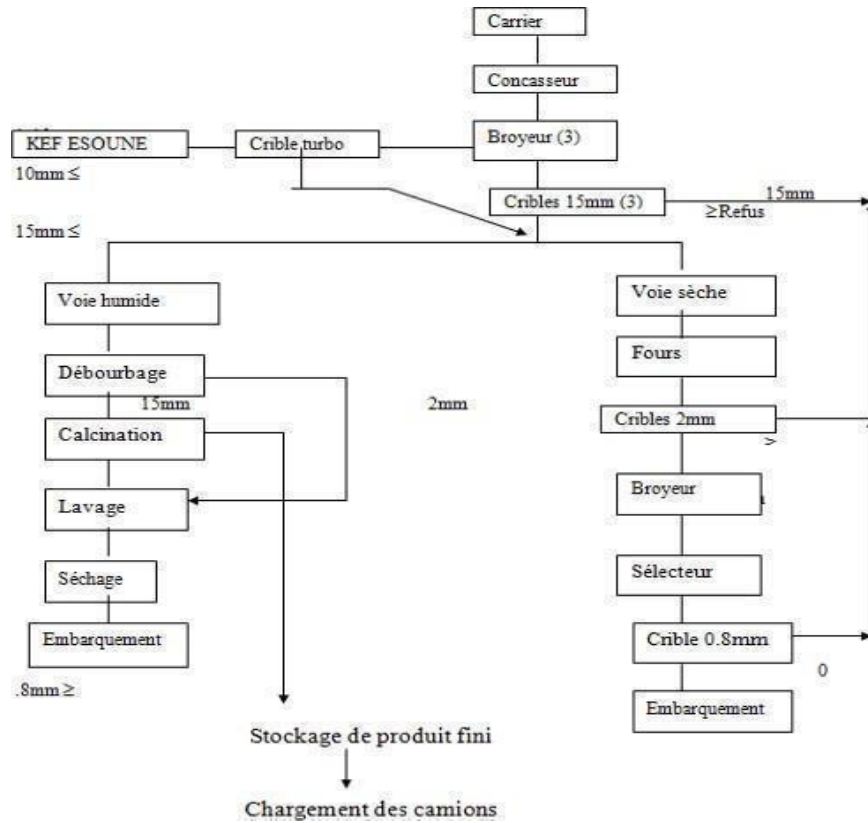


Figure I.2: Schéma opérationnel de traitement du phosphate [1]

I.3 Poste de distribution d'énergie 90 KV

L'alimentation électrique des infrastructures industrielles, en particulier dans le secteur minier de Djebel Onk provient de la compagnie SONELGAZ.

Le poste 90/5.5 kV est le centre essentiel de la distribution électrique du complexe. IL est constitué de deux niveaux:

- **Niveau HTB (Haute Tension) 90 kV:** Comporte deux transformateurs 90/5.5 kV de marque SIEMENS, chacun d'une puissance nominale de 20 MVA.
- **Niveau HTA (Haute Tension) 5.5 kV:** Cellules de départ alimentant les différentes unités de production: concassage, lavage, séchage, débouillage, calcination, carrière, condensateurs, dépoussiérage, ainsi que deux cellules arrivées pour les transformateurs. Il y a également d'autres départs, notamment le transformateur auxiliaire et la réserve.

Important:

IL est important de noter que la cellule de réserve constitue notre cas d'étude dans le cadre du projet de fin d'étude portant sur l'alimentation d'un poste électrique HTA/BT préfabriqué pour une station d'air comprimé.



Figure I. 3 : Vue de la cellule de réserve du poste HT

I.3.1 Composition du poste 90 KV

Les principaux éléments du poste incluent :

- Sectionneur de tête de ligne
- Disjoncteur 90 KV
- Deux sectionneurs d'aiguillage
- Transformateurs de mesure (TP et TC)
- Deux transformateurs de puissance (20 MVA chacun)
- Parafoudre
- Tableaux 5.5 kV
- Système de protection
- Services auxiliaires (courant alternatif et continu)
- Système de comptage de l'énergie électrique



Figure I.4: la composition du poste 90/5.5 KV

I.3.2 salle de contrôle

Dans la salle de contrôle, les cellules de départ 5,5 kV assurent l'alimentation des différentes zones de production. Elles sont équipées de relais de protection, qui servent à protéger les câbles contre les surcharges et les courts-circuits. Chaque cellule dispose aussi d'un système de verrouillage sécurisé, garantissant un fonctionnement fiable et sécurisé .

La deuxième partie de la salle de contrôle comprend un tableau synoptique qui représente le schéma du poste électrique. Ce tableau facilite la surveillance et la gestion du réseau.

En complément, des interfaces homme-machine (HMI) ont été mises en place pour permettre la gestion des événements, des alarmes, des commandes et des opérations de contrôle. Ces interfaces sont reliées aux transformateurs de courant (TI) et de tension (TP), ce qui permet un suivi précis du fonctionnement du réseau.

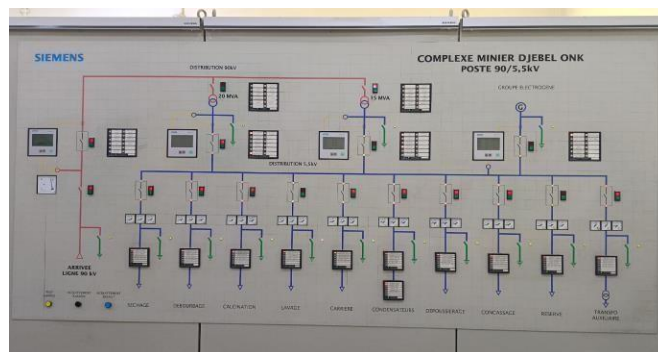


Figure I.5 : Schéma synoptique du poste 90/5.5 kV

I.4. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté la société SOMIPHOS, à travers sa structure fonctionnelle et son site de production de Djebel Onk. L'étude du poste 90/5.5 KV a mis en avant le besoin en énergie électrique pour alimenter l'ensemble des équipements nécessaires aux processus industriels.

CHAPITRE II: Etat de l'art

II.1. Introduction

Le poste HTA/BT joue un rôle essentiel dans la distribution de l'énergie électrique, ce chapitre a pour objectif de détailler les différents types de postes (HTA/BT), leurs fonctionnements et les équipements essentiels qui les constituent, De plus, il traite les normes en vigueur pour assurer la sécurité et la fiabilité des installations électriques.

II.2. Les principales attributions d'un poste (HTA/BT) dans l'infrastructure électrique

a) Conversion de la tension

Les réseaux électriques sont généralement prévus pour minimiser les pertes lors du transport de l'électricité qui se fait par les lignes de haute tension HTA. Le poste (HTA/BT) va abaisser cette tension à une valeur compatible avec l'utilisation des équipements électriques des consommateurs [2].

b) Protection du réseau

Le poste est équipé d'appareillages de protection (disjoncteurs, interrupteurs, parafoudres) et des détecteurs de défauts qui isolent les parties du réseau affectées et évitent les pannes pour l'ensemble du réseau [2].

c) Distribution efficace

Le poste (HTA/BT) alimente plusieurs départs en basse tension, chacun étant équipé d'un dispositif de sectionnement et de protection. Cette configuration permet de délivrer une puissance électrique appropriée à chaque type d'utilisateur [2].

d) Assurance de la qualité de l'énergie

Grâce à des équipements de contrôle et d'instrumentation, le poste s'assure que la tension et la fréquence sont conformes aux normes techniques et/ou nationales [2].

II.3 Les types de postes de livraison

Nous distinguons deux configurations majeures pour les postes de livraison (HTA/BT) :

II.3.1 Postes extérieurs

- **Poste sur poteau** : généralement utilisés pour des puissances de 25, 50 ou 100 kVA,
- **Préfabriqué** et montés en hauteur :

Poste en bas de poteau : conçus pour des plages de puissance comprises entre 100 et 250 kVA, ces postes sont installés au pied du poteau et conviennent aux besoins de distribution moyenne.

Poste compact : adaptés à des puissances plus élevées, généralement comprises entre 160 et 1 250 kVA, ces postes offrent une solution intégrée, souvent utilisée dans des environnements urbains ou industriels.

- **Poste maçonné traditionnel** : conçu pour des puissances équivalentes, de 160 à 1 250 KVA [3].

II.3.2 Postes intérieurs

Il se compose de deux types :

- Postes ouverts, réalisés en maçonnerie ou préfabriqués.
- Postes en cellules métalliques préfabriquées, assurant une installation modulaire et sécurisée [3].

Les plages de puissance associées à ces configurations s'étendent de 100 à 1 250 kVA. Lorsque l'intensité dépasse 2 000 A ou en présence de plusieurs transformateurs, le comptage en basse tension doit être remplacé par un comptage en haute tension, conformément aux exigences normatives [3].

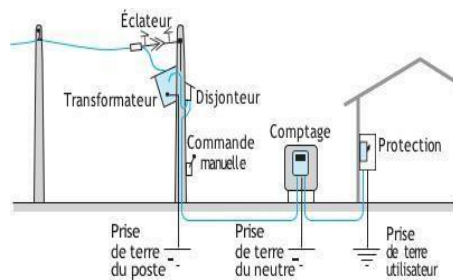


Figure II.1 : composition d'un poste sur support aérien [3]

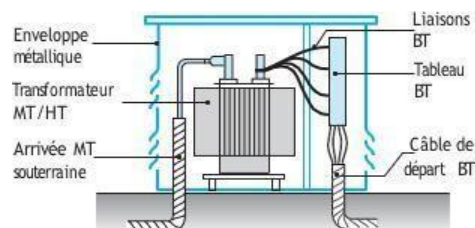


Figure II.2 : configuration d'un poste Compact préfabriqué [3]

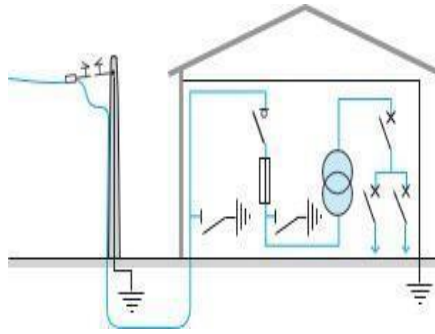


Figure II.3 : Vue d'ensemble d'un poste ouvert [3]



Figure II.4 : Poste de type intérieur HT/BT en réseau 20 kV [3]

II.4 Conclusion

Le poste électrique joue un rôle essentiel dans le système de distribution de l'électricité. Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes catégories de postes et leurs caractéristiques techniques. Le choix du type de poste, de ses équipements et de la manière dont il est installé doit toujours viser à améliorer les performances, à limiter les pertes d'énergie et à garantir une alimentation continue.

CHAPITRE III: Conception et dimensionnement du poste (HTA/BT)

III.1 Introduction

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous étudions la conception et la mise en service d'un poste électrique préfabriquée 5, 5 kV / 0,4 kV, destiné à alimenter les équipements de la nouvelle station d'air comprimé.

Ce chapitre présente le logiciel de calcul CANECO (HT/BT) qui est un outil de référence pour le calcul, le dimensionnement et la conception des installations électriques.

III.2 Conditions électriques (HTA)

Tableau III.1 : Conditions électriques (HTA) [4]

Tension de service	5.5 kV
Tension assignée	7.2 kV
Fréquence	50 Hz
Pouvoir de coupeur Pendant 1 s (courant court- circuit)	16 kA

III.3 Bases techniques et critères de choix du matériels

Les principaux facteurs pris en considération dans le choix de notre solution sont :

III.3.1 En HTA

➤ **Courant de court-circuit** : Calculé depuis le poste source pour vérifier la tenue thermique et mécanique des équipements HTA ainsi que la capacité de coupure des protections.

III.3.2 En BT

➤ **Courants de court-circuit** : Étudiés au point d'utilisation pour vérifier la tenue des équipements BT et la capacité des dispositifs de protection.

➤ **Chutes de tension** : Analysées sur l'ensemble de l'installation BT pour garantir un bon fonctionnement des équipements.

➤ **Réglage des protections** : Calculé pour assurer la sélectivité entre les protections amont et aval.

III.4 Bilan de puissance

Station d'air comprimé équipée par les équipements suivant :

Tableau III.2: Bilan de puissance de la station d'air comprimé [4]

Equipement	Tension (V) / Fréquence (HZ)	Courant (A)	Puissance (KW)
Compresseur 1	400V /50 HZ	358 A	160 KW
Compresseur 2	400V/50 HZ	358 A	160 KW
Compresseur 3	400V/50 HZ	358 A	160 KW
Compresseur 4	400V/50 HZ	320 A	160 KW
Compresseur 5	400V/50 HZ	320 A	160 KW
Sécheur d'air 01	220V/50 HZ	139.5 A	77.3 KW
Sécheur d'air 02	220V/50 HZ	139.5 A	77.3 KW
Climatiseurs	380V/50 HZ	19.85 A	5500 W
Eclairage interne de station d'air Comprimé	220/400V/50 HZ	200 A	
Deux prises force	220/400/50 HZ	200 A	
Dep_Acess	220/400/50 HZ	14.43 A	8 KW

III.5 Présentation du logiciel CANECO

CANECO HT est un logiciel utilisé pour les études électriques en haute tension. Il permet d'assurer le bon choix des câbles, de réaliser les calculs nécessaires au fonctionnement du réseau, de produire des schémas électriques précis, et d'étudier la coordination entre les protections afin de garantir la sécurité de l'installation.

CANECO BT est un programme dédié aux réseaux électriques basse tension. Il accompagne les ingénieurs dans la conception des installations, en automatisant les calculs de dimensionnement, la génération des schémas unifilaires, ainsi que la rédaction des rapports de calcul [5].

III.6 HTA: Haute Tension A

III .6.1 Calcul ICC

Notre calcul est basé sur les hypothèses suivantes :

- Le réseau 150 KV / 90 KV a une puissance de court-circuit de 415 MVA selon les données de Sonelgaz (mise à jour de l'année 2023).

Tableau III.3: Le réseau 150 KV / 90 KV selon les données de Sonelgaz [4]

Postes	Un (kV)	Défaut Monophasé			Défaut Triphasé			Zh/Zd
		I _{cc} (kA)	Z _h (Ohm)	S _{cc} (MVA)	I _{cc} (kA)	Z _d (Ohm)	S _{cc} (MVA)	
Djebel Onk	150	2.02	64.11	524	2.46	38.74	639	1.65
Djebel Onk	90	2.15	36.85	335	2.66	21.47	415	1.72

- L'alimentation est en antenne, elle alimente deux transformateurs qui ne fonctionnent pas simultanément ; de puissance avec régulateur en charge de 20MVA (90 KV / 6 KV à vide), ONAN/ONAF .

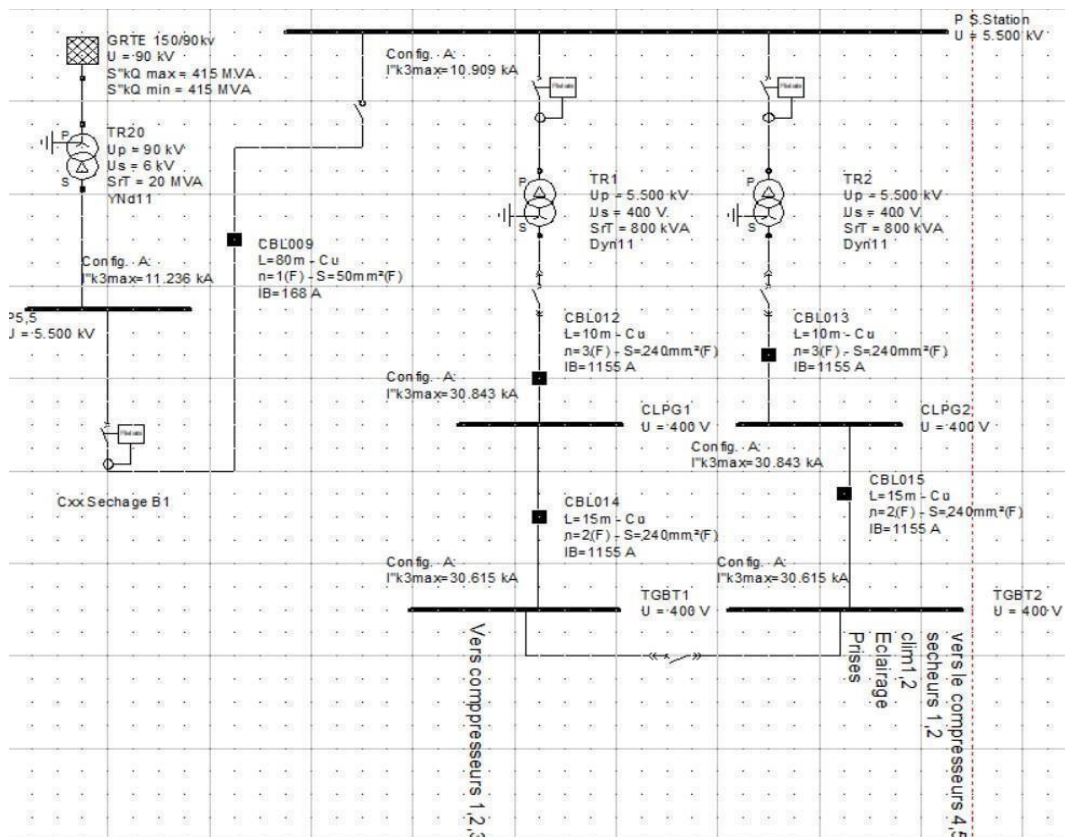


Figure III.1: Schéma de calcul du courant de court-circuit en HTA (Caneco HT)

III.6.1.1 Résultats et discussions

- Le courant de court-circuit mesuré au niveau du tableau 5,5 kV, situé immédiatement après le transformateur TR20, est de 11,236 kA. Cette valeur confirme la nécessité d'un pouvoir de coupure de 16 kA pour les dispositifs de protection.
- Au niveau du jeu de barres de la sous-station, juste en amont des transformateurs TR1 et TR2, le courant de court-circuit ICC atteint 10,909 kA, ce qui valide également le choix d'un pouvoir de coupure de 16 kA. Nous avons remarqué une diminution du courant de court-circuit cela est due à l'impédance du câble CBL009 entre les deux jeux de barres.
- Le courant total absorbé par chaque transformateur TR1/TR2, cote primaire est de **84A**, donc $84 \times 2 = 168 \text{ A}$ pour les deux transformateurs.

Tableau III.4: Caractéristique technique de transformateur 800 KVA

TRANSFORMATEURS								
Repère	S _{rT} (MVA)	U _{rT1} (kV)	U _{rT2} (kV)	U _{kr} (%)	P _{krT} (kW)	Prise réglage	Impédance R0 X0	Couplage Liaison à la terre
	Primaire Secondaire	U _{rT1} (kV) U _{rT2} (kV)	I _{rT1} (A) I _{rT2} (A)					
TR1	0.800	5.500 0.400	84 1155	5.76	5.000	0.00%	1 xR1 1	Dyn11 Isolé Direct
TR2	0.800	5.500 0.400	84 1155	5.76	5.000	0.00%	1 xR1 1	Dyn11 Isolé Direct

- Ce qui justifie le courant nominal du jeu de barres 5.5 kV : 630A.

III.7 BT: Basse tension

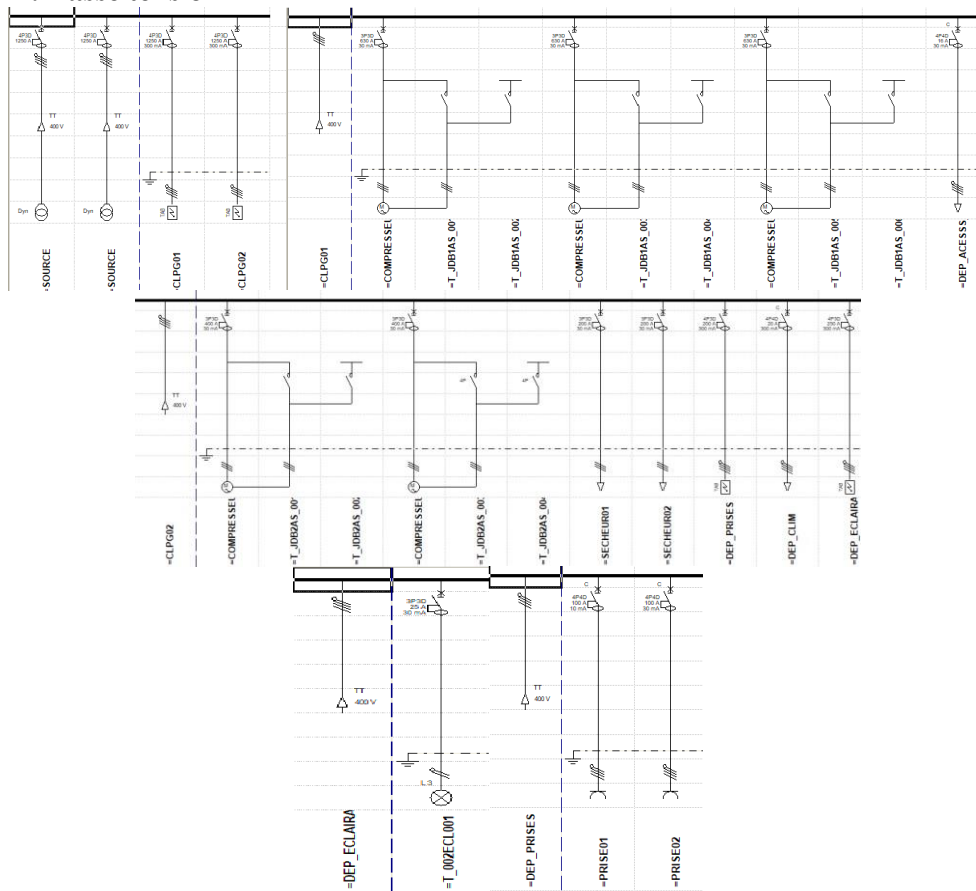


Figure III.2: Schéma unifilaire d'installation réalisé avec le logiciel CANECO BT

III.7.1 Calcul du courant de court-circuit

✓ 1^{er} CAS: les 2 transformateurs sont désaccouplés

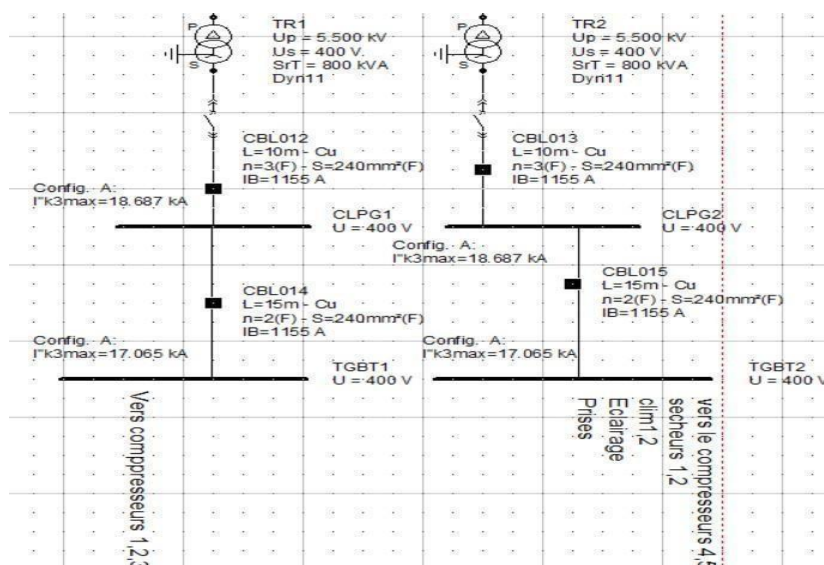


Figure III.3: Schéma du calcul du courant de court-circuit en BT (CAS transformateurs Désaccouplés)

- Les transformateurs 01 et 02 sont désaccouplés et chacun débite sur son jeu de barres séparément donc le courant de court-circuit est **18.687KA**.
- ✓ **2^{ème} CAS: les 2 transformateurs sont accouplés**

Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble 4X3X(1x185)	
Neutre 4X(1x185)	
PE ou PEN	
Critère B1	
In source	1154,7 A
B	1154,7 A
B neutre	1154,7 A
STH	175,2 mm ²
STH neutre	167,8 mm ²
dU total	0,19 %
Ic3 Max	30069 A
Ic2 Max	26040 A
Ic1 Max	32023 A
I' Max:	
Ic3 Min	14663 A
Ic2 Min	12698 A
Ic1 Min	14989 A

FigureIII.4: Résultat de courant de court circuit Icc

- Nous voyons clairement que si les deux disjoncteurs BT d'arrivée des transformateurs TR1 et TR2 sont fermés et leurs demi jeux de barres sont accouplés, le courant de court-circuit est = **30.069 KA** (mise en parallèle de TR1/2).
 - ➔ Ceci impose un pouvoir de coupure d'au moins 50 kA.
- Pour le courant nominal du jeu de barres BT, il est bien entendu la somme des deux courants de TR1/2, soit $2 \times 1155 = 2310$ A
 - ➔ Donc nous choisissons alors 2500A.

III.7.2 Sélectivité

La sélectivité totale est une condition où, quel que soit le courant de défaut (entre le courant de court-circuit minimum et maximum), seul le disjoncteur situé en aval (le plus proche du défaut) se déclenche, tandis que le disjoncteur en amont reste fermé.

Elle garantit :

- Une coupure localisée au niveau du circuit défaillant,
- Aucune coupure inutile des autres circuits,
- Une continuité de service optimale dans l'installation.

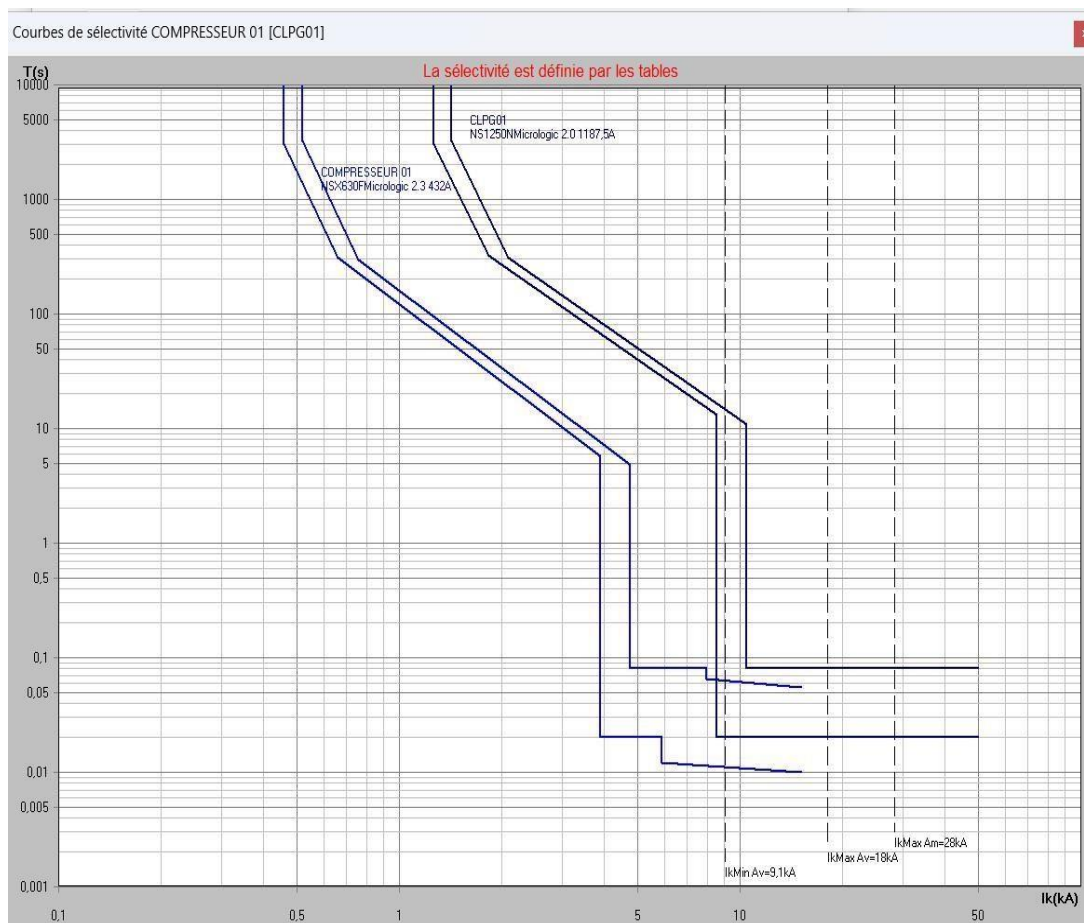


Figure III.5: la sélectivité

III.7.2.1 Résultats et interprétation

Cette étude a pour but de vérifier la sélectivité entre deux disjoncteurs :

- le disjoncteur en aval, qui protège le compresseur 01,
- le disjoncteur en amont, situé au niveau du tableau CLPG01. Ces deux disjoncteurs sont installés dans le même tableau de distribution.
- L'analyse des courbes de déclenchement révèle que celle du disjoncteur en aval est toujours inférieure à celle du disjoncteur en amont, quelle que soit la situation de défaut. Cela signifie que :
 - Le disjoncteur en aval se déclenche en premier, ce qui permet une coupure rapide et localisée au niveau du circuit défaillant.
 - Le disjoncteur en amont reste fermé, ce qui maintient l'alimentation des autres départs du tableau

III.7.3 La chute de tension

Circuit : COMPRESSEUR 01	
Circuit conforme	
Libellé	Valeur
Câble	3X(1x240)
Neutre	
PE ou PEN	
Critère IN!	
Longueur Max.	207 m (CC)
IB	358,0 A
STH	234,8 mm ²
Iz	438,0 A
dU circuit	0,97 %
dU démarrage	3,81 %
dU total	1,48 %
Ik3 Max	18084 A
Ik2 Max	15662 A
Ik1 Max	
If Max	
Ik3 Min	10464 A
Ik2 Min	9063 A
Ik1 Min	
If	
IrMg Max	8239 A
Ik Am/Av	28,5 kA/18,;
Type de sélectivité	par Table
Sélectivité sur Ik Totale	
Sélectivité thermique	Avec

Figure III.6: Résultat de la chute de tension

III.7.3.1 Résultats et interprétation

- La chute de tension calculée sur le départ COMPRESSEUR 01 est de **1,48 %**, ce qui est inférieure à la limite réglementaire de 8 % imposée en basse tension cela implique : Le compresseur reçoit une tension suffisante et stable,
- IL assurera un bon fonctionnement sans risque de sous-tension.
- Absence de surchauffe excessive. Donc Le dimensionnement du câble est bien optimisé.

III.8 Conclusion

Ce chapitre a présenté le dimensionnement du poste (HTA/BT), en utilisant le logiciels CANECO (HT/BT) , les résultats obtenus en termes de calcul et de localisation des défauts on montrer l'efficacité de ce logiciel pour garantir la continuité de service de ce poste et par conséquence la chaine de production.

CHAPITRE IV : Solution technique et implémentation

IV.1 Introduction

Dans le cadre de notre analyse, une alternative technique a été développée pour assurer l'alimentation électrique d'une station d'air comprimé à travers un poste HTA/BT de type modulaire. Ce chapitre expose avec précision la configuration du poste, les dispositifs principaux qui y sont intégrés, leurs propriétés techniques, ainsi que les paramètres de fonctionnement requis pour garantir une alimentation continue, fiable et en toute sécurité.

IV.2 Structure du poste HTA/BT

La configuration retenue pour cette solution repose sur un agencement spécifique, dans lequel les équipements HTA (5,5 kV) et BT (0,4 kV), ainsi que les transformateurs, sont intégrés dans deux postes préfabriqués placés côte à côte.

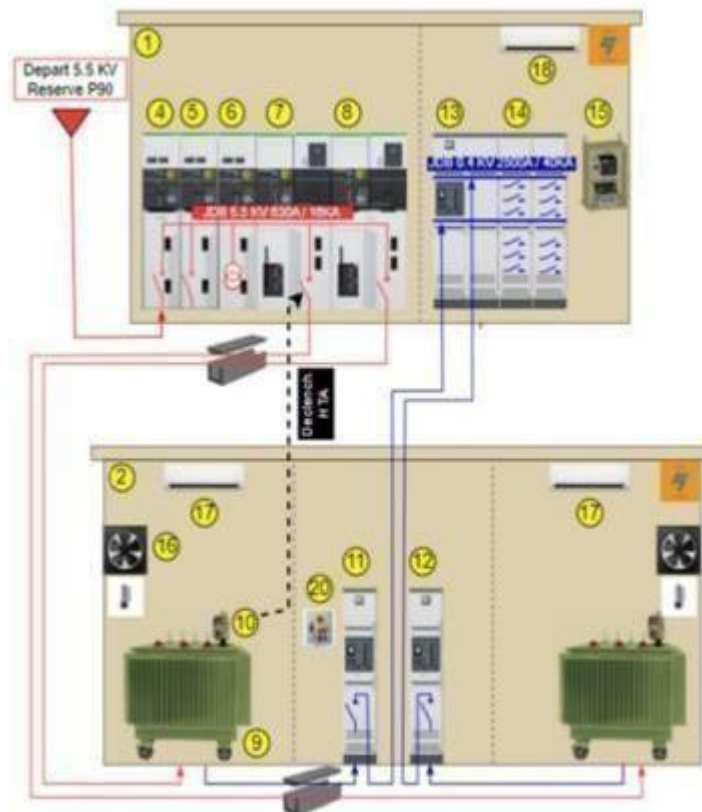


Figure IV.1: Poste HTA/BT[6]

Tableau IV. 1: Nomenclature des équipements du poste électrique HTA/BT

No	Nomenclature	No	Nomenclature
01	Poste tableau 5.5 / 0.4 KV	11	Cellule Arrivée TR1(CLPG1)
02	Poste transformateurs + CLPG	12	Cellule Arrivée TR2(CLPG2)
03	Salle machines air comprimé	13	Cellule couplage
04	Cellule SM6 IM : Arrivée 5.5 KV	14	Cellule départs divers
05	Cellule SM6 IM : Départ 5.5 KV	15	Chargeur redresseur batterie PS100
06	Cellule SM6 CM : Comptage 5.5 KV	16	Extracteur d'air + thermostat
07	Cellule SM6 DM1A : Protection TR1	17	Double climatisation
08	Cellule SM6 DM1A : Protection TR2	18	Simple climatisation
09	Transfo TR1 : 800KVA 5.5/0.4KV	19	Caniveau
10	Relais de protection DGPT 2	20	Coffret de commande à distance

Remarque : Le choix de l'emplacement des transformateurs au sein du poste plut tôt qu'a l'extérieur est motivé par la possibilité de contrôler la température par la climatisation et / ou ventilation afin d'éviter le déclassement des transformateurs en période d'été.

IV.3 Cellules Schneider SM6

Les quatre cellules nécessaires (deux cellules d'arrivée de type IM et deux cellules de départ DM1A) sont accompagnées d'une cellule de comptage (CM), qui est obligatoire. Cette cellule contient des transformateurs de tension (TP) dont la sortie alimente les relais de protection des cellules DM1A

La série SM6, prévue pour une tension de 24 kV, offre une capacité de coupure et une résistance thermique de 16 kA, ce qui est largement suffisant pour supporter un courant de court-circuit



Figure IV.2: Cellules Schneider SM6[7]

IV.3.1 Cellule interrupteur Arrivée / Départ IM 10 KV :

La cellule 10 kV permet l'arrivée ou le départ de ligne. Elle est équipée de :

- Un jeu de barres et un interrupteur-sectionneur de 630 A,
- Un sectionneur de terre manuel avec sécurité,
- Un petit chauffage pour éviter l'humidité,
- Des câbles jusqu'à 240 mm² de section,
- Et un système de verrouillage pour éviter les erreurs de manœuvre.

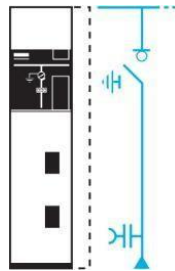


Figure IV.3: Cellule IM 10 KV [8]

IV.3.2 La cellule de comptage CM

La cellule de comptage 10 kV est utilisée pour mesurer l'énergie électrique. Elle contient :

- Un jeu de barres tripolaire de 630 A,
- Un sectionneur avec mise à la terre, de 50 A, commandé manuellement.
- Trois transformateurs de potentiel connectés entre phase et terre, pour le comptage [9]

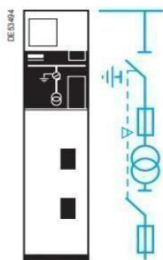


Figure IV.4: Cellule CM 10 KV [9]

IV.3.3 Cellule disjoncteur avec simple sectionnement pour départ de transformateur 10 kV (DM1)

Cette cellule permet la protection et la commande du départ 10 kV par un disjoncteur utilisant le gaz SF₆ comme fluide d'extinction de l'arc. Elle comprend:

- Un jeu de barres tripolaire de 630 A,
- Un disjoncteur motorisé 630 A avec commande en 48 V DC,
- Un sectionneur et un sectionneur de terre à commande manuelle,
- Des transformateurs de courant pour la surveillance et la détection des défauts,
- Un élément chauffant pour limiter l'humidité,
- Un système de verrouillage de sécurité pour éviter les manœuvres dangereuses,
- Un relais numérique de protection avec plusieurs fonctions : surintensités, défauts à la terre, déséquilibres et verrouillage générale [10]

IV.4 Chargeur redresseur Schneider PS100

Le PS100 convertit le courant alternatif en courant continu pour alimenter les équipements électriques et recharger une batterie. Il assure une alimentation de secours fiable en cas de coupure secteur, grâce à une batterie au plomb 12 V.

Le système protège la batterie contre les décharges profondes et prolonge sa durée de vie. Il permet également de suivre l'état du système (batterie, tensions, coupures) via des voyants LED et une interface de communication Modbus.

Il fournit :

- Du 12 V pour des petits appareils (modem, RTU...),
- Du 48 V pour des équipements plus puissants (relais, motorisations...)[11].



FigureIV.5 : chargeur redresseur PS100

IV.5 Relais de protection Easergy P3U30

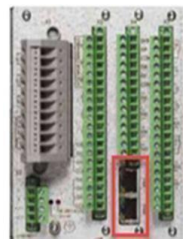
Le relais Easergy P3U30 est un relais numérique multifonctions utilisé pour la protection des équipements HTA tels que les transformateurs, départs et moteurs. C'est un appareil de dernière génération de Schneider Electric, successeur de la gamme SEPAM.

Il prend en charge le protocole de communication IEC 60851 et dispose d'une interface graphique personnalisable, qui permet de visualiser facilement les mesures et l'état des équipements.

Il fonctionne avec une tension d'alimentation comprise entre 48 V et 230 V, en courant alternatif ou continu [12].



FigureIV.6 : Easergy P3U30 [12]



FigureIV.7: Port: RJ45 Ethernet [12]
Protocole: IEC61850

IV.6 Transformateurs

Un transformateur électrique est une machine électrique qui sert à modifier une tension alternative. Le transformateur est équipé de relais de protection contre les défauts internes DGPT [13].



Figure IV.8: Transformateur 800 KVA [13]

Tableau IV.2: Fiche technique de transformateur [13]

Description	Particulaires
Puissance assignée (kVA)	800KVA
Lieu d'installation	Intérieur
Tension assignée : Primaire	5.5Kv
Tension assignée : secondaire	400V phase/phase et 380V phase/neutre
Type de transformateur	Etanche à remplissage total/intégral (ERT)
Type de refroidissement	ONAN
Fréquence	50Hz
Couplage	Dyn11
Courant primaire nominal	83.98 A
Courant secondaire nominal	1154.7 A
Température Max	55°C
Pertes à vide	1400 W
Pertes en charge (à 75 °C)	11500 W
Impédance	05%
Poids total du transformateur	2620 Kg

IV.6.1 Le Contact DGPT2

Les contacts du DGPT2 sont de type inverseur, ce qui veut dire qu'ils peuvent ouvrir ou fermer un circuit selon l'état du défaut. [14].



FigureIV.9: DGPT2 [14]

IV.7Appareillage BT

IV.7.1 Disjoncteur

Un disjoncteur est un dispositif de protection qui interrompt le courant en cas de surcharge ou de court-circuit, afin de protéger les installations électriques. Dans le poste étudié, différents types sont utilisés selon les besoins de protection .

IV.7.1.1 Disjoncteur Compact NS1250N

Le Compact NS1250N de Schneider Electric est un disjoncteur de basse tension(boîtier moulé) utilisé pour la protection des réseaux triphasés.

- **Courant nominal** : 1250 A
- **Pouvoir de coupure** : 50 kA à 415 V AC
- **Type de déclencheur** : Électronique Micrologic 5.0
- **Montage** : Fixe
- **Nombre de pôles** : 3



FigurIV.10: Disjoncteur Compact NS1250N [15]

IV.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué comment le poste HTA/BT a été dimensionné en utilisant les logiciels CANECO HT et BT. Les résultats obtenus, que ce soit pour les calculs ou l'analyse des défauts, ont montré que ces outils sont efficaces pour garantir le bon fonctionnement du poste, et donc assurer la continuité de la production.

Conclusion générale

Conclusion générale

Ce mémoire présente la conception et le dimensionnement de poste électrique HTA/BT destiné à alimenter la nouvelle station d'air comprimé du complexe de Djebel Onk exploité par SOMIPHOS. Cette étude a permis de mettre en évidence les insuffisances de l'alimentation électrique existante incapable de satisfaire les besoins de la nouvelle installation composée de cinq compresseurs et deux sécheurs d'air.

La méthodologie a consisté dans un premier temps à examiner les besoins en énergie et à sélectionner les différents équipements (transformateurs, cellules HTA, disjoncteurs BT, relais de protection) et à réaliser les calculs nécessaires à leur dimensionnement (courants de court-circuit, chutes de tension, sélectivité...) à l'aide du logiciel CANECO HT/BT permettant la vérification normative et l'optimisation du dimensionnement.

Le projet effectué a permis aujourd'hui à SOMIPHOS de fonctionner dans des excellentes conditions en alimentant les nouvelles installations en électricité sur un réseau fiable et sécurisé, tout en lui assurant une infrastructure évolutive lui permettant de se développer en industrie.

Références bibliographiques

- [1] A. Saacké, *Rapport de stage : Complexe minier de Djebel Onk – SOMIPHOS*, Société des Mines de Phosphates (Groupe FERPHOS), Tébessa, Algérie, mars 2019.
- [2] A. Planification Site, “Poste de transformation HTA/BT : rôle, composants, normes,” *Planification.site*, 2023. [En ligne] : <https://planification.site/poste-de-transformation-hta-bt/>. [Consulté le : 16 juin 2025].
- [3] J. Sarda, *Distribution de l'énergie : postes HTA/BT et équipements*, Éditions Casteilla, Toulouse, France, 2004, document interne
- [4] SOMIPHOS, *Cahier des charges : Fourniture, installation et mise en service d'un poste électrique HTA/BT préfabriqué pour l'alimentation d'une station d'air comprimé*, Société des Mines de Phosphates (Groupe SONAREM), Djebel El Onk - Bir El Ater, Algérie, AON N°10/SOMIPHOS/CMDO/2024, mai 2024
- [5] IGE+XAO, « Caneco – Logiciels pour les études électriques basse et haute tension », *ige-xao.com*. [En ligne] : <https://www.ige-xao.com/fr/fr/caneco/>.
- [6] SOMIPHOS, *Architecture du poste électrique – Rapport interne*, SOMIPHOS, Algérie, 2025.
- [7] Schneider Electric, “SM6-24 – Tableau modulaire moyenne tension jusqu'à 24 kV” : <https://www.se.com/fr/fr/product-range/970-sm624/#overview>
- [8] Schneider Electric, “SM6-24 IM P1 – Cellule interrupteur HTA (réf. SM61SWKAI3B4010)”, Schneider Electric, [En ligne]. <https://www.se.com/fr/fr/product/SM61SWKAI3B4010/sm624-im-p1-cellule-interrupteur-hta/>.
- [9] Schneider Electric, “SM6-24 CM with PM5330,” Schneider Electric eShop Indonesia, [En ligne]: <https://eshop.se.com/id/sm6-24-cm-w-pm5330-f-sm6r-cm-a2-nc.html> [Consulté le 23 juin 2025].
- [10] Schneider Electric, “SM6-24 DM1A S41 100 A P1 – Cellule Disjoncteur simple sectionnement HTA (réf. SM61DSKAD1B4007)”, Schneider Electric, <https://www.se.com/fr/fr/product/SM61DSKAD1B4007/sm624-dm1a-s41-100a-p1-cellule-disjoncteur-simple-sectionnement-hta/>.
- [11] Stock DZ, “Redresseur-Chargeur PS100 – 48 VCC, 90 W continu”, Stock DZ: <https://stockdz.com/product/redresseur-chargeur-ps100>.
- [12] Schneider Electric Algérie, “Easergy P3 – REL52007 (48–230 V, 3 CT, I/O 16DI/8DO/2LC)”, Schneider Electric Algérie, <https://www.se.com/dz/fr/product/REL52007/easergy-p3u-relais-4xtc-4xtp-16e-8s-2xlc-alim-a/>.

- [13] Wikipédia, « Transformateur électrique », *Wikipédia, l'encyclopédie libre*, 5 mai 2024. : https://fr.wikipedia.org/wiki/Transformateur_%C3%A9lectrique.
- [14] Automation 2000, *Notice Technique DGPT2®*, Rév. 2, T/NOT-0020, 11 janvier 2012. <http://www.automation2000.com>
- [15] Schneider Electric, « ComPact NS1250N – disjoncteur – 3 pôles, 50 kA, Micrologic 2.0 – fixe, prise avant (réf. 33478) », *Schneider Electric France*, site web. Production arrêtée le 30 septembre 2024. [https://www.se.com/fr/fr/product/33478/compact-ns1250n-disjoncteur-\[3p3d-50ka-micrologic-2-0-fixe-prise-avant/](https://www.se.com/fr/fr/product/33478/compact-ns1250n-disjoncteur-[3p3d-50ka-micrologic-2-0-fixe-prise-avant/).