

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP
ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
DE THIES**

Département de Génie Electromécanique



6/11/01

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur de Conception

Titre

**PROGRAMME DE REMISE AUX NORMES DES
INSTALLATIONS ELECTRIQUES DE LA S.N.C.S
A THIES**

Auteur : Mamadou WADE

Directeur : M. Cheikh WADE

Directeur externe : M. Amadou KANE

Juin 2001

DEDICACES

Après avoir rendu grâce à ALLAH le Tout Puissant, le Miséricordieux, je dédie ce travail :

A mon Père,

Je me permets de t'exprimer toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude pour m' avoir montré la voie du salut terrestre, pour les durs sacrifices consentis pour ma réussite et celle de tous tes enfants.

Que cette réussite soit pour toi un honneur et une fierté.

Puisse ALLAH t'accorder une longue vie et une meilleure santé.

A ma Mère,

Ce jour tant souhaité et longtemps appelé de tous tes vœux est arrivé grâce à tes conseils et tes prières qui ont constitué mon soutien et ma source de motivation.

Que Dieu t'accorde aussi longue vie et santé de fer pour que tu puisses savourer les fruits de ton éducation et de ta patience et nous offrir la chance de nous occuper de toi.

A ma famille,

Quel bel exemple de cohésion fraternelle.

Je prie pour que nous puissions toujours garder cette unité et cette solidarité dans la vie et que nous restions fidèles à l'éducation reçue de nos chers et merveilleux parents.

Que Dieu nous protège.

A monsieur Abou NDOUR,

Homme exemplaire, tu l'es par ton courage, ton humilité et ta gentillesse à prodiguer des conseils.

Puisse Dieu t'accorder longue vie, une bonne santé et une persévérance dans le travail.

A tous mes ami(e)s,

A tous ceux qui de par leur œuvre quotidienne auront contribué à restaurer la paix dans le monde.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis de remercier très sincèrement :

- Monsieur Baba DIANKHA Directeur de département,
- Monsieur Amadou KANE adjoint DME, pour avoir bien voulu nous encadrer dans l'étude de ce projet,
- Messieurs DIAGNE et NDAO de la section électrique, pour leur ouverture et leur apport sur le volet documentation.

Mention spéciale sera faite à monsieur Ass _____ pour son entière disponibilité et son assistance durant tout le stage.

Ces remerciements s'adressent également au personnel de l'école particulièrement à :

- Monsieur Cheikh WADE, pour son assistance, ses conseils et critiques tout au long de cette étude,
- L'ensemble des élèves pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce projet particulièrement à Monsieur Ousmane MBODJ élève en 3^e année GC pour son appui lors de la réalisation des schémas.

A toutes ces personnes nous disons Merci.

SOMMAIRE

Ce rapport entre dans le cadre de l'application des normes établies en matière d'électricité et implicitement à une réduction de la quantité d'énergie électrique consommée.

Il fait suite à une étude menée à la SNCS en vue de l'application et du respect de ces normes pour assurer une bonne protection et une meilleure sécurité des personnes et du matériel, mais aussi une utilisation plus rationnelle de l'énergie électrique, pour appuyer l'état dans sa lutte pour résorber le déficit énergétique.

C'est dans ce cadre qu'il nous a été demandé de mener une étude pour trouver les voies et moyens à mettre en œuvre pour une application de ces normes.

C'est ainsi que pour un atelier, nous sommes partis de la détermination des différentes charges qui nous a permis de connaître la puissance utile et les courants véhiculés, de là nous sommes passés au choix de la section des câbles et des protections à mettre en place, avant de faire une évaluation financière.

Pour les autres ateliers, l'application se fera comme celle qui est étudiée.

TABLE DES MATIERES

Pages

Sommaire	3
Chapitre I : ETAT DES LIEUX	12
I-Introduction	3
II-L'AMM	13
III-Récapitulation des observations	14
III-1 Poste de transformation	14
III-2 Transformateur à l'entrée de l'AMM	14
III-3 Sections Thermique et Bogie	14
III-3-1 Bureaux	14
III-3-2 Hall	15
III-4 Section Electrique et Tarage	15
III-4-1 Section Electrique	15
III-4-2 Section Tarage	16
III-5 Eclairage	16
Chapitre II : BILAN DE PUISSANCE	17
II-1 Définitions	18
II-1-1 Puissance installée	18
II-1-2 Puissance souscrite	18
II-1-2-1 Facteur d'utilisation maximale	18
II-1-2-2 Facteur de simultanéité	19
II-2 Bilan de puissance	19
II-2-1 Atelier AMM	21
II-2-1-1 STM	23
II-2-1-1-1 Bureaux	23
II-2-1-1-2 Hall et Montage	25
II-2-1-2 SBM	26
II-2-1-3 SET	27
Chapitre III: CALCUL DE LA SECTION DES CONDUCTEURS, COURANTS DE COURT-CIRCUIT ET CHOIX DISPOSITIFS DE PROTECTION	28
PARTIE A : CALCUL DE LA SECTION DES CONDUCTEURS	30
III-1 : Circuit : Bureaux et Sections / SI	30
III-1-1 : Calcul de S_i	30

III-1-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	30
III-1-1-2 : Choix de la protection	31
III-1-1-3 : Facteur de déclassement global	31
III-1-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	31
III-1-1-5 : Choix de la section	31
III-1-2 : Calcul de S_u	32
III-2 : Circuit : Bureaux et Sections / SA	33
III-2-1 : Calcul de S_i	33
III-2-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	33
III-2-1-2 : Choix de la protection	33
III-2-1-3 : Facteur de déclassement global	33
III-2-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	34
III-2-2 : Vérification de la chute de tension	34
III-3 : Circuit : Bureaux et Sections / BA	35
III-3-1 : Calcul de S_i	35
III-3-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	35
III-3-1-2 : Choix de la protection	35
III-3-1-3 : Facteur de déclassement global	35
III-3-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	35
III-3-2 : Vérification de la chute de tension	36
III-4 : Circuit : Bureaux et Sections / BCD	36
III-4-1 : Calcul de S_i	36
III-4-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	36
III-4-1-2 : Choix de la protection	36
III-4-1-3 : Facteur de déclassement global	37
III-4-1-4 : Calcul de l'intensité admissible I_z'	37
III-4-2 : Vérification de la chute de tension	37
III-5 : Circuit : Bureaux et Sections / BEC	38
III-5-1 : Calcul de S_i	38
III-5-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	38
III-5-1-2 : Choix de la protection	38
III-5-1-3 : Facteur de déclassement global	38
III-5-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	38
III-5-2 : Vérification de la chute de tension	38
III-6 : Circuit : Bureaux et Sections / GT	39
III-6-1 : Calcul de S_i	39

III-6-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	39
III-6-1-2 : Choix de la protection	39
III-6-1-3 : Facteur de déclassement global	39
III-6-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	39
III-6-2 : Vérification de la chute de tension	40
III-7 : Circuit : Bureaux et Sections / Outillage	40
III-7-1 : Calcul de S_i	40
III-7-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	40
III-7-1-2 : Choix de la protection	41
III-7-1-3 : Facteur de déclassement global	41
III-7-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	41
III-7-2 : Vérification de la chute de tension	41
III-8 : Circuit : STM / Bureau	42
III-8-1 : Calcul de S_i	42
III-8-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	42
III-8-1-2 : Choix de la protection	42
III-8-1-3 : Facteur de déclassement global	42
III-8-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	42
III-8-2 : Vérification de la chute de tension	42
III-9 : Circuit : Transformateur 2 / Bureaux	43
III-9-1 : Calcul de S_i	43
III-9-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	43
III-9-1-2 : Choix de la protection	44
III-9-1-3 : Facteur de déclassement global	44
III-9-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	44
III-9-2 : Vérification de la chute de tension	44
III-10 : Circuit : STM / Aire de Lavage	45
III-10-1 : Calcul de S_i	45
III-10-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	45
III-10-1-2 : Choix de la protection	45
III-10-1-3 : Facteur de déclassement global	45
III-10-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	46
III-10-2 : Vérification de la chute de tension	46
III-11 : Circuit : Transformateur 2 / STM	47
III-11-1 : Calcul de S_i	47
III-11-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	47
III-11-1-2 : Choix de la protection	47
III-11-1-3 : Facteur de déclassement global	48

III-11-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	48
III-11-2 : Vérification de la chute de tension	48
III-12 : Circuit : Transformateur 2 / SBM	49
III-12-1 : Calcul de S_i	49
III-12-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	49
III-12-1-2 : Choix de la protection	49
III-12-1-3 : Facteur de déclassement global	49
III-12-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	49
III-12-2 : Vérification de la chute de tension	50
III-13 : Circuit : Transformateur 2 / SET	50
III-13-1 : Calcul de S_i	50
III-13-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	50
III-13-1-2 : Choix de la protection	51
III-13-1-3 : Facteur de déclassement global	51
III-13-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	51
III-13-2 : Vérification de la chute de tension	51
III-14 : Circuit : Transformateur 2 / Portique	52
III-14-1 : Calcul de S_i	52
III-14-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	52
III-14-1-2 : Choix de la protection	52
III-14-1-3 : Facteur de déclassement global	52
III-14-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	52
III-14-2 : Vérification de la chute de tension	53
III-15 : Circuit : Eclairage	53
III-15-1 : Calcul de S_i	53
III-15-1-1 : Calcul de l'intensité transitée I_b	53
III-15-1-2 : Choix de la protection	53
III-15-1-3 : Facteur de déclassement global	53
III-15-1-4 : calcul de l'intensité admissible I_z'	54
III-15-2 : Vérification de chute de tension	54
PARTIE B : CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT	55
III-1 Méthode de calcul de Z_T	55
III-2 Détermination des impédances et des I_{cc} en certains points	56
III-2-1 Réseau amont (avant le transformateur 1)	56
III-2-2 Transformateur 1	57
III-2-3 Disjoncteur D1	57
III-2-4 Câbles	57

III-2-5 Transformateur 2	58
III-2-6 Disjoncteur D2	58
III-2-7 Jeu de barres 1	58
III-2-8 Disjoncteurs après jeu de barres 1	58
III-2-9 Câbles reliant JDB1 à JDB2	58
III-2-10 Câbles reliant JDB1 à la STM	59
III-2-11 Câbles reliant JDB1 à la SET	59
III-2-12 Câbles pour Portique	59
III-2-13 Câbles pour Eclairage	59
III-2-14 Jeu de barres 2	59
III-2-15 Câbles reliant JDB2 à la SI	59
III-2-15 Câbles reliant JDB2 à la SA	59
III-2-15 Câbles reliant JDB2 au BA	60
III-2-15 Câbles reliant JDB2 au BCD	60
III-2-15 Câbles reliant JDB2 au BEC	60
III-2-15 Câbles reliant JDB2 au GT	60
III-2-15 Câbles reliant JDB2 à la salle Outillage	60
III-3 Position des points de calcul des I_{cc}	62
III-4 Calcul des courants	63
III-4-1 Courant de court-circuit au point C_1	63
III-4-2 Courant de court-circuit au point C_2	64
III-4-3 Courant de court-circuit au point C_3	66
III-4-4 Courant de court-circuit au niveau des circuits terminaux	70
EVALUATION FINANCIERE	72
Chapitre IV : CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	74
Annexes	79

LISTE DES TABLEAUX DANS LES ANNEXES

Tableau 1 : intensités absorbées par les moteurs asynchrones

Tableau 2 : facteur de correction pour la température

Tableau 3 : facteurs de correction pour pose jointive sur chemins de câbles ou tablettes

Tableau 4 : facteur de correction pour pose jointive dans des conduits, alvéoles ou goulottes

Tableau 5 : facteur de correction pour pose en caniveaux fermés

Tableau 6 : choix de la section en fonction des modes de pose. Les chiffres indiquent les colonnes à utiliser dans le tableau 7

Tableau 7 : choix de la section en fonction du courant admissible I_2'

Tableau 8 : valeurs de K(chute de tension /km de câble pour un courant de 1 A)

Tableau 9 : valeur du courant de court-circuit en bout de câbles

LISTE DES ABREVIATIONS

DME : Direction du Matériel et de l'Équipement

AMM : Atelier Matériel Moteur

STM : Section Thermique et Montage

SBM : Section Bogie ou Mécanique

SET : Section Électrique et Tarage

BST : Bureaux Section Thermique

SA : Section Air

SI : Salle d'Injection

BCD : Bureau Chef de Division

BA : Bureau administratif

GT : Groupe Teloc

HT : Haute Tension

BT : Basse tension

I_{cc} : Intensité de court-circuit

P_{cc} : puissance de court-circuit

TT : neutre à la terre

Pdc : Pouvoir de coupure

JDB1 : Jeu de barres 1

JDB2 : Jeu de barres 2

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : schéma unifilaire de l'AMM
- Figure 2 : schéma du bilan de puissance des BST
- Figure 3 : schéma du bilan de puissance Hall et Montage
- Figure 4 : schéma du bilan de puissance de la SBM
- Figure 5 : position des points de calcul des I_{cc}
- Figure 6 : emplacement des disjoncteurs et sectionneurs

CHAPITRE I :

ETAT DES LIEUX

I- INTRODUCTION

La S.N.C.S est connectée sur deux réseaux moyenne tension de 30 kV de la SENELEC :

- l'un qui passe derrière l'Ecole Polytechnique et qui alimente la base militaire de Diakhao, Thiona et le quartier Médina Fall,
- l'autre qui alimente les quartiers Château d'eau, Hersent et Diamaguene.

Un poste de transformation avec trois transformateurs de 400 kVA chacun permet d'abaisser cette moyenne tension de 30 kV en du 6.6 kV et d'alimenter tout l'établissement.

Un quatrième transformateur de 30 kV / 380 V permet d'alimenter les bureaux. L'alimentation de la cité Ballabey se fait par piquage direct sur le 30 kV avec à l'arrivée un transformateur 30 kV / 380 V.

Deux disjoncteurs sont utilisés pour la mise hors tension en amont des transformateurs :

- un disjoncteur général 30 kV pour le départ vers les ateliers,
- un disjoncteur général 30 kV pour le départ vers la cité Ballabey.

A l'aval des transformateurs nous avons :

- un disjoncteur 6.6 kV pour le départ vers l'atelier de fabrication,
- un disjoncteur 6.6 kV pour le départ vers l'atelier tours à roues,
- un disjoncteur 6.6 kV pour le départ vers l'atelier matériel moteur,
- un disjoncteur basse tension pour le départ vers les bureaux.

II- L'ATELIER MATERIEL MOTEUR (AMM)

C'est l'atelier où se fait la révision et la réparation des moteurs.

Il est alimenté directement par un départ du poste. Un transformateur de 315 kVA à l'entrée permet d'abaisser les 6.6 kV en du 220 V et d'alimenter :

- l'atelier,
- le centre de formation,
- l'atelier dépôt vapeur.

L'atelier est subdivisé en trois sections :

- la section Thermique et Aire de Lavage,
- la section Bogie ou Mécanique,
- la section Electrique et Tarage.

III- RECAPITULATION DES OBSERVATIONS

III-1 Poste de transformation

- absence d'éclairage dans le poste,
- inexistence de prise de courant,
- les caractéristiques des transformateurs sont inaccessibles.

III-2 Transformateur à l'entrée de l'AMM

- le bloc est très exposé avec son emplacement juste à l'entrée de l'atelier,
- la règle du barycentre qui veut que le transformateur soit placé de manière optimum afin de minimiser les longueurs de câbles n'est pas respectée,
- à la sortie du transformateur, les fils sont entrelacés de telle manière qu'il est difficile de distinguer les différents départs et l'endroit est poussiéreux.

III-3 Sections Thermique et Bogie

III-3-1 Bureaux

- il n'existe pratiquement pas de protection pour les installations électriques des bureaux,
- pas de tableau divisionnaire,
- présence d'équipements vétustes,
- pas de protection contre les contacts indirects ni d'identification des circuits,
- certains départs sont pris directement sans boîte de dérivation,

- absence de protection indépendante contre les court-circuits de certains appareils. Certains interrupteurs sont sans protection et le contact se fait par accrochage des deux conducteurs,
- présence de conducteurs sous tension isolés avec du scotch,
- non respect dans certains cas du code des couleurs des conducteurs,
- un groupe électrogène de 100 kVA est en attente d'être fonctionnel.

III-3-2 Hall

- il existe des installations non utilisées et qui ne sont pas encore déposées,
- l'appareil de magnétoscopie est très proche du transformateur et le disjoncteur de protection C1250N utilisé est surcalibré,
- présence de machines non fonctionnelles et dont l'alimentation reste toujours maintenue (pont de 12 t, ...),
- au niveau de la perceuse placée en face du transformateur, la connexion n'est pas protégée et les phases apparaissent librement,
- dans la plupart des récepteurs, le conducteur de terre a été coupé ou purement éliminé.

III-4 SECTION ELECTRIQUE ET TARAGE

III-4-1 Section Electrique

- la plupart des appareils à bobiner ne fonctionnent plus et restent toujours alimentés de même que certaines prises de courant,
- au niveau du four cylindrique à résistance, il n'existe aucune protection ou isolation des contacts. Il en est de même au niveau du grand four où les contacteurs doivent être changés,
- les câbles alimentant les deux fours sont entrelacés et il est difficile d'identifier chaque départ,
- des câbles accrochés au mur sont pendants et doivent être bien fixés,
- un ventilateur est alimenté directement à partir d'un câble, sans boîte de dérivation et protégé avec du scotch,
- un banc d'essai hors d'usage est en attente d'être déposé,

III-4-2 Section Tarage

- dans la salle à l'entrée, aucune machine n'est plus fonctionnelle mais les installations demeurent toujours. Il n'existe plus de protection pour le coffret divisionnaire exposé aux contacts directs,
- au niveau de la salle de tarage, les câbles pour faire les essais jonchent le sol et sont parfois sous tension,
- absence de protection contre les court-circuits.

III-5 ECLAIRAGE

- des conducteurs en suspension sont en attente, les équiper ou les déposer purement et simplement
- au niveau de l'éclairage intérieur et extérieur, des lampes et projecteurs doivent être remplacés,
- la protection de l'éclairage doit être revue.

CHAPITRE II :

BILAN DE PUISSANCE

II-1 DEFINITIONS

II-1-1 Puissance installée

C'est la somme des puissances de tous les récepteurs alimentés. Elle n'est pas utile dans le cas de cette présente étude puisqu'elle ne constitue pas la puissance consommée par l'usine ;

II-1-2 Puissance souscrite ou puissance d'utilisation

Dans une usine ou un atelier, elle est toujours inférieure à la puissance installée. Son estimation permet de déterminer :

- la puissance du transformateur HT/BT et son emplacement, la puissance réellement utilisée,
- d'évaluer les puissances qui transitent au niveau de chaque tableau de distribution.

Ce qui nous conduira à établir un diagramme de distribution.

Cette estimation demande en outre la connaissance de deux facteurs :

II-1-2-1 Le facteur d'utilisation maximale

Le régime de fonctionnement d'un récepteur peut être tel que la puissance utilisée soit inférieure à la puissance nominale installée; d'où la notion de facteur d'utilisation affectée à chaque récepteur.

Ce facteur peut varier de 0.3 à 0.9

Dans notre étude, la détermination de ce facteur s'avère difficile dans la mesure où nous ne maîtrisons pas exactement le régime de fonctionnement des récepteurs.

Ainsi, comme le prévoit la norme, ce facteur correspondra au facteur de puissance ($\cos\phi$) pour les appareils à moteur ou en l'absence d'indications précises, nous prendrons un facteur d'utilisation k_u de 0.75 pour ces appareils.

Pour les appareils d'éclairage et de chauffage, le facteur d'utilisation k_u est toujours égal à 1.

II-1-2-2 Le facteur de simultanéité

Tous les récepteurs installés ne fonctionnent pas simultanément. C'est pourquoi il est permis d'appliquer aux différents ensembles de récepteurs ou de circuits des facteurs de simultanéité. La détermination de ces facteurs implique la connaissance détaillée des installations. Nous allons nous baser sur les informations recueillies sur place au niveau de chaque atelier, informations fournies par les responsables de chaque atelier.

Cependant, en l'absence d'indications plus précises, la norme donne quelques indications et précisions sur ces facteurs.

Pour ce qui est des prises de courant, ce facteur est donné par la formule suivante :

$$k_s = 0.1 + 0.8 / N$$

N : nombre de prises de courant alimentées par le même circuit.

II-2 BILAN DE PUISSANCE

Pour la détermination de la puissance utilisée il faut dresser la liste de tous les récepteurs existants dans l'atelier divisé en sections, chaque section comprenant des bureaux, des récepteurs plus l'éclairage.

La détermination des paramètres de chaque récepteur se fera par lecture de la plaque signalétique sur le moteur ou de la notice d'utilisation. Mais il peut arriver qu'un récepteur perde sa plaque et qu'il n'y ait plus de fiche technique, ce qui est souvent le cas dans la mesure où beaucoup de machines datent de l'avant indépendance. Des renseignements n'ont pu être fournis par le service technique.

Dans ce cas, nous avons procédé à une estimation de la puissance de ces récepteurs par analogie à d'autres types de récepteurs dans les ateliers où autre part (comme à l'école pour les tours et fraiseuses).

La puissance, en l'absence d'indications, peut aussi être déterminée ainsi pour les récepteurs à moteur :

Nous mesurons avec un ampèremètre le courant absorbé en pleine charge et dans le tableau 1 en annexe, pour la tension d'alimentation correspondante, nous lisons la puissance en kW ou en ch, le $\cos\phi$ ainsi que le rendement.

Pour certains ponts roulants, à défaut de pouvoir accéder aux moteurs d'entraînement pour relever les caractéristiques ou à défaut de fiche technique, nous avons estimé la puissance par la formule :

$$P = \frac{G.V.10^{-2}}{\eta}$$

dans laquelle :

G (kg) : charge

P (kW) : puissance

V (m/s) : vitesse de levage

η : rendement du treuil (0.7 à 0.95 pour les réducteurs à engrenages)

Nous adopterons pour les calculs un rendement de 0.7 (réduction importante).

Il est à noter que cette formule donne seulement la puissance absorbée en marche pour les mouvements verticaux.

Pour les mouvements horizontaux, on prendra 10 à 20 daN/tonne selon le coefficient de roulement.

Cependant, du fait de la vétusté du matériel et des frottements dus à l'usure, nous avons jugé nécessaire de majorer les résultats de 1% afin de prendre en compte ces facteurs.

Détermination de la vitesse de levage

Pour les ponts dont aucune indication sur la vitesse n'est connue, nous avons procédé à la détermination de celle-ci par un essai avec un essieu de deux tonnes. Pour chaque vitesse (lente et rapide), on mesure la hauteur parcourue et le temps correspondant puis on en déduit la vitesse.

Pour ce qui est des appareils d'éclairage fluorescent, la puissance en Watt indiquée sur le tube ne comprend pas la puissance absorbée par le ballast (évaluée à 25% de la puissance du tube). Il faudra donc en tenir compte lors du calcul de l'éclairage.

II-2-1 Atelier AMM

C'est l'atelier où se fait la réparation et la révision ainsi que le tarage des moteurs des locomotives après réparation.

Il est alimenté directement en 6.6 kV par un des trois départs du poste de transformation.

Un transformateur de 315 kVA permet d'abaisser cette tension en du 220 V et d'alimenter trois départs :

- un départ qui alimente l'atelier AMM,
- un départ vers l'atelier dépôt vapeur,
- un départ vers la section approvisionnement et formation.

Notre étude portera seulement sur l'AMM qui compte trois sections :

- la section thermique et montage
- la section bogie ou mécanique
- la section électrique et tarage

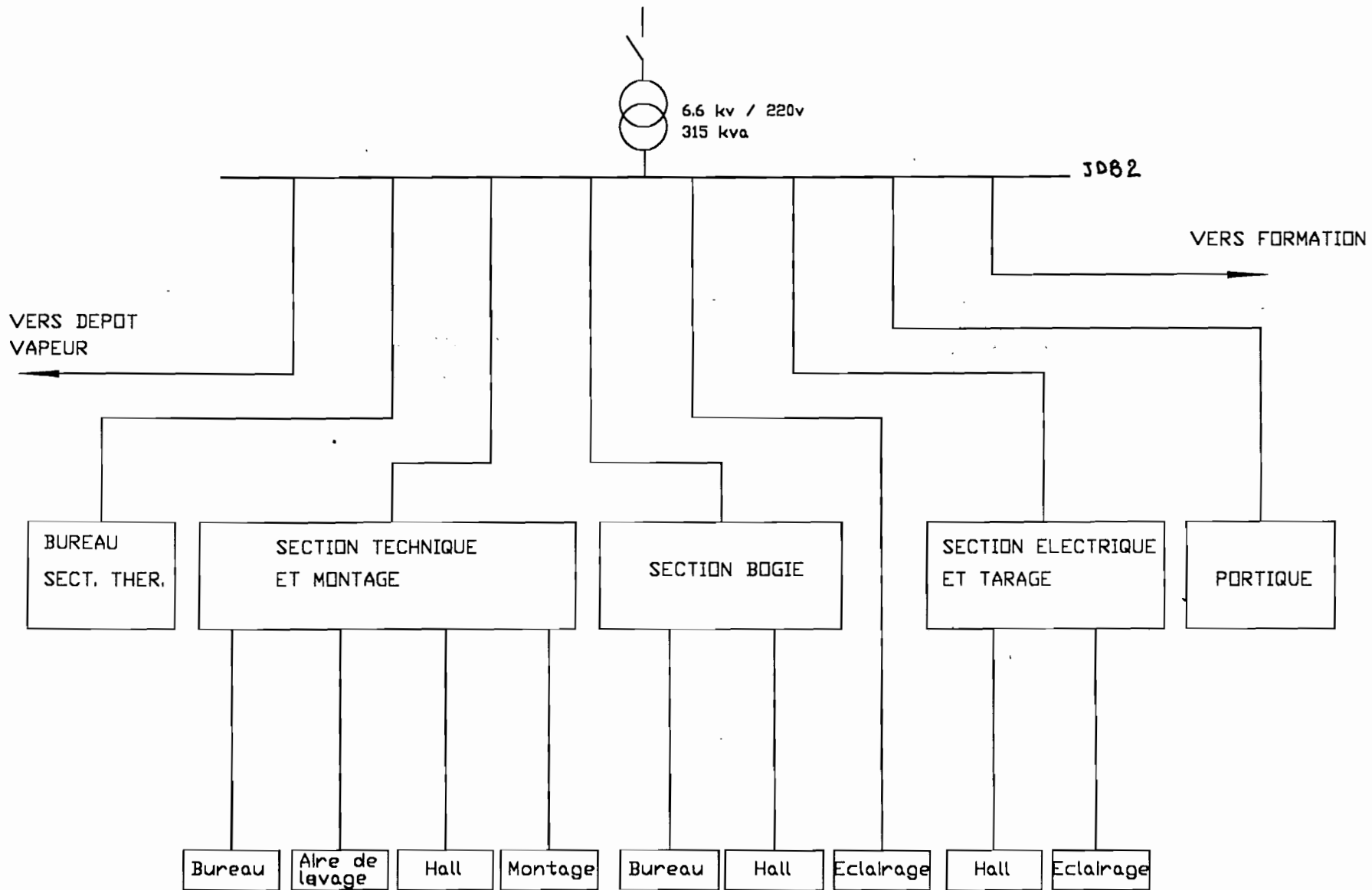


Figure 1 : schéma unifilaire de l'AMM

II-2-1-1 SECTION THERMIQUE ET MONTAGE**II-2-1-1-1 Bureaux**

UTILISATION	puis. instal.(kW)	Ku max	puis.d'util. maxi.	Ks 1e niv.	puis.d'util. 1e niv.	Ks 2e niv.	puis.d'util. 2e niv.	Ks 3e niv.	puis. utilisée				
SALLE D'INJECTION													
banc d'essai n°1	7.5	0.75	5.625	0.75	12.2	0.75	11.60	1	61.4				
banc d'essai n°2	7.5	0.75	5.625										
ventilo n°1	2.5	1	2.5										
ventilo n°2	2.5	1	2.5										
2 lampes incandescentes	0.2	1	0.2	1	0.25								
1 néon	0.05	1	0.05										
3 prises de courant 2*10A	6.6	1	6.6	0.3	3								
1 prise 15A	3.3	1	3.3										
SECTION AIR													
banc d'essai n°1	15	0.75	12	0.75	41.1	0.6	29.23			1	61.4		
banc d'essai n°2	15	0.75	12										
compresseur à air	3	0.75	2.4										
moteur asyn.triphasé	15	0.75	12										
moteur à courant continu	7.5	0.75	6										
moteur à induction	7.5	0.75	6										
compresseur à air	5.5	0.75	4.4	1	0.25								
3 lampes fluo	0.15	1	0.15										
1 lampe incandescente	0.1	1	0.1	0.4	7.36								
1 prise 63 A	14	1	14										
2 prises 10 A	4.4	1	4.4										
BUREAU ADMINISTRATIF													
1 ventilo plafonnier	0.075	1	0.075	1	0.075	1	2.18	1	61.4				
1 duo	0.1	1	0.1	1	0.1								
1 prise 10 A	2.2	1	2.2	0.9	2								
BUREAU CHEF DIVISION													
1 ordinateur	2.2	1	2.2	1	3	1	5.3			1	61.4		
1 climatiseur	0.75	1	0.75										
2 fluos	0.1	1	0.1	1	0.1								
1 prise 10 A	2.2	1	2.2	0.8	2.2								
BUREAU EXPERTISE ET CONTRÔLE													
1 chambre froide	4.4	1	4.4	1	11.55	0.6	8.37					1	61.4
1 fontaine	0.25	1	0.25										
2 ventilos plafonnier	0.15	1	0.15										
1 banc d'essai	9	0.75	6.75										
4 fluos	0.2	1	0.2	1	0.2	0.5	2.2	1	61.4				
2 prises 10 A	4.4	1	4.4										
GROUPE TELOC													
1 perceuse	0.26	0.75	0.195	0.9	2.21	1	2.21			1	61.4		
1 lampe incandescente	0.06	1	0.06										
1 prise 10 A	2.2	1	2.2										
OUTILLAGE													
3 lampes	0.3	1	0.3	1	0.3	1	2.5					1	61.4
2 prises 10 A	4.4	1	4.4	0.5	2.2								

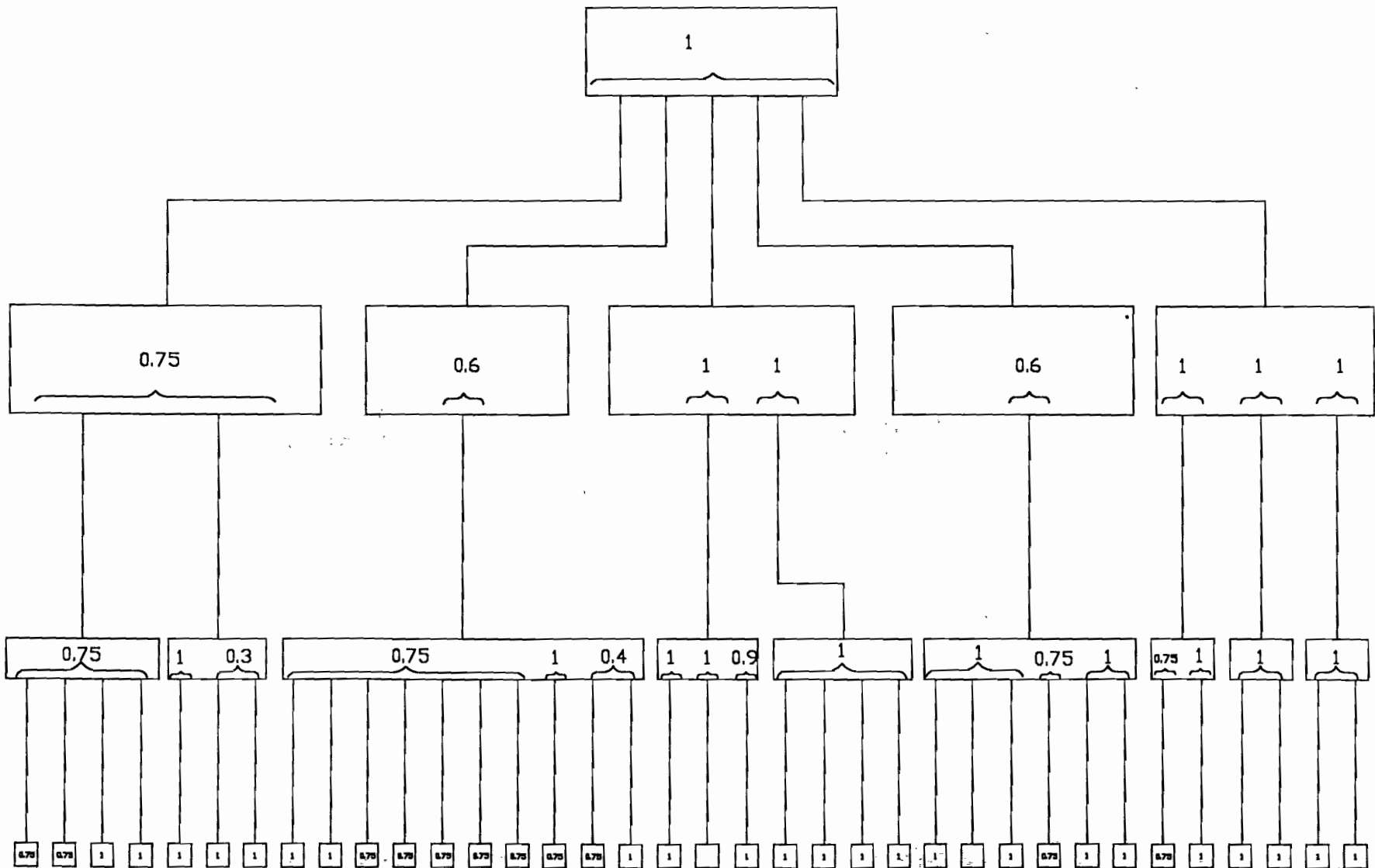
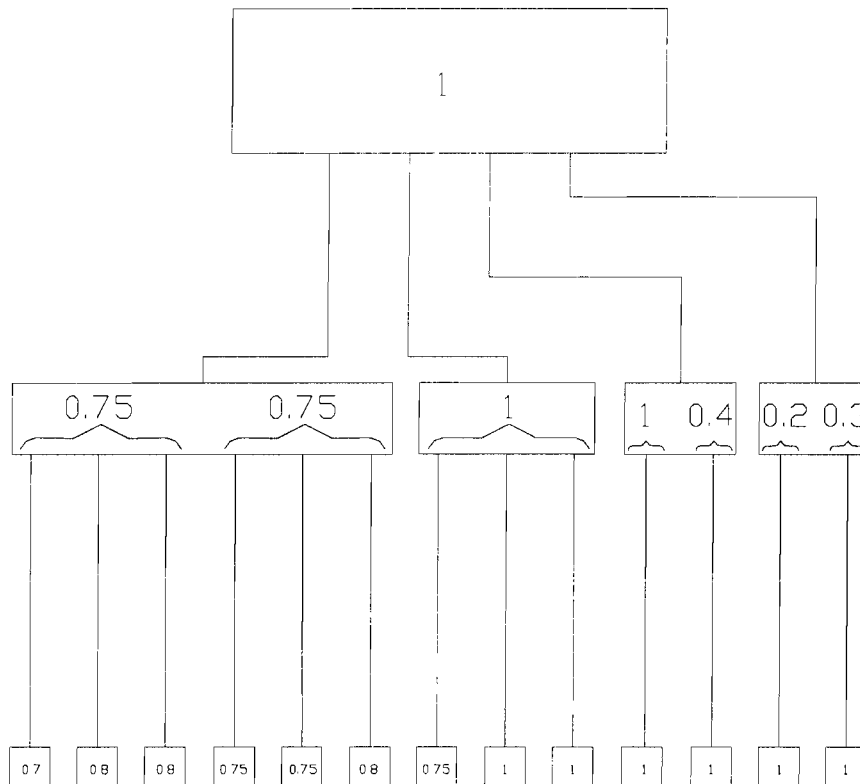


Figure 2 : schema du bilan de puissance des BST

II-2-1-1-2 HALL ET MONTAGE

UTILISATION	<i>puis. instal. (kW)</i>	<i>Ku max</i>	<i>puis.d'util. maxi.</i>	<i>Ks 1e niv.</i>	<i>puis.d'util. 1e niv.</i>	<i>Ks 2e niv.</i>	<i>puis. utilisée</i>		
1 meule	1	0.75	0.75	0.75	56.4	1	96.95		
1 meule	2	0.75	1.5						
1 moteur	1.5	0.8	1.2						
1 pont 1t	2.5	0.7	1.75	0.75					
1 pont 12t	15.5	0.8	12.4						
1 pont 64t	72	0.8	57.6						
AIRE DE LAVAGE									
1 machine à laver	4	0.75	3	1	13.05				
1 prise 45 A	10	1	10						
1 lampe néon	0.05	1	0.05						
BUREAU									
3 lampes fluo	0.15	1	0.15	1	2.79				
3 prises 10 A	6.6	1	6.6	0.4					
MONTAGE									
7 prises 32 A	49.28		49.28	0.2	24.71				
5 prises 45 A	49.5		49.5	0.3					

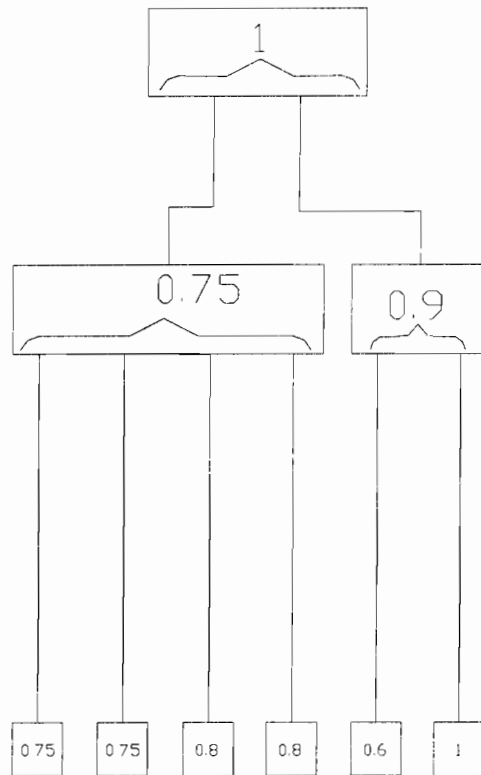
Figure 3 : schéma du bilan de puissance Hall et Montage



II-2-1-2 SECTION BOGIE OU MECANIQUE

UTILISATION	puis. instal.(kW)	Ku max	puis.d'util. maxi.	Ks 1e niv.	puis.d'util. 1e niv.	Ks 2e niv.	puis. utilisée
BUREAU						1	25
2 prises 10 A	4.4	1	4.4	0.5	2.4		
2 lampes néon	0.2	1	0.2	1			
HALL							
1 perceuse	3	0.75	2.25	0.75	22.6		
1 meule	1.5	0.75	1.125				
1 arrache roulement	1.5	0.8	1.2				
1 pont 25 t	32	0.8	25.6				

Figure 4 : schéma du bilan de puissance de la SBM



II-2-1-3 SECTION ELECTRIQUE ET TARAGE

<i>UTILISATION</i>	<i>puis. instal.(kW)</i>	<i>Ku max</i>	<i>puis.d'util. maxi.</i>	<i>Ks 1e niv.</i>	<i>puis.d'util. 1e niv.</i>	<i>Ks 2e niv.</i>	<i>puis. utilisée</i>
1 meule	0.95	0.8	0.76	0.8	22.4	0.9	29.6
1 monte charge	0.75	1	0.75				
1 app. à bobiner	2	0.8	1.6				
1 app. à bobiner	1.1	0.8	0.88				
1 banc d'esai	7.5	0.75	5.625				
1 affuteur collecteur	0.55	0.8	0.44				
1 four + 2 étuveuses	17.6	0.7	12.32	1	7.2		
1 pont 5 t	8	0.9	7.2				

CHAPITRE III :
CALCUL DE LA SECTION DES
CONDUCTEURS, DES COURANTS
DE COURT-CIRCUIT ET CHOIX DES
DISPOSITIFS DE PROTECTION

Après le bilan de puissance et le schéma unifilaire établis au chapitre précédent, nous allons procéder au choix des canalisations électriques.

Nous définissons une canalisation électrique comme un ensemble comprenant :

- les conducteurs électriques
- les éléments de protection

Les matériels électriques doivent être déterminés et choisis en fonction de diverses caractéristiques dont les plus importantes sont :

- l'intensité nominale (courant admissible pour les canalisations)
- la tension nominale
- les pouvoirs de coupure et de fermeture en court-circuit (pour les appareils de commande, protection et coupure)
- les conditions d'influence externes

Ainsi, nous nous proposons d'utiliser un câble du type U1000 R02V qui est un câble industriel, avec âme en cuivre et isolement PVC, insensible à la chaleur et au vieillissement.

Le régime du neutre étant celui dit TT (neutre à la terre), la technique de protection des personnes sera la mise à terre des masses, associée à l'emploi obligatoire des dispositifs différentiels (disjoncteurs) au moins en tête d'installation. Le choix des disjoncteurs avec des déclencheurs électroniques permet d'assurer les trois fonctions de base (protection, commande, sectionnement) souvent demandées simultanément en de nombreux points de la distribution.

PARTIE A : CALCUL DE LA SECTION DES CONDUCTEURS

III-1 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / SALLE D'INJECTION

III-1-1 Calcul de Si

III-1-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b (ou intensité de service)

Circuit triphasé

Elle est donnée par :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

P : Puissance à véhiculer

U : Tension entre phase

$\cos\varphi$: Facteur de puissance

Détermination du facteur de puissance

Appareil	P (kW)	$\cos\varphi$	S	Q
banc d'es. 1	7.5	0.85	8.824	4.648
banc d'es. 2	7.5	0.8	8.824	4.648
ventilo 1	2.5	0.81	3.086	1.81
ventilo 2	2.5	0.81	3.086	1.81
éclairage	0.25	1	0.25	
prises 10A	6.6	1	6.6	
prises 15A	3.3	1	3.3	
TOTAL	30.15			12.916

S : Puissance apparente

Q : Puissance réactive

$$S_T = \sqrt{(P)^2 + (Q)^2}$$

$$S_T = \sqrt{(30.15)^2 + (12.916)^2}$$

$$S_T = 32.8 \text{ kVA}$$

Ce qui donne :

$$\cos\varphi = P_T / S_T = 30.15 / 32.8$$

$$\cos\varphi = 0.92$$

Dans ce circuit, la puissance à véhiculer est de 11.6 kW en 220 V triphasé; nous obtenons donc:

$$I_b = \frac{11.6*10^3}{\sqrt{3}*220*0.92}$$

$$I_b = 33.1 \text{ A}$$

III-1-1-2 Choix de la protection

Nous utilisons un disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 34 \text{ A}$

III-1-1-3 Facteur de déclassement global

Il est donné par :

$$f = \prod_1^5 f_i$$

Dans ce circuit, nous avons une pose par fixation sur paroi, ce qui fait intervenir seulement un facteur de correction pour la température.

Pour une isolation en PVC et une température ambiante de 30°C, le tableau 2 (dans les annexes) donne un facteur f_1 de 1.00.

III-1-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{K * I_n}{f}$$

Pour un disjoncteur industriel et pour $I_r = 33.1 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1*34}{1.00}$$

$$I_z' = 34 \text{ A}$$

III-1-1-5 Choix de la section

Mode de pose : fixation aux parois

Type de circuit : triphasé

Type de câble : multipolaire

Isolant : PVC

Le tableau 5 (dans les annexes) indique la colonne 3.

Pour une âme en cuivre et un courant $I_z' = 34 \text{ A}$, le tableau 6 (dans les annexes) donne une section minimale des âmes $S_i = 6 \text{ mm}^2$.

III-1-2 Calcul de S_u

C'est la section due à la chute de tension.

Nous ne calculerons pas S_u , mais nous allons calculer la chute de tension entre phases et la comparer à celle admissible (8%).

$$\Delta U = K * I_b * L$$

avec:

I_b : courant de service du circuit considéré

L : longueur du câble en km

K : chute de tension par km de câble pour un courant de 1A. (Ses valeurs sont Données dans le tableau 8 dans les annexes)

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

circuit triphasé

âme en cuivre

section de 6 mm²

$$\cos\varphi = 0.92$$

ce qui donne $K = 6.08 \text{ V/A/km}$

$$I_b = 33.1 \text{ A} ; L = 0.03 \text{ km}$$

$$\Delta U = 6.08 * 33.1 * 0.03$$

$$\Delta U = 6.04 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{6.04}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 2.7\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S_i = 6 \text{ mm}^2$

III-2 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / SECTION AIR

III-2-1 Calcul de S_i

III-2-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Circuit triphasé

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 29.23 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

Calcul du $\cos\varphi$

Appareil	P (kW)	$\cos\varphi$	S	Q
banc d'ess. 1	15	0.75	20	13.3
banc d'ess. 2	15	0.75	20	13.3
compresseur	3	0.75	4	2.65
mot.asy.tri.	15	0.75	20	13.3
mot. A cc	7.5	0.75	10	6.61
mot. A induc.	7.5	0.75	10	6.61
compresseur	5.5	1	7.4	4.95
eclairage	0.25	1	0.25	0.25
prise 63A	14	1	14	14
prise 10A	4.4	1	4.4	4.4
TOTAL	87.15			72.76

$$I_b = \frac{29.23 * 10^3}{\sqrt{3} * 220 * 0.768}$$

$$I_b = 100 \text{ A}$$

III-2-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 100 \text{ A}$

III-2-1-3 Facteur de déclassement global

Câbles accrochés au mur \Rightarrow facteur de correction pour la température

uniquement :

$$f_t = 1.00$$

III-2-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 100A > 63A$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 100}{1.00}$$

$$I_z' = 100 \text{ A}$$

III-2-1-5 Choix de la section

Mode de pose : fixation aux parois

Type de circuit : triphasé

Type de câble : multipolaire

Isolant : PVC

Le tableau 5 indique la colonne 3

Pour une âme en cuivre et un courant $I_z' = 100A$, le tableau 6 donne une section minimale des âmes $S_i = 25 \text{ mm}^2$.

III-2-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$\cos\varphi = 0.92$$

$$K = 1.34 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 100 \text{ A} ; L = 0.04 \text{ km}$$

$$\Delta U = 1.34 \cdot 100 \cdot 0.04$$

$$\Delta U = 5.36 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{5.36}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 2.43\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S_i = 25 \text{ mm}^2$

III-3 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / BUREAU

ADMINISTRATIF

III-3-1 Calcul de S_i

III-3-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Ce circuit est monophasé.

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

$$P = 2.18 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 1$$

$$I_b = \frac{2.18 \cdot 10^3}{220 \cdot 1}$$

$$I_b = 9.9 \text{ A}$$

III-3-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 10 \text{ A}$

III-3-1-3 Facteur de déclassement global

Câbles accrochés au mur \Rightarrow facteur de correction pour la température uniquement :

$$f_1 = 1.00$$

III-3-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 10 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 10}{1.00}$$

$$I_z' = 10 \text{ A}$$

nous obtenons alors une section $S_i = 0.65 \text{ mm}^2$

III-3-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K * I_b * L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 27.2 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 9.9 \text{ A} ; L = 0.05 \text{ km}$$

$$\Delta U = 27.2 * 9.9 * 0.05$$

$$\Delta U = 13.464 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{13.464}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 6.12\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S = 0.65 \text{ mm}^2$

III-4 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / BUREAU CHEF DE DIVISION

III-4-1 Calcul de S_i

III-4-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Ce circuit est monophasé.

$$I_b = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$P = 5.3 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 1$$

$$I_b = \frac{5.3 * 10^3}{220 * 1}$$

$$I_b = 24.1 \text{ A}$$

III-4-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 25 \text{ A}$

III-4-1-3 Facteur de déclassement global

Câbles accrochés au mur \Rightarrow facteur de correction pour la température uniquement :

$$f_1 = 1.00$$

III-4-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 25A < 63A$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 25}{1.00}$$

$$I_z' = 25A$$

Nous obtenons alors une section $S_1 = 4 \text{ mm}^2$

III-4-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 10.4 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 24.1 \text{ A} ; L = 0.055 \text{ km}$$

$$\Delta U = 10.4 \cdot 24.1 \cdot 0.055$$

$$\Delta U = 13.8 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{13.8}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 6.3\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S = 4 \text{ mm}^2$

III-5 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / BUREAU EXPERTISE ET CONTROLE

III-5-1 Calcul de Si

III-5-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Ce circuit est monophasé.

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

$$P = 8.37 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 0.8$$

$$I_b = \frac{8.37 \cdot 10^3}{220 \cdot 0.8}$$

$$I_b = 47.6 \text{ A}$$

III-5-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 48 \text{ A}$

III-5-1-3 Facteur de déclassement global

Câbles accrochés au mur \Rightarrow facteur de correction pour la température uniquement :

$$f_1 = 1.00$$

III-5-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 48 \text{ A} < 63 \text{ A}$, on a $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 48}{1.00}$$

$$I_z' = 48 \text{ A}$$

nous obtenons alors une section $S_i = 10 \text{ mm}^2$

III-5-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 3.8 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 47.6 \text{ A} ; L = 0.065 \text{ km}$$

$$\Delta U = 3.8 * 47.6 * 0.065$$

$$\Delta U = 11.8 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{11.8}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 5.35\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S = 10 \text{ mm}^2$

III-6 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / GROUPE TELOC

III-6-1 Calcul de Si

III-6-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Ce circuit est monophasé.

$$I_b = \frac{P}{U * \cos\varphi}$$

$$P = 2.21 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 1$$

$$I_b = \frac{2.21 * 10^3}{220 * 1}$$

$$I_b = 10 \text{ A}$$

III-6-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 10 \text{ A}$

III-6-1-3 Facteur de déclassement global

Câbles accrochés au mur \Rightarrow facteur de correction pour la température uniquement :

$$f_1 = 1.00$$

III-6-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k * I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 10 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 10}{1.00}$$

$$I_z' = 48 \text{ A}$$

nous obtenons alors une section $S_i = 0.65 \text{ mm}^2$

III-6-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 27.2 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 10 \text{ A} ; L = 0.075 \text{ km}$$

$$\Delta U = 27.2 \cdot 10 \cdot 0.075$$

$$\Delta U = 20.4 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{20.4}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 9.3\% < 8\%$$

La chute de tension est supérieure à celle admissible, nous prenons alors la section immédiatement supérieure c'est à dire 0.75 mm^2 .

III-7 CIRCUIT : BUREAUX ET SECTIONS / OUTILLAGE

III-7-1 Calcul de S_i

III-7-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Ce circuit est monophasé.

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

$$P = 2.5 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 1$$

$$I_b = \frac{2.5 \cdot 10^3}{220 \cdot 1}$$

$$I_b = 11.4 \text{ A}$$

III-7-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 12 \text{ A}$

III-7-1-3 Facteur de déclassement global

Câbles accrochés au mur \Rightarrow facteur de correction pour la température uniquement :

$$f_1 = 1.00$$

III-7-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 12 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 12}{1.00} \quad I_z' = 12 \text{ A}$$

Nous obtenons alors une section $S_i = 0.75 \text{ mm}^2$

III-7-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 27.2 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 11.2 \text{ A} \quad ; \quad L = 0.085 \text{ km}$$

$$\Delta U = 27.2 \cdot 11.4 \cdot 0.085$$

$$\Delta U = 26.4 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{26.4}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 12\% > 8\%$$

La chute de tension est supérieure à celle admissible, nous prenons alors la section immédiatement supérieure c'est à dire 1 mm^2 .

III-8 CIRCUIT : SECTION THERMIQUE ET MONTAGE / BUREAU

III-8-1 Calcul de S_i

III-8-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Ce circuit est monophasé.

$$I_b = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

$$P = 2.79 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 1$$

$$I_b = \frac{2.79 \cdot 10^3}{220 \cdot 1}$$

$$I_b = 12.7 \text{ A}$$

III-8-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 13 \text{ A}$

III-8-1-3 Facteur de déclassement global

a) facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

b) facteur de correction pour pose jointive sur chemin de câbles (tableau 3) :

$$f_2 = 1.00$$

III-8-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 13 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1$ d'où :

$$I_z' = \frac{1 \cdot 13}{1.00}$$

$$I_z' = 13 \text{ A}$$

Nous obtenons alors une section $S_i = 0.75 \text{ mm}^2$

III-8-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 23.4 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 12.7 \text{ A} ; L = 0.005 \text{ km}$$

$$\Delta U = 23.4 * 12.7 * 0.085$$

$$\Delta U = 1.5 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{1.5}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 0.68\% < 8\%.$$

Donc nous retenons $S_i = 0.75 \text{ mm}^2$.

III-9 CIRCUIT : TRANSFORMATEUR 2 / BUREAUX

III-9-1 Calcul de S_i

III-9-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b .

Nous avons un circuit triphasé :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 61.40 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

Calcul du $\cos\varphi$

Sections	P (kW)	cos	S	Q
salle d'injec.	11.6	0.92	12.61	4.95
section air	29.23	0.768	38.1	24.44
bureau adm.	2.18	1	2.18	
bur. Chef div.	5.3	1	5.3	
bur.exp. con.	8.37	0.8	10.5	6.34
groupe Teloc	0.255	1	0.26	0.051
outillage	2.5	1	2.5	

$$S_T = \sqrt{(P_T)^2 + (Q_T)^2}$$

$$S_T = \sqrt{(59.435)^2 + (35.78)^2}$$

$$S_T = 69.37 \text{ kVA}$$

ce qui donne :

$$\cos\varphi = P_T / S_T = 59.435 / 69.37$$

$$\cos\varphi = 0.857$$

Nous obtenons donc :

$$I_b = \frac{61.40 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.857}$$

$$I_b = 188.1 \text{ A}$$

III-9-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 189 \text{ A}$

III-9-1-3 Facteur de déclassement global

a) facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

b) facteur de correction pour pose jointive sur chemin de câbles :

trois câbles disposés dans un plan horizontal $\Rightarrow f_2 = 0.78$

III-9-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 189 \text{ A} > 63 \text{ A}$, nous avons $K = 0.86$ d'où :

$$I_z' = 0.86 \cdot \frac{189}{1.00 \cdot 0.78}$$

$$I_z' = 209 \text{ A}$$

ce qui donne une section $S_i = 95 \text{ mm}^2$

III-9-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$\cos \varphi = 0.92$$

$$K = 0.43 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 188.1 \text{ A} ; L = 0.02 \text{ km}$$

$$\Delta U = 0.43 \cdot 188.1 \cdot 0.02$$

$$\Delta U = 1.62 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{1.62}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 0.7\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S_i = 95 \text{ mm}^2$.

III-10 CIRCUIT : SECTION THERMIQUE / AIRE DE LAVAGE

III-10-1 Calcul de S_i

III-10-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Nous avons un circuit triphasé :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 13.05 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

Calcul du $\cos\varphi$

Appareil	P (kW)	cos	S	Q
machi. à laver	4	0.82	4.88	2.79
prise 45A	10	1	10	
Lampe	0.05	1	0.05	

$$S_T = \sqrt{(P_T)^2 + (Q_T)^2}$$

$$S_T = \sqrt{(14.05)^2 + (2.79)^2}$$

$$S_T = 14.32 \text{ kVA}$$

Ce qui donne :

$$\cos\varphi = P_T / S_T = 14.05 / 14.32$$

$$\cos\varphi = 0.981$$

Nous obtenons donc :

$$I_b = \frac{13.05 * 10^3}{\sqrt{3} * 220 * 0.981}$$

$$I_b = 34.91 \text{ A}$$

III-10-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 35 \text{ A}$

III-10-1-3 Facteur de déclassement global

a) facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

b) facteur de correction pour pose positive sur chemin de câbles :

trois câbles disposés dans un plan horizontal $\Rightarrow f_2 = 0.78$

III-10-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 35 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 0.9$ d'où :

$$I_z' = 0.9 \cdot \frac{35}{1.00 \cdot 0.78}$$

$$I_z' = 40.4 \text{ A}$$

Ce qui donne une section $S_i = 6 \text{ mm}^2$

III-10-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 6.08 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 34.91 \text{ A} ; L = 0.08 \text{ km}$$

$$\Delta U = 6.08 \cdot 34.91 \cdot 0.08$$

$$\Delta U = 16.98 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{16.98}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 7.72\% < 8\%$$

La chute de tension obtenue est très proche de la limite admise. Nous choisissons donc la section immédiatement supérieure c'est à dire $S_i = 10 \text{ mm}^2$ qui donne $K = 3.62 \text{ V/A/km}$ pour lequel nous avons :

$$\Delta U = 3.62 \cdot 34.91 \cdot 0.08$$

$$\Delta U = 10.11 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{10.11}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 4.6\% < 8\%$$

Nous retenons donc la section $S_i = 10 \text{ mm}^2$

III-11 CIRCUIT : TRANSFORMATEUR 2 / SECTION THERMIQUE ET MONTAGE

III-11-1 Calcul de S_i

III-11-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Nous avons un circuit triphasé :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 96.95 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

Calcul du $\cos\varphi$

Appareil	P (kW)	$\cos\varphi$	S	Q
1 meule	1	0.79	1.27	0.78
1 meule	2	0.8	2.5	1.5
1 pont 1 t	2.5	0.8	3.1	1.84
1 pont 12 t	15.5	0.81	19.14	11.23
1 pont 64 t	72	0.83	86.75	48.4
mach. à laver	4	0.82	4.87	2.8
Prises	16.6	1	16.6	
Lampes	0.2	1	0.2	
12 prises	24.71	1	24.71	

$$S_T = \sqrt{(P_T)^2 + (Q_T)^2}$$

$$S_T = \sqrt{(138.51)^2 + (66.55)^2}$$

$$S_T = 153.7 \text{ kVA}$$

Ce qui donne :

$$\cos\varphi = P_T / S_T = 138.51 / 153.7$$

$$\cos\varphi = 0.9$$

Nous obtenons donc :

$$I_b = \frac{96.95 * 10^3}{\sqrt{3} * 220 * 0.9}$$

$$I_b = 282.7 \text{ A}$$

III-11-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 283 \text{ A}$

III-11-1-3 Facteur de déclassement global

a) facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

b) facteur de correction pour pose jointive sur chemin de câbles :

cinq câbles disposés dans un plan horizontal $\Rightarrow f_2 = 0.78$

$$\Rightarrow f_3 = 0.80$$

III-11-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 283 \text{ A} > 63 \text{ A}$, nous avons $K = 0.86$ d'où :

$$I_z' = 0.86 \cdot \frac{283}{1.00 \cdot 0.75 \cdot 0.8}$$

$$I_z' = 405.63 \text{ A}$$

Ce qui donne une section $S_i = 240 \text{ mm}^2$

III-11-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$\cos \varphi = 0.9$$

$$K = 0.20 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 282.7 \text{ A} ; L = 0.1 \text{ km}$$

$$\Delta U = 0.2 \cdot 282.7 \cdot 0.1$$

$$\Delta U = 5.65 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{5.65}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 2.57\% < 8\%$$

Donc nous maintenons la section $S_i = 240 \text{ mm}^2$.

III-12 CIRCUIT : TRANSFORMATEUR 2 / SECTION BOGIE

III-12-1 Calcul de S_i

III-12-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Nous avons un circuit triphasé :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 25 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 0.8$$

nous obtenons donc :

$$I_b = \frac{25 * 10^3}{\sqrt{3} * 220 * 0.8}$$

$$I_b = 82 \text{ A}$$

III-12-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 82 \text{ A}$

III-12-1-3 Facteur de déclassement global

a) facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

b) facteur de correction pour pose jointive sur chemin de câbles :

quatre câbles disposés dans un plan horizontal $\Rightarrow f_2 = 0.75$

III-12-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k * I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 82 \text{ A} > 63 \text{ A}$, nous avons $K = 0.86$ d'où :

$$I_z' = 0.86 * \frac{82}{1.00 * 0.75}$$

$$I_z' = 94 \text{ A}$$

Ce qui donne une section $S_i = 25 \text{ mm}^2$

III-12-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K * I_b * L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$\cos\varphi = 0.8$$

$$K = 1.34 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 82 \text{ A ; } L = 0.15 \text{ km}$$

$$\Delta U = 1.34 * 82 * 0.15$$

$$\Delta U = 16.5 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{16.5}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 7.5\% < 8\%$$

Nous retenons la section $S_i = 35 \text{ mm}^2$ pour être plus sécuritaire.

III-13 CIRCUIT : TRANSFORMATEUR 2 / SECTION ELECTRIQUE ET TARAGE

Par manque d'informations, la section TARAGE ne sera pas prise en compte dans l'étude de ce circuit. La puissance prise en compte sera donc uniquement celle de la section électrique.

III-13-1 Calcul de S_i

III-13-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Nous avons un circuit triphasé :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 29.6 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 0.8$$

nous obtenons donc :

$$I_b = \frac{29.6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0.8}$$

$$I_b = 97.1 \text{ A}$$

III-13-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 98 \text{ A}$

III-13-1-3 Facteur de déclassement global

a) facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

b) facteur de correction pour pose jointive sur chemin de câbles :

quatre câbles disposés dans un plan horizontal $\Rightarrow f_2 = 0.75$

III-13-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 98 \text{ A} > 63 \text{ A}$, nous avons $K = 0.86$ d'où :

$$I_z' = 0.86 \cdot \frac{98}{1.00 \cdot 0.75}$$

$$I_z' = 102.4 \text{ A}$$

Ce qui donne une section $S_i = 35 \text{ mm}^2$

III-14-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$\cos \varphi = 0.8$$

$$K = 0.99 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 97.1 \text{ A} ; L = 0.2 \text{ km}$$

$$\Delta U = 0.99 \cdot 97.1 \cdot 0.2$$

$$\Delta U = 19.23 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{19.23}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 8.74\% > 8\%$$

Nous prenons la section immédiatement supérieure c'est à dire $S_i = 50 \text{ mm}^2$ laquelle $K = 0.74 \text{ V/A/km}$ et :

$$\Delta U = 0.74 * 97.1 * 0.2$$

$$\Delta U = 14.37 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{14.37}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 6.53\% < 8\%$$

III-14 CIRCUIT : TRANSFORMATEUR 2 / PORTIQUE

III-14-1 Calcul de S_i

III-14-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

Nous avons un circuit triphasé :

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi}$$

$$P = 20 \text{ kW}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 0.8$$

nous obtenons donc :

$$I_b = \frac{20 * 10^3}{\sqrt{3} * 220 * 0.8}$$

$$I_b = 32.8 \text{ A}$$

III-14-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 38 \text{ A}$

III-14-1-3 Facteur de déclassement global

facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

III-14-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k * I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 38 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1.00$ d'où :

$$I_z' = 1.00 * \frac{33}{1.00}$$

$$I_z' = 30 \text{ A}$$

Ce qui donne une section $S_i = 4 \text{ mm}^2$

III-12-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K * I_b * L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$\cos\varphi = 0.8$$

$$K = 7.97 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 32.8 \text{ A} ; L = 0.010 \text{ km}$$

$$\Delta U = 7.97 * 32.8 * 0.010$$

$$\Delta U = 2.614 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{2.614}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 1.2\% < 8\%$$

Nous maintenons donc la section $S_i = 4 \text{ mm}^2$.

III-15 CIRCUIT ECLAIRAGE

III-15 1 Calcul de S_i

III-15-1-1 Calcul de l'intensité transitée I_b

$$P = 11.177 \text{ kW}$$

$$\cos\varphi = 1$$

$$I_b = \frac{11.177 * 10^3}{220 * 1}$$

$$I_b = 50.8 \text{ A}$$

III-15-1-2 Choix de la protection

Disjoncteur industriel BT réglé à $I_n = 51 \text{ A}$

III-15-1-3 Facteur de déclassement global

facteur de correction pour la température:

$$f_1 = 1.00$$

III-15-1-4 Calcul de l'intensité admissible I_z'

$$I_z' = \frac{k \cdot I_n}{f}$$

Disjoncteur industriel et pour $I_r = 51 \text{ A} < 63 \text{ A}$, nous avons $K = 1.00$ d'où :

$$I_z' = 1.00 \cdot \frac{51}{1.00}$$

$$I_z' = 51 \text{ A}$$

Ce qui donne une section $S_i = 10 \text{ mm}^2$

III-15-2 Vérification de la chute de tension

$$\Delta U = K \cdot I_b \cdot L$$

Ainsi, pour le circuit considéré, nous avons :

$$K = 4.2 \text{ V/A/km}$$

$$I_b = 50.8 \text{ A} ; L = 0.30 \text{ km}$$

$$\Delta U = 4.2 \cdot 50.8 \cdot 0.30$$

$$\Delta U = 64 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{64}{220}$$

$$\frac{\Delta U}{U} = 29\% > 8\%.$$

$$\text{Pour } S_i = 16 \text{ mm}^2, \Delta U = 2.7 \cdot 50.8 \cdot 0.30 = 41.2 \text{ V et } \frac{\Delta U}{U} = \frac{41.2}{220} = 18.7\%.$$

$$\text{Pour } S_i = 25 \text{ mm}^2, \Delta U = 1.7 \cdot 50.8 \cdot 0.30 = 25.91 \text{ V et } \frac{\Delta U}{U} = \frac{25.91}{220} = 11.8\%.$$

$$\text{Pour } S_i = 35 \text{ mm}^2, \Delta U = 1.24 \cdot 50.8 \cdot 0.30 = 19.8 \text{ V et } \frac{\Delta U}{U} = \frac{19.8}{220} = 8.6\%.$$

Cette dernière étant la plus grande section admissible pour deux conducteurs, nous retenons donc $S_i = 35 \text{ mm}^2$.

PARTIE B : CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT.

La connaissance des courants de court-circuit (I_{cc}) aux différents points d'une installation est indispensable pour la conception d'un réseau (pouvoir de coupure des protections, tenue des câbles aux surintensités, sélectivité...).

Le calcul repose sur la loi d'Ohm : l'intensité de défaut est égale à la tension existant au point considéré avant l'apparition du défaut, divisée à l'impédance équivalente à toutes les impédances.

$$I_{cc \text{ tri}} = \frac{U_0}{\sqrt{3} * Z_T}$$

U_0 = tension entre phases à vide au secondaire du transformateur HT/BT
(230 V pour un réseau 220 V).

Z_T = impédance totale par phase en ohms du réseau en amont du défaut.

Donc le calcul de courant de court-circuit se résume à la recherche des valeurs d'impédance, et à leur composition en une impédance unique.

III-1 METHODE DE CALCUL DE Z_T

Chaque constituant d'un réseau (réseau MT, transformateur, câble, disjoncteur, barres...) se caractérise par une impédance Z composée d'un élément résistif (R) et d'un élément inductif (X) appelé réactance. X , R , et Z s'expriment en ohms.

La méthode consiste à décomposer le réseau en tronçons et à calculer pour chacun d'eux les R et X , puis à les additionner arithmétiquement mais séparément :

$$R_T = \Sigma R ; \quad X_T = \Sigma X$$

Connaissant R_T et X_T , nous obtenons:

$$Z_T = \sqrt{(R_T)^2 + (X_T)^2}$$

III-2 DETERMINATION DES IMPEDANCES ET DES COURANTS DE COURT-CIRCUITS EN CERTAINS POINTS DE L'INSTALLATION

III-2-1 Réseau amont (avant transformateur 30 kV / 6.6 kV)

Nous avons un réseau moyenne tension de 30 kV. La puissance de court-circuit donnée par la SENELEC est $P_{cc} = 250$ MVA.

L'impédance du réseau amont ramenée au secondaire du transformateur 30/6.6 est donnée par :

$$Z_a = \frac{U_0^2}{P_{cc}}$$

$$U_0 = 6.6 \text{ kV} ; \quad P_{cc} = 250 \text{ MVA}$$

$$Z_a = \frac{6600^2}{250 \cdot 10^6}$$

$$Z_a = 174 \text{ m}\Omega$$

$$Z_a = \sqrt{(R_a)^2 + (X_a)^2} \quad \text{or} \quad R_a / X_a = 0.15 \Rightarrow R_a = 0.15 * X_a$$

$$(Z_a)^2 = (0.15 * X_a)^2 + (X_a)^2$$

$$(Z_a)^2 = 1.0225 * (X_a)^2 \Rightarrow X_a = \frac{Z_a}{\sqrt{1.0225}}$$

$$\Rightarrow X_a = \frac{0.174}{\sqrt{1.0225}}$$

$$X_a = 172 \text{ m}\Omega$$

$$R_a = 26 \text{ m}\Omega$$

Pour ramener au secondaire du transformateur 2, on multiplie par le carré du rapport de transformation c'est à dire $(\frac{220}{6600})^2$, ce qui donne :

$$X_a = 0.2 \text{ m}\Omega$$

$$R_a = 0.03 \text{ m}\Omega$$

III-2-2 Transformateur 1

L'impédance Z_{tr} d'un transformateur vue au secondaire est donnée par la relation:

$$Z_{tr} = \frac{U_0^2}{P} * U_{cc}(\%)$$

U_0 = tension entre phases au secondaire à vide

P = puissance du transformateur

U_{cc} = tension de court-circuit en %

Cette impédance sera aussi ramenée au secondaire du transformateur 2.

Les abaques (dans les annexes) donnent pour 220 V et 400 kVA :

$$R_{tr1} = 2 \text{ m}\Omega$$

$$X_{tr1} = 5 \text{ m}\Omega$$

III-2-3 Disjoncteur

L'impédance d'un disjoncteur ne doit être prise en compte que pour les appareils en amont de celui qui doit ouvrir sur le court-circuit envisagé. La résistance est négligeable, la réactance est prise égale à 0.15 m Ω .

III-2-4 Câbles

La résistance se calcule à l'aide de la formule :

$$R_c = \rho * \frac{L}{S}$$

ρ = résistivité des conducteurs à la température normale de fonctionnement
en m Ω .mm²/m.

L = longueur en m de la canalisation.

S = section des conducteurs en mm².

Pour les câbles reliant les deux transformateurs, nous avons :

âmes en cuivre $\Rightarrow \rho = 22.5 \text{ m}\Omega$.mm²/m

longueur $L = 150 \text{ m}$

section $S = 125 \text{ mm}^2$.

$$R = \frac{22.5 \cdot 150}{125}$$

$$R = 27 \text{ m}\Omega$$

Pour les câbles moyenne tension, la réactance est prise égale à 0.13 Ω/km .

Ainsi, pour le circuit considéré, $X = 0.13 \cdot 0.15 = 19.5 \text{ m}\Omega$ et ramenée au secondaire du transformateur 2, nous obtenons $X = 0.022 \text{ m}\Omega$.

III-2-5 Transformateur 2

Avec les abaques (voire annexes), nous trouvons pour $P_n = 315 \text{ kVA}$ et $U_2 = 230 \text{ V}$:

$$R = 2.25 \text{ m}\Omega$$

$$X = 6.5 \text{ m}\Omega$$

III-2-6 Disjoncteur 2

$$X = 0.15 \text{ m}\Omega$$

III-2-6 Jeu de barres

La résistance d'un jeu de barres est généralement négligeable. Pour une longueur de 5 m, les abaques (annexes) donnent une réactance $X = 0.5 \text{ m}\Omega$.

III-2-7 Disjoncteurs après jeu de barres (JDB1)

$$X = 0.15 \text{ m}\Omega.$$

III-2-8 Câbles reliant le jeu de barres 1 au jeu de barres des bureaux de la Section Thermique

La section est $S = 95 \text{ mm}^2$ et la longueur $L = 20 \text{ m}$

les abaques (en annexes) donnent après interpolation :

$$R = 5 \text{ m}\Omega$$

$$X = 2.04 \text{ m}\Omega$$

III-2-9 Câbles reliant le jeu de barres 1 à la Section Thermique et Montage.

Pour $S = 240 \text{ mm}^2$ et $L = 100 \text{ m}$, les abaques donnent :

$$R = 10 \text{ m}\Omega$$

$$X = 7.63 \text{ m}\Omega$$

III-2-10 Câbles reliant le jeu de barres 1 à la Section Bogie.

Pour $S = 35 \text{ mm}^2$ et $L = 150 \text{ m}$, les abaques donnent :

$$R = 110 \text{ m}\Omega$$

$$X = 13.4 \text{ m}\Omega$$

III-2-9 Câbles reliant le jeu de barres 1 à la Section Electrique.

Pour $S = 35 \text{ mm}^2$ et $L = 200 \text{ m}$, les abaques donnent :

$$R = 145 \text{ m}\Omega ; X = 17 \text{ m}\Omega.$$

III-2-13 Câbles portique.

$S = 4 \text{ mm}^2$ et $L = 10 \text{ m}$

$$R = 25 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0.5 \text{ m}\Omega$$

III-2-13 Câbles éclairage

$S = 10 \text{ mm}^2$ et $L = 300 \text{ m}$

Les abaques donnent :

$$R = 700 \text{ m}\Omega$$

$$X = 28 \text{ m}\Omega.$$

III-2-14 Jeu de barres 2 (JDB2).

Pour une longueur de 4 m , $X = 0.4 \text{ m}\Omega$.

III-2-15 Câbles reliant le jeu de barres 2 à la salle d'injection.

$S = 6 \text{ mm}^2$ et $L = 30 \text{ m}$

Les abaques donnent :

$$R = 125 \text{ m}\Omega$$

$$X = 3 \text{ m}\Omega.$$

III-2-16 Câbles reliant le jeu de barres 2 à la section air.

$S = 25 \text{ mm}^2$ et $L = 40 \text{ m}$

Les abaques donnent :

$$R = 36 \text{ m}\Omega \text{ et } X = 3.2 \text{ m}\Omega.$$

III-2-17 Câbles reliant le jeu de barres 2 au Bureau Administratif.

$$S = 0.65 \text{ mm}^2 \text{ et } L = 50 \text{ m}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = \frac{22.5*50}{0.65}$$

$$R = 1.73 \Omega$$

$$X = 0$$

III-2-18 Câbles reliant le jeu de barres 2 au bureau Chef de Division .

$$S = 4 \text{ mm}^2 \text{ et } L = 55 \text{ m}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = \frac{22.5*55}{4}$$

$$R = 0.31 \Omega$$

$$X = 0$$

III-2-19 Câbles reliant le jeu de barres 2 au bureau Expertise et Contrôle.

$$S = 10 \text{ mm}^2 \text{ et } L = 65 \text{ m}$$

Les abaques donnent :

$$R = 150 \text{ m}\Omega$$

$$X = 5.8 \text{ m}\Omega.$$

III-2-20 Câbles reliant le jeu de barres 2 au bureau Groupe Teloc.

$$S = 0.65 \text{ mm}^2 \text{ et } L = 75 \text{ m}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = \frac{22.5*75}{0.65}$$

$$R = 2.6 \Omega$$

$$X = 0.$$

III-2-19 Câbles reliant le jeu de barres 2 à la salle outillage.

$$S = 0.75 \text{ mm}^2 \text{ et } L = 85 \text{ m}$$

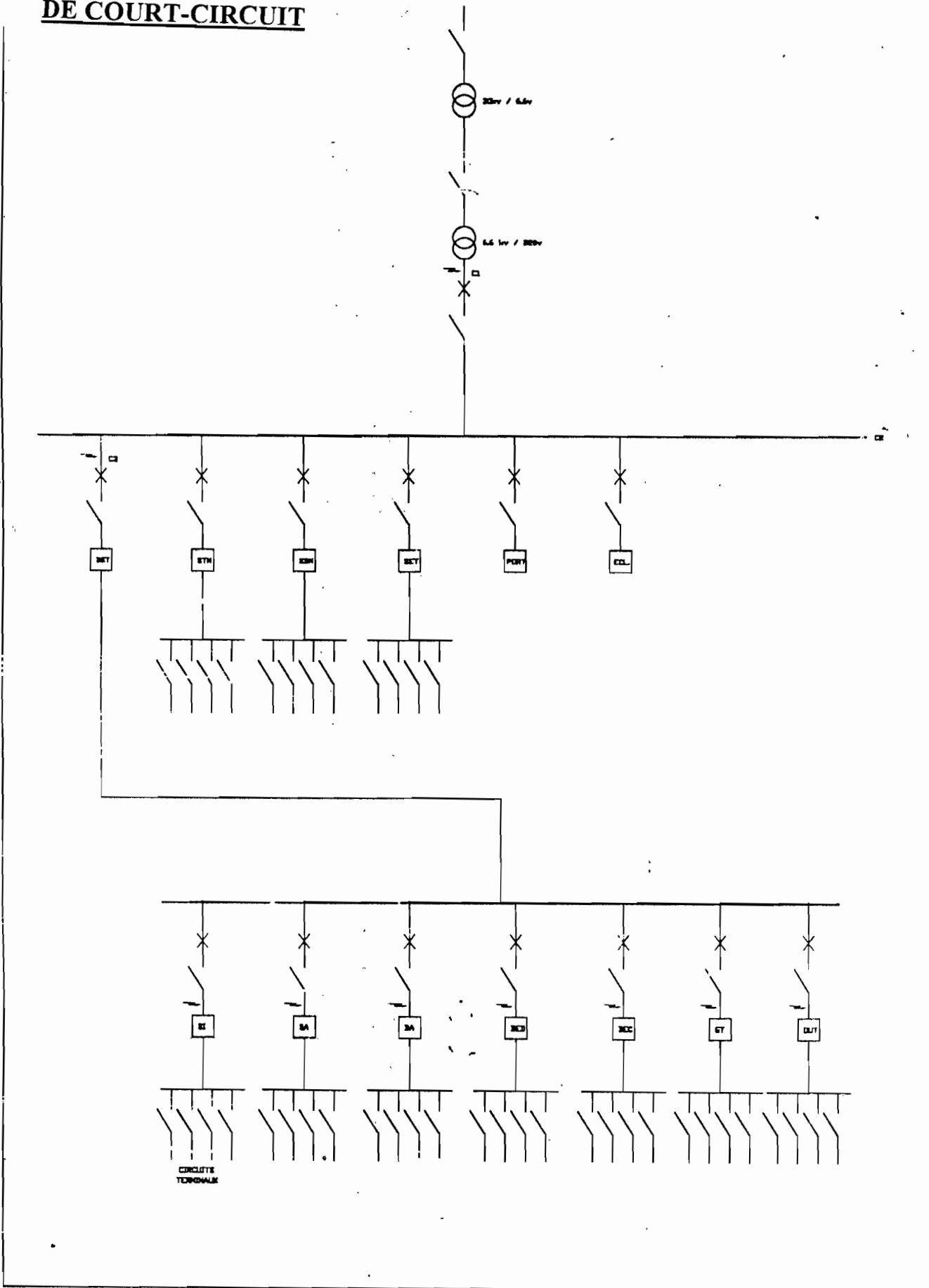
$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = \frac{22.5*85}{0.75}$$

$$R = 2.25 \Omega$$

$$X = 0.$$

III-3 POSITION DES POINTS DE CALCUL DES COURANTS DE COURT-CIRCUIT



III-4 CALCUL DES COURANTS.

III-4-1 Courant de court-circuit au point C₁

La résistance totale est la somme des résistances des éléments situés en amont, lesquelles résistances sont déjà ramenées au secondaire du transformateur 2.

$$R_T = R_a + R_{tr1} + R_{ca} + R_{tr1}$$

$$R_T = 0.03 + 2 + 0.03 + 2.25$$

$$R_T = 3.01 \text{ m}\Omega$$

La réactance totale sera de même :

$$X_T = X_a + X_{tr1} + X_{ca} + X_{tr2}$$

$$X_T = 0.2 + 5 + 0.022 + 6.5$$

$$X_T = 11.722 \text{ m}\Omega.$$

Le courant de court-circuit est alors:

$$I_{cc} = \frac{U_0}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_T)^2 + (X_T)^2}}$$

$$U_0 = 230 \text{ V}$$

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{3} * \sqrt{(4.31 * 10^{-3})^2 + (11.722 * 10^{-3})^2}}$$

$$I_{cc} = 10.63 \text{ kA}$$

Ici, nous n'avons pas tenu du départ vers le dépôt vapeur et de celui vers la section formation. Donc la valeur de calculée ne représente pas la vraie valeur en ce point.

Pour les circuits considérés, la somme des courants I_n est de 743 A ; nous pouvons approximer un courant $I_n = 1000 \text{ A}$ qui traverse le disjoncteur général et donc le tableau B16 indique un disjoncteur Compact CM 1250N, $I_n = 1250 \text{ A}$ et $P_{dc} = 85 \text{ kA}$ avec déclencheur électronique ST-CM3.

Protection contre les surcharges :

$$\text{Seuil de déclenchement réglable } I_r = 0.5 \dots 1 * I_n$$

Protection contre les court-circuits (instantanée) :

Seuil de déclenchement : 3 kA

III-4-2 Courant de court-circuit au point C₂

La résistance totale en ce point est :

$$R_T = R_{Tc1} + R_{Jb1}$$

$$R_T = 4.31 + 0$$

$$R_T = 4.31 \text{ m}\Omega$$

La réactance totale sera de même :

$$X_T = X_{Tc1} + X_{Jb1}$$

$$X_T = 11.722 + 0.5$$

$$X_T = 12.222 \text{ m}\Omega.$$

Le courant de court-circuit est alors:

$$I_{cc} = \frac{U_0}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_T)^2 + (X_T)^2}}$$

$$U_0 = 230 \text{ V}$$

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(4.31 \cdot 10^{-3})^2 + (12.222 \cdot 10^{-3})^2}}$$

$$I_{cc} = 10.25 \text{ kA}$$

➤ Disjoncteur principal départ Bureaux :

Pour $I_n = 189 \text{ A}$, nous choisissons un Compact NS250N, $I_n = 250 \text{ A}$,

Pdc = 85 kA sous 220 V, avec déclencheur électronique STR22SE

▪ Protection contre les surcharges :

- Seuil de déclenchement (A) : $I_r = 0.4 \dots 1 \cdot I_n$

- Temps de déclenchement (en secondes) (mini...maxi):

à $1.5 \cdot I_r \Rightarrow 120 \dots 180$

à $6 \cdot I_r \Rightarrow 5 \dots 7.5$

à $7.2 \cdot I_r \Rightarrow 3.2 \dots 5$

- Protection contre les court-circuits (instantanée)
 - Seuil de déclenchement (A) fixe : $I_m \geq 11 \cdot I_n$

- Disjoncteur principal départ Section Thermique et Montage:

Pour $I_n = 283$ A, nous choisissons un Compact NS400N, $I_n = 400$ A, $P_{dc} = 85$ kA sous 220 V, avec déclencheur électronique STR53UE

 - Protection contre les surcharges (long retard) :
 - Seuil de déclenchement (A) : $I_r = 0.4 \dots 1 \cdot I_n$
 - Temps de déclenchement réglable (en secondes) (mini...maxi):
 - à $1.5 \cdot I_r \Rightarrow 34 \dots 50$
 - à $6 \cdot I_r \Rightarrow 1.6 \dots 2$
 - à $7.2 \cdot I_r \Rightarrow 1.1 \dots 1.4$
 - Protection contre les court-circuits (instantanés)
 - Seuil de déclenchement (A) réglable (8 crans) : $I = 1.5 \dots 11 \cdot I_n$

- Disjoncteur principal départ Section Bogie:

Pour $I_n = 82$ A, nous choisissons un Compact NS100N, $I_n = 100$ A, $P_{dc} = 85$ kA sous 220 V, avec déclencheur électronique STR22SE

 - Protection contre les surcharges:
 - Seuil de déclenchement (A) : $I_r = 0.4 \dots 1 \cdot I_n$
 - Temps de déclenchement réglable (en secondes) (mini...maxi):
 - à $1.5 \cdot I_r \Rightarrow 120 \dots 180$
 - à $6 \cdot I_r \Rightarrow 5 \dots 7.5$
 - à $7.2 \cdot I_r \Rightarrow 3.2 \dots 5.0$
 - Protection contre les court-circuits (instantanés)
 - Seuil de déclenchement (A) fixe : $I_m \geq 11 \cdot I_n$

- Disjoncteur principal départ Section Electrique:
Pour $I_n = 98$ A, nous choisissons un Compact NS125N, $I_n = 125$ A,
Pdc = 85 kA sous 220 V, avec déclencheur électronique TM63D

- Disjoncteur principal départ Portique:
Pour $I_n = 33$ A, nous choisissons un Multi 9 C60N,
 I_n (réglable) = 0.5...63 A,
Pdc = 20 kA sous 240 V (selon NF C 63-120 (CEI 947-2))
Courbe de déclenchement : courbe C avec déclencheurs magnétiques
agissant entre 5 et $10 \cdot I_n$

- Disjoncteur principal protection Eclairage:
Pour $I_n = 51$ A, nous choisissons un Multi 9 C60H (tripolaire),
 I_n (réglable) = 1...63 A,
Pdc = 30 kA sous 230 V (selon NF C 63-120 (CEI 947-2))
Courbe de déclenchement : courbe C avec déclencheurs magnétiques
agissant entre 5 et $10 \cdot I_n$.

III-4-3 Courant de court-circuit au point C₃.

La résistance totale en ce point est :

$$R_T = R_{tr1} + R_{dis} + R_{ca} + R_{Jb1}$$

$$R_T = 4.31 + 0 + 5 + 0$$

$$R_T = 9.31$$

La réactance totale est :

$$X_T = X_{tr1} + X_{dis} + X_{ca} + X_{Jb2}$$

$$X_T = 12.22 + 0.15 + 2.04 + 0.4$$

$$X_T = 14.812$$

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(9.31 \cdot 10^{-3})^2 + (14.812 \cdot 10^{-3})^2}}$$

$$I_{cc} = 7.59 \text{ kA}$$

III-4-5 Courant de court-circuit dans chaque salle au niveau des Bureaux.

Ici, certaines longueurs de câbles sont inférieures à 50 m et donc ne figurent pas dans les tableaux donnant la résistance des câbles.

Nous allons donc utiliser le tableau 9 (dans les annexes) qui donne la valeur du courant de court-circuit en bout de câble, connaissant I_{cc} amont, la longueur du câble, la nature de l'âme et la section.

Nous appelons :

I_{cc1} = courant de court-circuit amont

I_{cc2} = courant de court-circuit aval (en fin de câble)

a) Salle d'Injection

$$I_{cc1} = I_{cc3} = 7.59 \text{ kA}$$

Pour une longueur de câble $l = 30 \text{ m}$, une section $S = 95 \text{ mm}^2$ et une âme en cuivre, le tableau 9 indique $I_{cc2} = 6.9 \text{ kA}$ (après interpolation).

Nous choisissons donc comme protection un disjoncteur Compact NS100, $I_n = 100 \text{ A}$, $P_{dc} = 85 \text{ kA}$ sous 220 V avec déclencheur électronique (mêmes propriétés que celui vu précédemment).

b) Section Air

$$I_{cc1} = I_{cc3} = 7.59 \text{ kA}$$

$l = 40 \text{ m}$, $S = 25 \text{ mm}^2$, âme en cuivre

donc $I_{cc2} = 3 \text{ kA}$.

La protection sera la même que celle précédente.

c) Bureau Administratif

$$I_{cc1} = I_{cc3} = 7.59 \text{ kA}$$

$$L = 50 \text{ m}, S = 0.65 \text{ mm}^2, \text{ âme en cuivre}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = 1.73 \Omega$$

$$X = 0$$

$$R_T = 9.31 * 10^{-3} + 1.73$$

$$R_T = 1.739 \Omega$$

$$X_T = 14.812 * 10^{-3} \Omega$$

Le courant de court-circuit monophasé en bout de câble est :

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{(1.739)^2 + (14.812 * 10^{-3})^2}}$$

$$I_{cc2} = 76.34 \text{ A.}$$

La protection sera la même que précédemment.

d) Bureau chef de Division

$$I_{cc1} = 9.041 \text{ kA}$$

$$l = 55 \text{ m}; S = 4 \text{ mm}^2; \text{ âme en cuivre}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = 0.31 \Omega$$

$$X = 0$$

$$R_T = 9.31 + 309.4$$

$$R_T = 318.71 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = 14.812 \text{ m}\Omega$$

Le courant de court-circuit monophasé en bout de câble est :

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{(0.31871)^2 + (14.812 * 10^{-3})^2}}$$

$$I_{cc2} = 720.93 \text{ A.}$$

La protection sera la même que précédemment.

e) Bureau Expertise et Contrôle

$$I_{cc1} = 9.041 \text{ kA}$$

$$l = 65 \text{ m ; } S = 10 \text{ mm}^2 \text{ ; âme en cuivre}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = 150 \text{ m}\Omega$$

$$X = 5.8 \text{ m}\Omega$$

$$R_T = 9.31 + 150$$

$$R_T = 159.31 \text{ m}\Omega$$

$$X_T = 14.812 + 5.8$$

$$X_T = 20.612 \text{ m}\Omega$$

Le courant de court-circuit monophasé en bout de câble est :

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{(0.15931)^2 + (0.020612)^2}}$$

$$I_{cc2} = 1.43 \text{ kA.}$$

La protection sera la même que précédemment.

f) Groupe Teloc

$$I_{cc1} = 9.041 \text{ kA}$$

$$l = 75 \text{ m ; } S = 0.65 \text{ mm}^2 \text{ ; âme en cuivre}$$

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = 2.6 \Omega$$

$$X = 0$$

$$R_T = 9.31 * 10^{-3} + 2.6$$

$$R_T = 2.609 \Omega$$

$$X_T = 14.812 \text{ m}\Omega$$

Le courant de court-circuit monophasé en bout de câble est :

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{(2.609)^2 + (0.014812)^2}}$$

$$I_{cc2} = 88.2 \text{ A.}$$

La protection sera la même que précédemment.

g) Outillage

$$I_{cci} = 9.041 \text{ kA}$$

$l = 85 \text{ m}$; $S = 0.75 \text{ mm}^2$; âme en cuivre

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$

$$R = 2.25 \Omega$$

$$X = 0$$

$$R_T = 9.31 * 10^{-3} + 2.25$$

$$R_T = 2.259 \Omega$$

$$X_T = 14.812 \text{ m}\Omega$$

Le courant de court-circuit monophasé en bout de câble est :

$$I_{cc} = \frac{230}{\sqrt{(2.259)^2 + (0.012312)^2}}$$

$$I_{cc2} = 101.81 \text{ A.}$$

La protection sera la même que précédemment.

III-4-6 Circuits terminaux

Pour les moteurs au niveau des circuits terminaux, le disjoncteur sera un Compact ou un Multi 9 type MA, conçus spécialement pour les départs moteur et qui protègent contre les court-circuits. Ils seront associés à des discontacteurs pour protéger le câble d'alimentation et le moteur contre les surcharges.

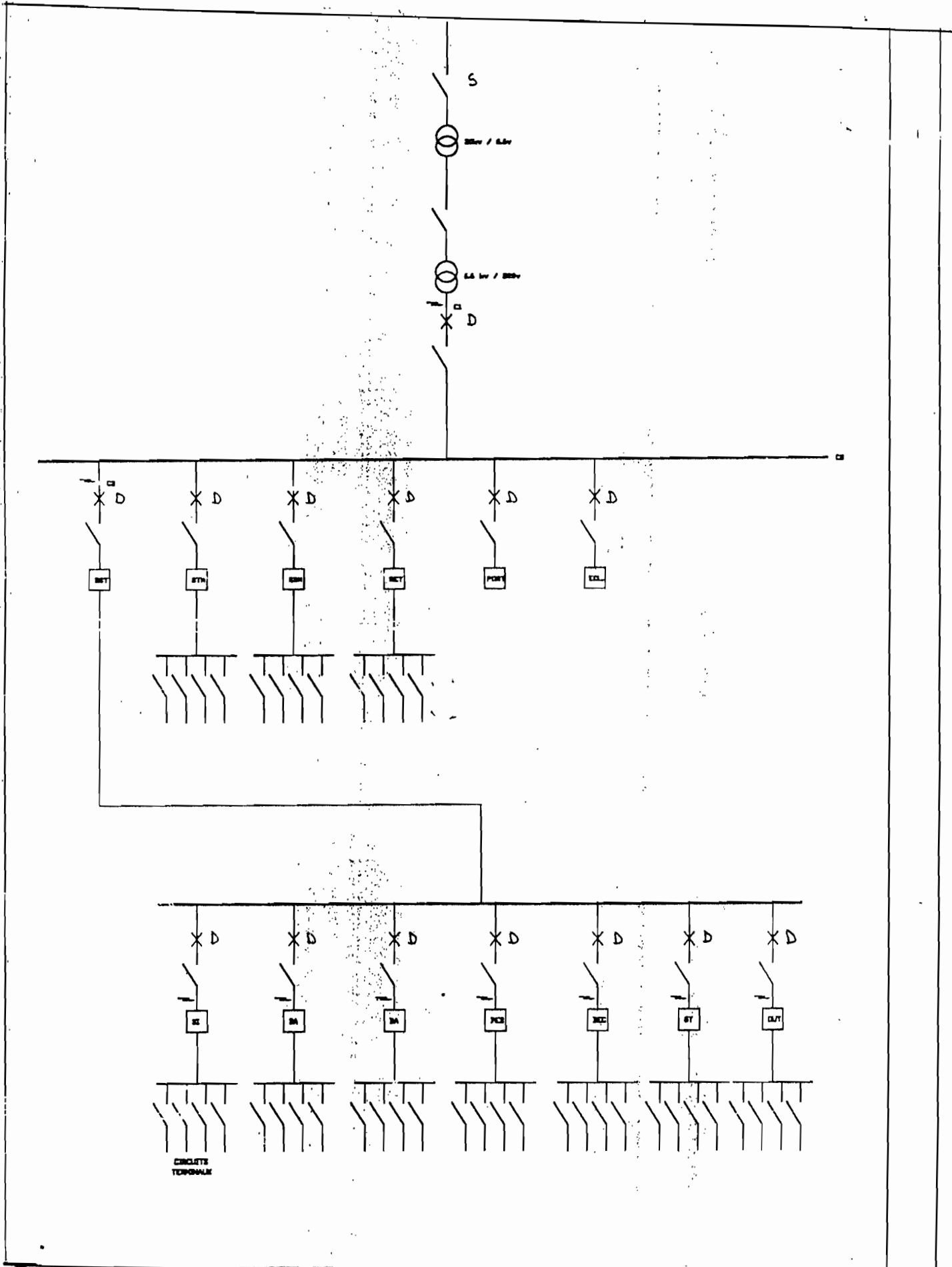


Figure 6 : Position des disjoncteurs et sectionneurs

EVALUATION FINANCIERE

Nous faisons ici une évaluation sommaire du projet en donnant le coût pour l'ensemble des disjoncteurs, câbles et jeux de barres qui devront être achetés en cas d'application.

Les prix donnés dans le tableau suivant ont été tirés du catalogue Merlin Gerin (Sénégal : Tarif public – Janvier 2001) du groupe Schneider Electric. Ces prix constituent directement des prix TTC et sont donnés en FF.

Disjoncteur	Type de déclencheur	Référence	Prix (TTC)	P (kg)	CP
CM1251N	STR25	55427	37909	50	0D3111
NS250N	STR22SE	31770	5538	2.12	0D1123
NS400N	STR53UE	32725	12822	5.93	0D1124
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS125E	TM63D	34633	1317	1.78	0D1123
Multi 9 C60N	magné.et therm.:courbe C	24604	494.6	0.36	0B2042
Multi 9 C60N	magné.et therm.:courbe C	24604	494.6	0.36	0B2042
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
NS100N	STR22SE	29772	2933	1.88	0D1123
TOTAL			82039.2		

Section(mm ²)	Longueur (km)	Prix / km	Prix total
6	0.03	3935	119
25	0.04	11825	473
0.65	0.05	1710	86
4	0.055	2877	159
10	0.065	5545	361
0.75	0.075	1710	129
1	0.085	1710	146
0.75	0.005	1710	9
95	0.02	125681	2514
240	0.1	308641	30865
10	0.08	5545	444
35	0.15	15228	2285
50	0.2	21195	4239
4	0.01	2877	29
35	0.3	15228	4569
TOTAL			46427

Jeu de barres	Référence	Prix	P (kg)	CP
Support JDB 60X10 HORIZ P	7468	600	1.55	0Q2234
Support JDB 60X10 HORIZ P	7468	600	1.55	0Q2234
TOTAL		1200		

Nous obtenons alors un coût total pour tout l'ensemble de 129666,2 FF
soit 12.966.620 FCFA.

CHAPITRE IV :
CONCLUSION ET
RECOMMANDATIONS

Au moment où il est de plus en plus question d'économie d'énergie, de réduction des coûts de production et des factures d'électricité, ce projet s'inscrit dans le cadre des solutions pouvant contribuer à l'atteinte de ces objectifs.

La consommation irrationnelle et souvent non contrôlée de l'énergie électrique de bon nombre d'entreprises reste un problème de taille sans la solution duquel le problème du déficit énergétique au Sénégal risque de perdurer.

La solution réside peut-être sur une gestion plus économique de l'énergie mais aussi et surtout sur une utilisation d'équipements électriques performants et répondant au mieux aux normes préétablies.

L'étude de la remise aux normes des installations électriques de la SNCS effectuée s'inscrit dans cette démarche. Aussi ressort-il de l'étude une faisabilité technique quasi certaine.

De plus, le projet présente plusieurs avantages pouvant être appréciés sous plusieurs angles :

- Pour l'entreprise :
 - une réduction des factures colossales d'électricité
 - une suppression des manques à gagner résultant des arrêts dus aux défauts électriques par suite de la vétusté du matériel
- Pour le Sénégal :
 - une réduction du déficit énergétique

Afin de mieux atteindre ces objectifs, les actions suivantes devront être nécessairement mises en œuvre. Il s'agit :

- de l'application des résultats de l'étude : remplacer tout le matériel vétuste ne répondant plus aux normes par un matériel plus performant et plus économique afin de réduire la charge électrique de l'usine

- de l'utilisation d'appareillage électronique pour un meilleur contrôle et une plus grande rapidité de déclenchement
- de l'application stricte des recommandations de la norme NF C15100 relative à la protection des personnes et des circuits
- d'un contrôle et d'un suivi permanent de l'appareillage afin de réduire au mieux les pannes et les défauts
- de former à nouveau le personnel sur les nouvelles technologies électriques et d'organiser fréquemment des réunions d'informations et de rappel sur les mesures de sécurité électrique.

Dans le souci d'une meilleure protection, la mise en place de panneaux de signalisation aux différents endroits réputés être dangereux pour chaque circuit semble être une mesure nécessaire.

En plus des protections haute tension et basse tension, des mesures préventives doivent être prises pour parer aux conséquences de tout défaut interne (défaut d'isolement sur le matériel HT du poste) ou externe (surtension atmosphérique) pouvant engendrer des courants à la terre très dangereux pour les personnes et le matériel.

Ces mesures préventives consistent essentiellement :

- en l'interconnexion et la mise à terre de toutes les masses du poste
- dans la recherche d'une résistance de prise de terre aussi faible que possible parce que le courant de défaut qui passe par la prise de terre est importante et provoque une élévation de potentiel de toutes les masses
- dans la mise en œuvre à l'entrée du poste alimenté en aérien d'un éclateur ou d'un parafoudre.

La mise sur le réseau de groupes électrogènes constitue un potentiel non négligeable dans la mesure où elle permet d'absorber le manque à gagner observés en cas de coupure.

BIBLIOGRAPHIE

Electra : Guide de l'ingénierie électrique des réseaux internes d'usine

Memotech : Electrotechnique

Guide de l'installation électrique : édition 1981

Catalogue Merlin Gerin : Distribution basse tension (édition 1999)

Ibrahima Ndiaye : Cours d'Installations Electriques

Recherches sur Internet

ANNEXES

puissance nominale		rendement %	puissance absorbées kW	cos φ (à Pn)	intensités absorbées				courant nominal	
kW	ch				monophasé 220 V	triphasé 220 V	380 V	500 V	110 V	220 V
0,55	0,75	70	0,8	0,75	4,7	2,7	1,58	1,2	7,1	3,5
0,75	1	72	1,0	0,78	6	3,5	2	1,5	9,5	4,7
1,1	1,5	74	1,5	0,79	8,5	4,9	2,8	2,1	13,5	6,8
1,5	2	76	2,0	0,81	12	6,9	4	3	18	9
2,2	3	79	2,8	0,80	16	9,2	5,3	4	25	12,5
3	4	79	3,8	0,82	21	12	7	5,3	35	16
4	5,5	83	4,8	0,85	26	15	8,6	6,5	44	21
5,5	7,5	84	6,6	0,85	35	20	11,8	8,9	60	30
7,5	10	86	8,8	0,85	47	27	15,6	11,9	79	40
11	15	86	12,8	0,83	70	40	23	17,6	116	58
15	20	87	17,3	0,85	92	53	31	23,5	157	79
18,5	25	89	20,8	0,86	110	63	36,5	28	190	95
22	30	89	24,8	0,86		75	43	33	225	113
25	35	90	27,8	0,86		85	49	44	252	126
30	40	90	33,4	0,86		101	58	44	303	152
37	50	91	40,7	0,86		124	72	55	366	183
45	60	91	49,5	0,86		152	88	67	445	223
55	75	92	59,8	0,88		179	102	79	545	273
75	100	92	81,5	0,89		241	139	106	742	371
90	125	92	97,8	0,89		290	167	128	890	445
110	150	93	118,3	0,89		348	201	160	1007	504
132	180	93	142,0	0,90		414	239	182		
160	218	93	172,0	0,90		530	306	234		
200	274	93	215,0	0,87		655	378	288		
250	340	94	266,0	0,88		793	458	350		
280	380	94	298,0	0,87		889	513	393		
315	428	94	335,1	0,87		1010	584	447		
355	482	94	377,7	0,87			658	501		
475	646	94	505,3	0,87			880	672		
560	760	94	595,8	0,88			1025	772		
630	856	94	670,2	0,88			1168	890		

Tableau 1 : Intensités absorbées par les moteurs asynchrones.

TEMPÉRATURES AMBIANTES °C	ISOLATION				
	Caoutchouc	Polychlorure de vinyle	Butyle éthylène propylène polyéthylène réticulé	Minéral	
				(A) accessible ou avec gaine PCV	(B) non accessible
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
10	1,20	1,22	1,17	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,13	1,17	1,12
20	1,25	1,12	1,09	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04	1,06	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,90	0,93	0,95	0,91	0,90
40	0,80	0,87	0,90	0,85	0,96
45	0,71	0,79	0,85	0,76	0,94
50	0,58	0,71	0,80	0,66	0,92
55	—	0,61	0,74	0,59	0,87
60	—	0,50	0,67	0,46	0,84
65	—	—	0,60	—	0,82
70	—	—	0,52	—	0,80
75	—	—	0,43	—	0,72
80	—	—	—	—	0,61

Tableau 2 : facteur de correction pour la température

Facteurs de correction à appliquer aux valeurs des tableaux	NOMBRE DE CÂBLES (*)				
	2	3	4 ou 5	6 à 8	9 et plus
Disposition dans un plan horizontal	0,85	0,78	0,75	0,72	0,70
Disposition dans un plan vertical	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

(*) Une seule couche, aucun espacement entre les câbles (si $d < e < 2d \rightarrow f_2 = f_3 = 0,9$)

Tableau 3 : facteurs de correction pour pose jointive sur chemins de câbles ou tablettes

Facteurs de correction à appliquer f ₄	NOMBRE DE CÂBLES MONO. OU TRI PHASÉS.											
	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
	0,80	0,69	0,62	0,59	0,55	0,51	0,48	0,43	0,41	0,39	0,38	0,36

Tableau 4 : facteur de correction pour pose jointive dans des conduits, alvéoles ou goulottes

Coefficient d'occupation	5	7	10	15	20	30	50
f ₅	0,60	0,66	0,72	0,80	0,85	0,90	0,92

Tableau 5 : facteur de correction pour pose en caniveaux fermés

MODES DE POSE	ISOLATION	COLONNES DU TABLEAU VI.17			
		PVC CAOUTCHOUC, POLY- CHLORURE DE VINYLE		BUTYL, P.E.C. ÉTHYLÈNE-PROPYLÈNE	
		3 AMES	2 AMES	3 AMES	2 AMES
A	Conduits apparents	2	3	4	5
B	Conduits encastrés	2	3	4	5
C	Moulures, plinthes	2	3	4	5
D	Fixation aux parois	(1) 4	5	6	7
		(2) 4	4	5	6
E	Fixation aux plafonds	(1) 4	5	6	7
		(2) 3	4	5	6
F	Chemins de câbles, tablettes	(1) 4	5	6	7
		(2) 3	4	4	6
G	Caniveaux	3	4	5	6
H	Gouttières	2	3	4	5
J	Gouttières	3	4	5	6
K	Gaines	2	3	4	5
L ₁	Conduits dans caniveaux ouverts	1	2	3	4
L ₂	Conduits dans caniveaux fermés	1	2	3	4
L ₃	Caniveaux ouverts	2	3	4	5
L ₄	Caniveaux fermés	2	3	4	5
L ₅	Caniveaux remplis de sable	(3)			
M	Vides de construction	2	3	4	5
N	Aivées	2	3	4	5
P	Blocs alvéolés	2	3	4	5
Q	Huisseries	(1) 3	4	5	6
		(2) 2	3	4	5
R	Encastrément direct	(3)			
S ₁	Enterré directement				
S ₂	Enterré avec protection				
S ₃	Enterré dans fourreau				
T	Canalisations préfabriquées	(3)			
U	Surisolateurs	(1) 5	6	7	8
		(2) 4	5	6	7
V	Lignes aériennes	5	6	7	8
W	Immergé	(3)			

Tableau 6 : choix de la section en fonction des modes de pose.

	SECTION NOMINALE DES AMES (mm ²)	COLUMNS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Âmes en cuivre	0,19		4,5	5	6	6,5			
	0,28		6	6,5	7	8			
	0,5		8	9	10	12			
	0,65		9	11	12	14			
	0,75		10,5	12	13,5	15			
	1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23
	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29
	2,5	19	21	24	26	30	33	37	40
	4	25	28	32	35	40	45	50	55
	6	32	36	41	46	52	58	64	70
	10	44	50	57	63	71	80	88	97
	16	59	68	76	85	96	107	119	130
	25	75	89	101	112	127	142	157	172
	35	97	111	125	138	157	175	194	213
	50		134	151	168	190	212	235	257
	70		171	192	213	242	270	299	327
	95		207	232	258	293	327	362	396
	120		239	269	299	339	379	419	458
	150		275	309	344	390	435	481	527
	185		314	353	392	444	496	549	602
240		369	415	461	522	584	645	707	
Câbles unipolaires seulement	300		420	472	525	595	665	735	805
	400		490	552	613	695	779	859	940
	500		550	618	687	780	870	960	1 050
	630		635	705	782	885	995	1 095	1 200
	800		700	790	875	990	1 145	1 235	1 350
	1 000		790	890	990	1 120	1 250	1 380	1 510
Âmes en aluminium	35	76	88	97	108	125	138	151	166
	50		105	118	131	151	168	183	200
	70		133	150	166	192	213	234	256
	95		161	181	200	232	258	282	309
	120		186	210	236	269	299	327	357
	150			240	268	309	344	375	411
	185			275	305	353	392	428	469
	240			325	360	415	461	503	551
Câbles unipolaires seulement	300			370	410	472	525	575	628
	400			432	479	552	613	670	732
	500			485	537	618	687	750	822
	630			550	610	705	782	855	935
	800			620	685	790	875	955	1 050
	1 000			700	772	890	990	1 075	1 180

Tableau 7: choix de la section en fonction du courant admissible I_z'

U 1000 RO2V cuivre

section mm ²	approx extérieur mm	masse approx kg/m	Intensité-régime permanent		chute de tension		
			enterré 20 °C A	air libre 30 °C A	cos φ 0,8 V/A/km	cos φ 0,9 V/A/km	le km
1 CONDUCTEUR							
1,5 M	5,6	50	30	24	20,80	23,40	1710
2,5 M	6	60	42	33	12,60	14	2189
4 M	6,5	80	54	45	7,90	8,80	2877
6	7,3	105	67	58	5,37	6,06	3935
10	8,1	150	92	80	3,22	3,57	5545
16	9,1	215	117	107	2,08	2,27	7838
25	10,8	320	148	142	1,33	1,47	11825
35	11,8	420	179	175	0,99	1,07	15228
50	13,4	560	214	212	0,74	0,81	21195
70	15,4	780	264	270	0,54	0,57	30843
95	17,4	1050	317	327	0,42	0,43	40943
120	19,1	1300	363	379	0,35	0,35	50470
150	21,2	1600	405	435	0,29	0,29	62392
185	23,4	1980	457	496	0,26	0,26	77128
240	26,2	2570	529	584	0,21	0,21	100716
300	29	3200	600	665	0,19	0,17	126737
400	33,7	4080	690	779	0,16	0,15	166399
500	36,9	5100	780	870	0,15	0,13	208877
630	43,3	6590	880	995	0,13	0,11	
2 CONDUCTEURS							
1,5 M	9,2	150	34	24	24,20	27,20	3510
2,5 M	10	180	46	33	14,80	10,00	4410
4 M	11	210	59	45	9,20	10,40	5738
6	12,6	290	74	58	6,30	7	8431
10	14,2	405	101	80	3,80	4,20	12250
16	16,2	570	128	107	2,40	2,70	17893
25	19,6	870	162	142	1,55	1,70	28351
35	21,6	1120	195	175	1,14	1,24	34135
3 CONDUCTEURS							
1,5 M	9,7	150	29	22	21	23,60	4277
2,5 M	10,5	180	40	30	12,80	14,40	6395
4 M	11,6	250	51	40	7,97	9	7068
6	13,3	350	64	52	5,46	6,08	11080
10	15	500	88	71	3,26	3,62	15874
16	17,2	720	111	98	2,08	2,30	23134
25	20,8	1090	141	127	1,34	1,47	38739
35	23	1440	170	157	0,99	1,07	47421
50	26,4	1920	204	190	0,74	0,81	89158
70	30,8	2700	252	242	0,64	0,67	16834

section mm ²	approx extérieur mm	masse approx kg/m	Intensité-régime permanent		chute de tension		
			enterré 20 °C A	air libre 30 °C A	cos φ 0,8 V/A/km	cos φ 0,9 V/A/km	le km
3 CONDUCTEURS (suite)							
95	34,9	3630	302	293	0,42	0,43	28581
120	38,7	4520	345	339	0,34	0,35	35082
150	43,3	5600	386	390	0,29	0,29	41828
185	48,2	6870	435	444	0,24	0,24	55819
240	54,3	8060	504	522	0,21	0,20	76341
300	60,2	11260	571	595	0,17	0,17	
400	70,4	14590	657	695	0,16	0,15	
4 CONDUCTEURS							
1,5 M	10,4	170	29	22	21	23,60	8153
2,5 M	11,4	230	40	30	12,80	14,40	9634
4 M	12,6	310	51	40	7,97	9	12801
6	14,5	430	64	52	5,46	6,08	17393
10	16,4	620	88	71	3,26	3,62	23053
16	18,8	900	111	96	2,08	2,30	32117
25	22,9	1380	141	127	1,34	1,47	45813
35	25,3	1830	170	157	0,99	1,07	61429
50	29,5	2470	204	190	0,74	0,81	80622
70	34,2	3460	252	242	0,64	0,67	113322
95	38,8	4670	302	293	0,42	0,43	15424
120	43,4	5860	345	339	0,34	0,35	20607
150	48,1	7200	386	390	0,29	0,29	28064
5 CONDUCTEURS							
1,5 M	11,2	205	29	22	21	23,60	10902
2,5 M	12,3	275	40	30	12,80	14,40	12883
4 M	13,6	370	51	40	7,97	9	17804
6	15,8	520	64	52	5,46	6,08	24880
10	18	760	88	71	3,26	3,62	34747
16	20,7	1110	111	96	2,08	2,30	48777
25	25,2	1700	141	127	1,34	1,47	6719
3 CONDUCTEURS + NEUTRE							
3 × 50 + 35	28,5	2330	204	190	0,74	0,81	1212
3 × 70 + 50	33,3	3240	252	242	0,64	0,67	17785
3 × 95 + 50	36,9	4210	302	293	0,42	0,43	44797
3 × 120 + 70	41,4	5300	345	339	0,34	0,35	61284
3 × 150 + 70	45,2	6300	386	390	0,29	0,29	85841
3 × 185 + 95	50,7	7970	435	444	0,24	0,24	
3 × 240 + 120	57,2	10320	504	522	0,21	0,20	

Tableau 8 : Valeurs de K

220 V

section câble en mm²

cu		alu		longueur du câble en mètres										
1,5	2,5				1				2					
2,5	4				1			2	3	4				
4	6				1			2	3	4	6			
6	10				1			2	3	4	6	10		
10	16	1			2			3	5	7	10	15		
16	25	1	2			3	5	8	11	16	24			
25	35	1	3	4			5	8	13	18	25	38		
35	50	2	4	5	7			11	18	25	35	53		
50	70	3	5	8	10			15	35	25	50	75		
	95	3	6	9	12			18	30	42	60	90		
70	120	4	8	11	15			23	38	53	75	113		
	150	4	8	12	16			24	40	57	81	122		
95	185	5	10	14	19			29	48	67	96	145		
120	240	6	12	18	24			36	60	84	120	180		
150		6	13	20	26			39	65	91	130	195		
185	300	7	15	23	30			46	77	108	154	231		
240		9	19	28	38			57	96	134	192	288		
300		12	24	36	48			72	120	168	240	360		
lcc amont en kA		lcc aval en kA												
100		70	46	34	26	18	11	8	6	4				
90		66	45	33	26	18	11	8	6	4				
80		61	43	32	26	18	11	8	6	4				
70		55	40	31	25	17	11	8	6	4				
60		49	38	29	24	17	11	8	6	4				
50		43	34	28	23	17	11	8	6	4				
45		39	32	27	22	16	11	8	6	4				
40		36	30	25	21	16	10	8	6	4				
35		31	27	23	20	15	10	8	5	4				
30		28	24	21	19	15	10	7	5	4				
25		23	21	19	17	14	10	7	5	4				
20		19	18	16	15	12	9	7	5	4				
15		14	14	13	12	10	8	6	5	4				
10		10	9	9	9	8	7	6	5	3				
7		7	7	6	6	6	5	5	4	3				
5		5	5	5	5	4	4	4	3	3				
4		4	4	4	4	4	3	3	3	2				

380 V

section câble en mm²

cu		alu		longueur du câble en mètres												
1,5	2,5				1				2							
2,5	4				1			2	3	4	5					
4	6				1			2	3	4	6	8				
6	10				1			2	3	4	6	10	13			
10	16	1			2			3	5	7	10	15	20			
16	25	2			3			5	8	11	16	24	32			
25	35	3	4			5			8	13	18	25	38	50		
35	50	4	5	7			11			18	25	35	53	70		
50	70	5	8	10			15			25	35	50	75	100		
	95	6	9	12			18			30	42	60	90	120		
70	120	8	11	15	23	38	53	75	113	151						
	150	8	12	16	24	40	57	81	122	164						
95	185	10	14	19	29	48	67	96	145	194						
120	240	12	18	24	36	60	84	120	180	241						
150		13	20	26	39	65	91	130	195	260						
185	300	15	23	30	46	77	108	154	231	308						
240		19	28	38	57	96	134	192	288	384						
300		24	36	48	72	120	168	240	360	480						
lcc amont en kA		lcc aval en kA														
100		65	51	42	30	19	14	10	7	5						
90		62	49	41	29	19	14	10	7	5						
80		58	47	39	29	18	13	10	7	5						
70		52	44	37	28	18	13	10	6	5						
60		47	40	35	27	18	13	9	6	5						
50		41	36	32	25	17	13	9	6	5						
45		38	34	30	24	17	13	9	6	5						
40		35	32	28	23	16	13	9	6	5						
35		31	28	26	21	16	12	9	6	5						
30		27	25	23	20	15	12	9	6	5						
25		23	22	20	18	14	11	9	6	5						
20		19	18	17	16	13	10	8	6	5						
15		14	14	13	12	11	9	7	6	4						
10		10	10	9	9	8	7	6	5	4						
7		7	7	7	6	6	5	5	4	3						
5		5	5	5	5	5	4	4	3	3						
4		4	4	4	4	4	3	3	3	2						

Tableau 9 : valeur du courant de court-circuit en bout de câbles

$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \frac{U^2 e}{P \cdot 100}$	Z_T en Ω
$R_T = W \frac{U^2}{P^2}$ $\cos \varphi_T = \frac{R}{Z}$	R_T en Ω

R_T : résistance par phase en Ω .
 U : tension nominale secondaire entre phases du transformateur à vide en V.
 P : puissance nominale du transformateur en kVA.
 W : pertes du transformateur en W.
 e : tension de court-circuit du transformateur en %.

Nota : En l'absence d'indications une valeur de 6 % pour e et une valeur de 0,3 pour $\cos \varphi_T$ sont admises.

Fig. 22 — Composantes de l'impédance du transformateur.

P (kVA)	I_n (A)	I_{cc0} (kA)	Les transformateurs de puissance nominale au plus égale à 3,15 MVA (NF C 52-113) immergés dans un diélectrique liquide peuvent admettre le courant de court-circuit I_{cc0} ci-contre en 230/400 V (420 V à vide)
16	22	0,560	
25	34	0,875	
40	55	1,4	
50	68	1,72	
100	138	3,43	
160	220	5,49	
200	275	6,85	
250	343	8,58	
315	433	10,80	
400	550	13,72	
500	687	17,15	
630	866	21,60	
800	1100	24,40	
1000	1374	27,44	
1250	1708	31,18	
1600	2199	36,61	
2000	2749	42,30	
2500	3436	49,10	
3150	4329	59,20	

Fig. 23 — Courant de court-circuit I_{cc0} du transformateur

RÈGLE D'UTILISATION	RÉSISTIVITÉ (Ω mm ² /m)		CONDUCTEURS CONCERNÉS
	Cuivre	Aluminium	
I_{cc3} (maxi)	$\rho_1 = 1,25 \rho_{20}$	0,0225 0,036	Ph - N
I_{cc} (mini)	$\rho_2 = 1,5 \rho_{20}$	0,027 0,043	Ph - N
Courant de défaut dans les schémas TN et IT	$\rho_d = 1,25 \rho_{20}$	0,0225 0,036	Ph - N PE - PEN
Chute de tension	$\rho_u = 1,25 \rho_{20}$	0,0225 0,036	Ph - N
Vérification des contraintes thermiques des conducteurs Pt	$\rho_{th} = 1,5 \rho_{20}$	0,027 0,043	Ph - N PEN - PE si même câble
	$\rho_{th} = 1,25 \rho_{20}$	0,0225 0,036	PE si séparé

ρ_{20} = résistivité des conducteurs à 20 °C :
 0,018 Ω mm²/m pour le cuivre et 0,029 Ω mm²/m pour l'aluminium.
 λ = réactance linéique des conducteurs :
 0,08 m Ω /m quels que soient le mode de pose, la disposition et la nature des conducteurs.

Fig. 24 — Impédance des conducteurs.

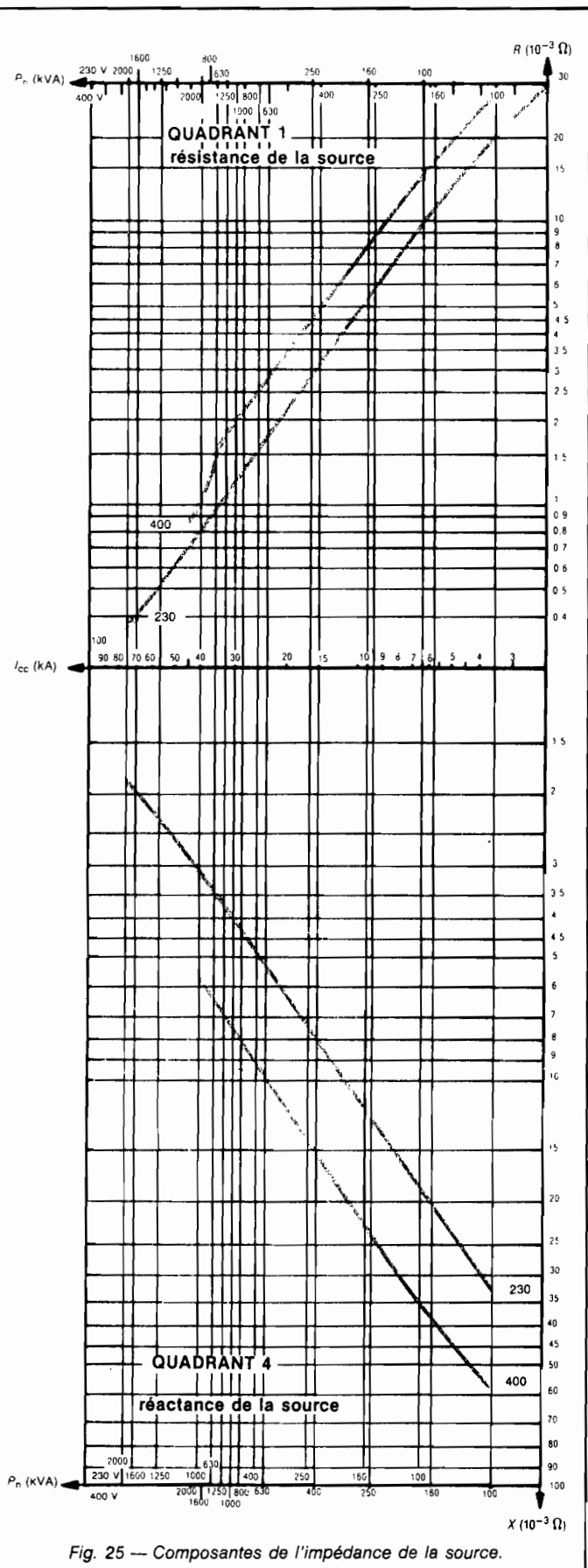
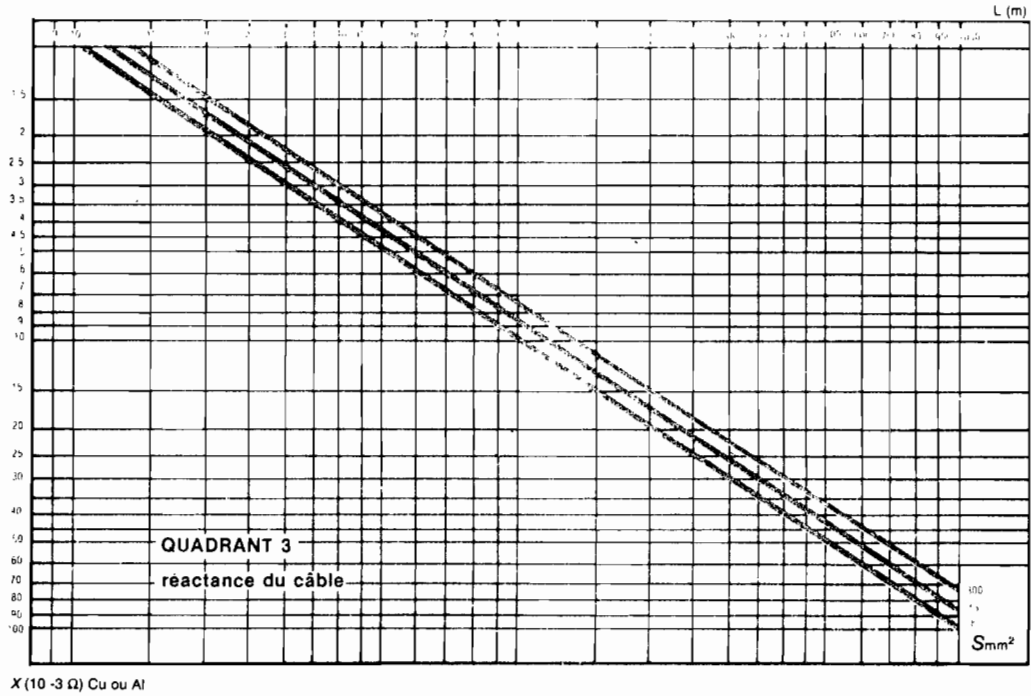
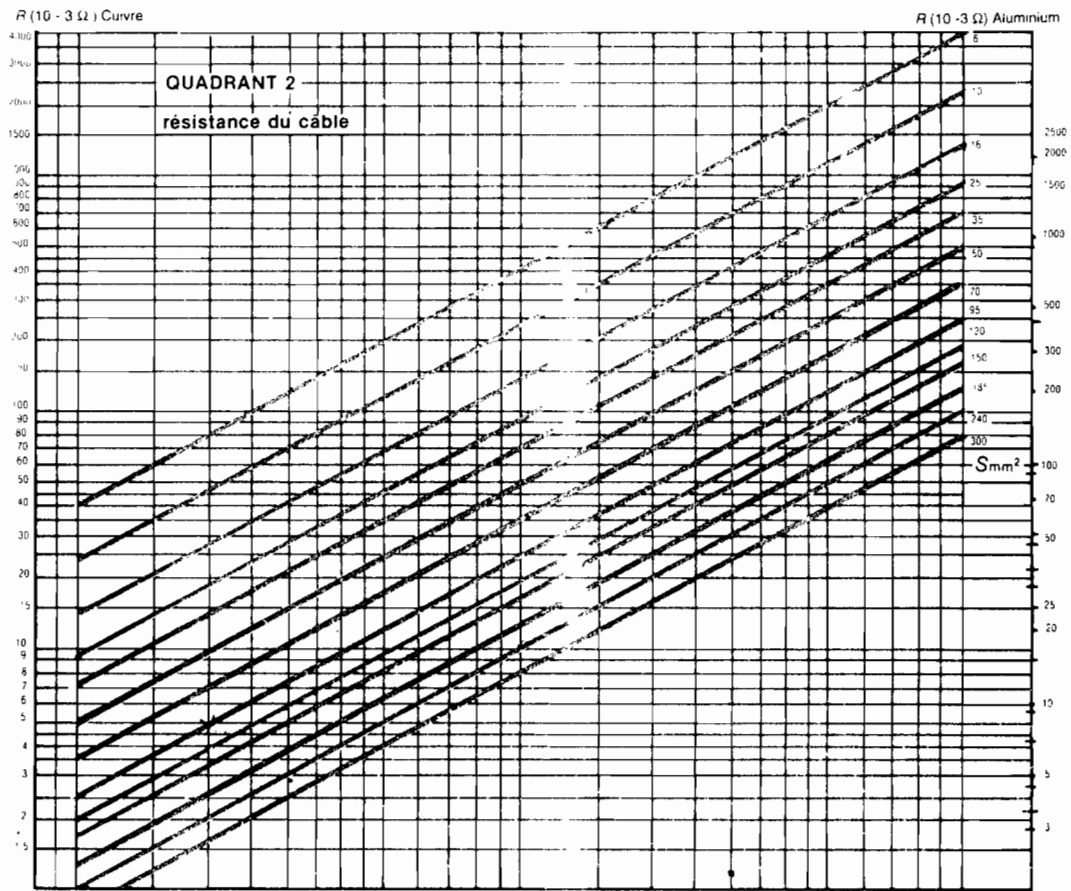
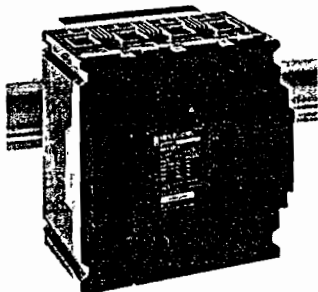


Fig. 25 — Composantes de l'impédance de la source.



Pour les jeux de barres : — la résistance R est négligeable ;
— la réactance X se lit sur la courbe 6 mm² (prendre un rapport 10 pour plus de précision).

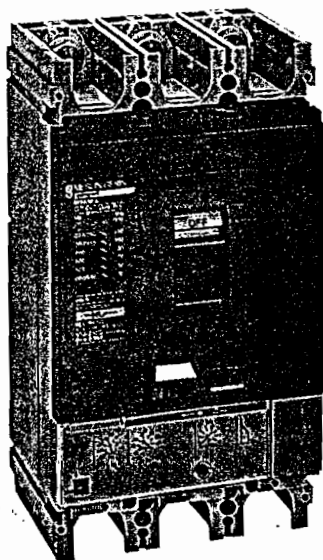
Fig. 26 — Composantes de l'impédance des câbles et des jeux de barres.



Compact NSA160N sur rail symétrique



Compact NS250H



Compact NS630L

disjoncteurs Compact

nombre de pôles

caractéristiques électriques selon CEI 947-2 et EN 60947-2

courant assigné (A)	In	40 °C
tension assignée d'isolement (V)	Ui	
tension ass. de tenue aux chocs (kV)	Uimp	
tension assignée d'emploi (V)	Ue	- CA 50/60 Hz CC

pouvoir de coupure ultime (kA eff)	Icu	CA 50/60 Hz	220/240 V
			380/415 V
			440 V
			500 V
			525 V
pouvoir de coupure de service	Ics	CA 50/60 Hz	690 V
			CC
			250 V (1 pôle) 500 V (2 pôles série)

catégorie d'emploi	lcs	(% Icu)
aptitude au sectionnement		
endurance (cycles F-O)	mécanique	
	électrique	
		440 V - In/2 440 V - In

caractéristiques électriques selon Nema AB1

pouvoir de coupure (kA)	240 V
	480 V
	600 V

protection (voir pages suivantes)

protection contre les surintensités (A)	Ir	déclencheur interchangeable courant de réglage
protection différentielle		dispositif additionnel Vigi relais Vigirex

installation et raccordement

fixe prises avant
fixe prises arrière
débrochable sur socle
débrochable sur châssis

auxiliaires de signalisation et mesure

contacts auxiliaires
fonctions associées aux déclencheurs électroniques
indicateur de présence de tension
bloc transformateur de courant
bloc ampèremètre
bloc surveillance d'isolement

auxiliaires de commande

déclencheurs auxiliaires
télécommande
commandes rotatives (directe, prolongée)
inverseur de source manuel/automatique

accessoires d'installation et de raccordement

bornes
plages et épanouisseurs
cache-bornes et séparateurs de phases
cadres de face avant
kit d'isolement pour U > 600 V et Icc > 75 kA

dimensions et masses

dimensions L x H x P (mm)	2 - 3 pôles fixe PAV
	4 pôles fixe PAV
masse (kg)	3 pôles fixe PAV
	4 pôles fixe PAV

(*) 2P en type N seulement.

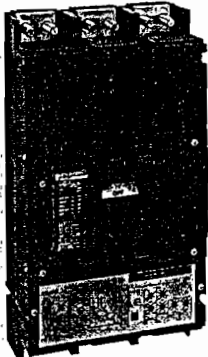
(**) tension d'emploi jusqu'à 500 V.

(1) Obligation d'utiliser le kit d'isolement pour U > 600 V et Icc > 75 kA.

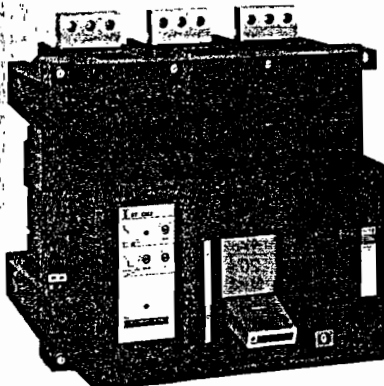
(2) PdC de 75 kA par utilisation d'un NS400L avec TC 250 A.

(3) PdC de 60 kA par utilisation d'un C801L avec TC 630 A.

(4) PdC de 75 kA par utilisation d'un NS400L avec TC 150 A.



Compact C1251H



Compact CM

La gamme Compact comprend aussi un disjoncteur spécial pour les réseaux à 1000 V courant alternatif (voir page B37) et un disjoncteur C1251N DC pour les réseaux à courant continu (voir page B34).

disjoncteurs Compact

nombre de pôles

caractéristiques électriques selon CEI 947-2 et EN 60947-2

courant assigné (A)	I_n	40 °C
tension assignée d'isolement (V)	U_i	
tension ass. de tenue aux chocs (kV)	U_{imp}	
tension assignée d'emploi (V)	U_e	CA 50/60 Hz CC

pouvoir de coupure ultime (kA eff)	I_{cu}	CA 50/60 Hz	220/240 V
			380/415 V
			440 V
			500 V
			690 V
		CC	125 V
			250 V
			500 V
			750 V

pouvoir de coupure de service	I_{cs}	(% I_{cu})
-------------------------------	----------	---------------

catégorie d'emploi

aptitude au sectionnement

endurance (cycles F-O)	mécanique	
		électrique
		440 V - $I_n/2$
		440 V - I_n
		690 V - $I_n/2$
		690 V - I_n

caractéristiques électriques selon Nema AB1

pouvoir de coupure (kA)	240 V
	480 V
	600 V

protection (voir pages suivantes)

protection contre les surintensités (A)	I_r	déclencheur interchangeable
déclencheur électronique intégré ST-CM1/2/3		courant de réglage
protection différentielle		dispositif additionnel Vigi
		relais Vigirex + tore + MX

installation et raccordement

fixe prises avant
fixe prises arrière
débrochable sur socle
débrochable sur châssis

auxiliaires de signalisation et mesure

contacts auxiliaires
fonctions associées aux déclencheurs électroniques
indicateur de présence de tension
bloc transformateur de courant
bloc ampèremètre
bloc surveillance d'isolement

auxiliaires de commande

déclencheurs auxiliaires
télécommande
commandes rotatives (directe, prolongée)
inverseur de source manuel/automatique

accessoires d'installation et de raccordement

bornes
plages et épanouisseurs
cache-bornes et séparateurs de phases
cadres de face avant
accessoires de raccordement
verrouillage par cadenas ou serrure

dimensions et masses

dimensions L x H x P (mm)	3 pôles FPAV
	4 pôles FPAV
masse (kg)	3 pôles FPAV
	4 pôles FPAV

(*) Courants assignés I_n à 40 °C pour appareils débrochables

■ C1001N/H : 1000 A

■ C1001L : 910 A

■ C1251N/H : 1160 A.

(1) ST-CM3 pour version 3P uniquement.

(2) ST-CM1 et ST-CM2 uniquement.

C801 3, 4			C1001 3, 4			C1251 3, 4		CM1250 3, 4		CM1600 3, 4	CM2000 3, 4		CM2500 3, 4		CM3200 3		
800			1000(*)			1250(*)			1250	1600	2000	2500		3200			
750			750			750			750	750	750	750		750			
8			8			8			8	8	8	8		8			
690			690			690			690	690	690	690		690			
N	H	L	N	H	L	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H
85	100	150	85	100	150	85	100	85	125	85	125	85	125	85	125	85	125
50	70	150	50	70	150	50	70	70	85	70	85	70	85	70	85	70	85
42	65	150	42	65	150	42	65	65	85	65	85	65	85	65	85	65	85
40	50	100	40	50	100	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
25	40	60	25	40	60	25	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
								50 (1P)									
								50 (2P)									
								50 (3P)									
								25 (3P)									
50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%		50%		50%		50%		50%	
B	B	A	B	B	A	B	B	B		B		B		B		B	
■			■			■											
10000			10000			10000			10000	10000	10000	10000		10000			
3000			3000			3000											
1500			1500			1500											
								2000		2000		2000		2000		2000	
								2000		2000		2000		2000		2000	
85	100	150	85	100	150	85	100	85	125	85	125	85	125	85	125	85	125
42	65	100	42	65	100	42	65	65	85	65	85	65	85	65	85	65	85
30	42	65	30	42	65	30	42	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
■			■			■											
320...800			400...1000			500...1250											
								■ (1)		■ (1)		■ (1)		■ (1)		■ (2)	
210 x 374 x 172			210 x 374 x 172			210 x 374 x 172			430 x 418 x 451	430 x 418 x 451	430 x 418 x 451	540 x 420 x 451		550 x 418 x 451			
280 x 374 x 172			280 x 374 x 172			280 x 374 x 172			430 x 573 x 451	430 x 573 x 451	430 x 573 x 451	540 x 573 x 451		540 x 573 x 451			
13		25	13		25	13		41		41		46		48		83	
17		33	17		33	17		56		56		61		63			

Références : pages B70 à B77.
 Caractéristiques complémentaires :
 pages K(2).
 Installation : page B143.

000

NS100 2(*), 3, 4	NS125E 3, 4	NSA160N 3, 4	NS160 2(*), 3, 4	NS250 2(*), 3, 4	NS400 3, 4	NS630 3, 4
100	125	160	160	250	400	630
175	750	500	750	750	750	750
8	8	8	8	8	8	8
690	500	500	690	690	690	690
500		250	500	500	500	500
N H L			N H L	N H L	N H L	N H L
85 100 150	25	50	85 100 150	85 100 150	85 100 150	85 100 150
70 130	16	30	36 70 150	36 70 150	45 70 150	45 70 150
125 65 130	10	15	35 65 130	35 65 130	42 65 130	42 65 130
118 50 100	6		30 50 100	30 50 70	30 50 100	30 50 70
118 35 100			22 35 100	22 35 50	22 35 100	22 35 50
108 10 75(1)			8 10 20(75(1)(4))	8 10 20(75(2)(1))	10 20 75(1)	10 20 35(50(2))
150 85 100		10 (2 pôles)	50 85 100	50 85 100	85	85
150 85 100			50 85 100	50 85 100	85	85
100% 100% 100%	50%	50%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%	100% 100% 100%
A A A	A	A	A A A	A A A	A A A	A A A
5000	10000	10000	40000	20000	15000	15000
5000	6000	40000	20000	12000	8000	
30000	6000	5000	20000	10000	6000	4000
150						
85 100 200	5	85	100 200 85	100 200 85	100 200 85	100 200
25 65 130	5	35	65 130 35	65 130 42	65 130 42	65 130
10 35 50		20	35 50 20	35 50 20	35 50 20	35 50
12,5...100	12,5...125		12,5...160	12,5...250	160...400	250...630
		sur rail symétrique				
105 x 161 x 86	105 x 161 x 86	90 x 120 x 82,5	105 x 161 x 86	105 x 161 x 86	140 x 255 x 110	140 x 255 x 110
140 x 161 x 86	105 x 161 x 86	120 x 120 x 82,5	140 x 161 x 86	140 x 161 x 86	185 x 255 x 110	185 x 255 x 110
1,6	1,7	1,1	1,6	1,9	6,0	6,0
2,1	2,3	1,4	2,1	2,3	7,8	7,8

Références : pages B54 à B69.
 Caractéristiques complémentaires :
 pages K(2).
 Installation : page B143.