

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA-BEJAIA



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique

Mémoire de Fin d'Etude

Pour l'obtention du diplôme de Master en Electrotechnique

Option :

Electrotechnique industrielle
Commande des systèmes électriques

Thème:

**Etablissement d'un cahier de charges des courants
forts et des courants faibles pour un hôtel
balnéothérapie quatre étoiles**

Préparé par :

Mr: Yanis FERROUDJ

Mr: Riadh SADOUN

Encadré par :

Mr: Rabah MEDJOUJ

Année Universitaire : 2018/2019

Remerciements

Au terme de notre projet de fin d'études, Nos remerciements vont tout d'abord à dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

On exprime notre profonde gratitude à Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences et technologie de Bejaia tout le cadre administratif et professoral pour leurs efforts considérables, spécialement le département de Génie électrique.

Notre gratitude s'adresse également à Mr RABAH MEDJOUJ , maitre de conférences au département de génie électrique, pour son encadrement pédagogique très consistant ainsi que pour l'intérêt avec lequel il a suivi la progression de notre travail, pour ses conseils efficaces, ses judicieuses directives et pour les moyens qu'il a mis à notre disposition pour la réussite de ce travail tout au long de notre période de projet.

On adresse, aussi nos sincères considérations à Mr SADDEK HAMLAT pour son aide et son assistance au sein de la société SARL SOPERIE.

Nos sincères remerciements vont aussi à tout le personnel de l'entreprise de SOPERIE, pour leur soutien et leur encouragement.

Nos vifs remerciements, également pour les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Pour terminer, il nous est très agréable d'exprimer toutes notre reconnaissance pour ceux qui nous ont entouré de près ou de loin pendant nos années études de pour leur soutien, leur aide et, surtout, pour leur sympathie. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance et notre profond respect.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes chers parents qui ont tant donné.

Pour leur immense soutien, leur grand amour, leurs sacrifices et leurs prières.

Qu'ils acceptent ici l'hommage de ma gratitude, qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur tendresse et leur dévouement.

A mes chers frères Adel et Faycel.

A mes chères sœurs Farah, Zahia, Lynda et son mari sans oublier Tirawanin.

Vous aviez toujours cru en moi, et c'est dans votre présence que j'ai puisé la volonté de continuer.

A toute ma famille.

A mon binôme Yanis et toute sa famille.

A toutes mes chères amies et à tous mes chers amis.

A toutes mes enseignantes et à tous mes enseignants.

A tous ceux que j'aime.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Dédicace

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail malgré toutes les difficultés rencontrées.

Je dédie ce modeste & humble travail :

À mes chers parents qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui et qui m'ont beaucoup apporté tout au long de mon existence, à mes sœurs et à toute la famille Ferroudj,

*A tous mes professeurs qui m'ont donné l'essentiel de mes connaissances durant toutes mes années d'études.
A tous les enseignants qui m'ont aidés de proche ou de loin.
A tous mes amis : fawzi, aziwez, omar, sabri, lyes, fatah, lamine...etc.*

A mon binôme et toute sa famille

A tous mes voisins & à tous les habitants de mon quartier.

Yanis

Tables des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur les installations électriques	
Introduction	2
I-1- Norme et réglementation	2
I-1-1- Les normes à connaître.....	2
I-1-2- Norme applicables à notre projet	2
I-2-L'électricité	3
I-2-1- Le courant fort.....	3
I-2-2- La distribution d'électricité.....	3
I-2-3- Schéma électrique	3
I-2-4- Le tableau électrique	4
I-3- Circuit éclairages	4
I-4- Éclairage	4
I-4-1- L'éclairage	5
I-4-2- Calcul l'indice du local k et du facteur de suspension J.....	5
I-5- Calcul du flux total	7
I-6- Détermination du nombre de luminaires N	8
I-7- Les détecteurs de mouvement et de présence/absence	8
I-7-1- Utilisation	8
I-7-2- Principe de fonctionnement.....	8
I-7-3- Technologies des détecteurs	9
I-8- Les circuits de puissance	10
I-8-1- Les prises de courant	10
I-8-2- Plaques de cuisson, cuisinières.....	12
I-8-3- Chaudière	13
I-9- Les circuits auxiliaires	13
I-9-1- Le groupe électrogène comme alimentation de secours.....	14
Conclusion.....	14

Chapitre II : Bilan de puissance et dimensionnement de section des câbles

Introduction	15
II-1- Bilan de puissance	15
II-1-1- Présentation générale	15
II-1-2- Puissance installée	15
II-1-3- Puissance absorbée.....	16
II-1-4- Puissance d'utilisation P_u (<i>kVA</i>)	16
II-1-5- Facteurs utiles au dimensionnement	16
II-1-6- Choix de la puissance nominale du transformateur	18
II-2- Détermination de la section des conducteurs et câbles	19
II-2-1- Dans le domaine domestique	19
II-2-2- Dans le domaine industriel.....	20
II-2-3- Vérification de choix de section	26
II-2-4- Vérification des Longueurs maximales des canalisations pour la protection contre les contacts indirects (régime <i>TN</i> et <i>IT</i>).....	27
II-2-5- Vérification de la contrainte thermique	28
II-3-Calculs du courant de court-circuit.....	29
II-3-1- Méthode de calcul de <i>I_{cc}</i> d'une installation basse tension.....	30
II-3-1-1-La méthode des impédances	30
II-3-1-2-La méthode rapide	33
II-3-1-3- La méthode conventionnelle de calcul du courant de court-circuit	35
Conclusion.....	35

Chapitre III : Protections et régimes du neutre des installations

Introduction	36
III- Protection électrique	36
III-1- Régime de neutre	36
III-1-1- Régime TT « Neutre à la terre »	36
III-1-2- Régime TN « Mise au neutre ».....	37
III-1-3- Régime IT « Neutre isolé ».....	38
III-2- Les chocs électrique	39
III-3- La protection contre le contact direct	39

III-3-1- L'éloignement.....	39
III-3-2- L'interposition d'obstacles	39
III-3-3- L'isolation.....	39
III-4- Protection contre les contacts indirects	39
III-4-1- Mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation	39
III-4-1-1- Coupure automatique en schéma TT	41
III-4-1-2- Coupure automatique en schéma TN	41
III-4-1-3- Coupure en régime IT	42
III-4-2- Protections sans coupure automatique de l'alimentation	43
III-4-2-1- Le matériel de classe II.....	43
III-4-2-2- La séparation des circuits	43
III-4-2-3- La très basse tension.....	43
III-5- Protection des circuits	44
III-6- La protection des moteurs	44
III-6-1- Protection contre les surcharges	44
III-6-2- Protection contre le Démarrage trop long et blocage rotor	44
III-6-3- Protection contre Court-circuit entre phases	44
III-6-4- Protection contre le Défaut à la masse du stator.....	45
III-6-5- Protection contre le Défaut à la masse du rotor.....	45
III-6-6- Protection contre la Baisse de tension	45
III-7- Appareillages associés à la protection	45
III-7-1- Les fusibles	45
III-7-2- Types de fusibles	45
III-7-3- Critère de choix de fusibles	46
III-7-4- Disjoncteur	47
III-7-4-1-Disjoncteur magnétothermique	47
III-7-4-2- Disjoncteurs magnétiques	47
III-7-4-3- Disjoncteur thermique	48
III-7-4-4- Disjoncteur Électronique	49
III-7-5- Disjoncteur Différentiel	50
III-7-5-1- Différence entre un disjoncteur et un interrupteur différentiels	50
III-7-5-2- Type de disjoncteur différentiel	51
III-7-6- Parafoudre.....	51

III-7-7- Section de raccordement	52
Conclusion.....	52

Chapitre IV: Etablissement d'un cahier de charge de l'hôtel

Introduction	53
IV-1- Description du projet	53
IV-2- Bilan de puissance	57
IV-2-1- Bilan de puissance global de l'hôtel.....	57
IV-3- Les schémas électriques	59
IV-4- Dimensionnement de la section du câble d'armoire de sous-sol.....	66
IV-5- Dimensionnement de la section du câble d'armoire du Rez de chaussée.....	68
IV-6- Dimensionnement de la section du câble d'armoire 1^{er} étage.....	70
IV-7- Dimensionnement de la section du câble d'armoire de distribution étage (Hébergement)	72
IV-8- Dimensionnement de la section du câble d'armoire de la terrasse.....	74
IV-9- Dimensionnement de la section du câble d'armoire ADE vers le TD de la chambre N°01.....	76
IV-10- Dimensionnement de la section du câble d'armoire ADE vers le TD de la suite .	78
Conclusion.....	80
Conclusion générale	81
Références	82
Annexes.....	84

Liste des tableaux

Tableau I.1: Les coefficients de réflexion	6
Tableau I.2: Les différents facteurs qui ont une influence sur niveau d'éclairément	7
Tableau II.1 : Facteur d'utilisation selon le type de récepteur	16
Tableau II.2: Facteur de simultanéité pour coffrets divisionnaires, terminaux (selon norme C15 - 100).....	17
Tableau II.3: Facteur de simultanéité (selon norme C15 - 100) en fonction de l'usage	17
Tableau II.4:Puissances apparentes normalisées des transformateurs MT/BT triphasés et intensités.....	18
Tableau II.5: Nombre de points d'utilisation par type de circuit	19
Tableau II.6: Lettre de sélection en fonction du mode de pose et du type de câbles	22
Tableau II.7: Facteur de correction K1 lié aux principaux aux modes de poses.....	22
Tableau II.8 : Facteur de correction K2 pour groupement de plusieurs circuits en une couche	23
Tableau II.9 : Facteur de correction K3 pour les températures ambiantes différentes de 30°..	23
Tableau II.10 : Cas d'une canalisation posée (non enterrée) : Détermination de la section minimale en fonction de la terre de sélection, du type de conducteur, et de l'intensité fictive $I'z$ (équivalente à l'intensité admissible Iz divisé par le coefficient K).	25
Tableau II.11: Chute de tension relative normalisé.....	26
Tableau II.12 : Valeur du coefficient k conformément à la norme NF C 15-100	28
Tableau II.13 : Détermination de Icc par la méthode rapide.....	34
Tableau III.1: Durée maximale de maintien de la tension alternative de contact présumé dans les conditions normales. La résistance du sol et la présence de chaussures est prise en compte dans ces valeurs	40
Tableau III.2: Temps maximal de coupure pour des circuits terminaux BT ne dépassant pas 32 A	41
Tableau III.3: Temps maximal de coupure pour des circuits terminaux en tension CA de courant nominal inférieur à 32 A	42
Tableau III.4: Tensions maximales à mettre en œuvre en TBTS.....	43
Tableau III.5: Types de disjoncteurs différentiels.....	51
Tableau IV.1: Bilan de puissance global de l'hotel.....	58

Liste des Figures

Figure I.1: Dimensionnement d'une pièce	6
Figure I.2: Exemple de facteur d'utilance U pour la classe F et J= 0	7
Figure I.3: Raccordement des circuits spécialisés.....	12
Figure I.4: Raccordement d'une table de cuisson	13
Figure II.1:L'organigramme de la détermination de la section d'une canalisation	24
Figure II.2: Défaut triphasé	29
Figure II.3: Défaut biphasé	29
FigureII.4: Défaut monophasé	30
Figure III.1: Schéma TT	36
Figure III.2: Schéma TNC.....	37
Figure III.3: Schéma TNS	37
Figure III.4: Schéma TNC-S	38
Figure III.5: Schéma IT	38
Figure III.6: Fusible Gg.....	45
Figure III.7: Fusible aM	46
Figure III.8: Fusible AD.....	46
Figure III.9: Fusible UR	46
Figure III.10: Symbole de disjoncteur magnétothermique.....	47
Figure III.11: Fonctionnement normale de disjoncteur magnétique.....	47
Figure III.12: Fonctionnement de disjoncteur magnétique en cas d'incendie	48
Figure III.13: Courbe de déclenchement.....	48
Figure III.14: Courbe de déclenchement de disjoncteur électronique	49
Figure III.15: Disjoncteur électronique	49

Liste des abréviations

IR : Infrarouge

US : Ultra sonique

UR : Ultra rapide

UL : Tension limite

Ks : Facteur de simultanéité

Ku : Facteur d'utilisation

Ke : Facteur d'extension

HT : Haute tension

MT : Moyenne tension

BT : Basse tension

TT : Neutre la terre

TN : Mise en neutre

IT : Neutre isolé

SLT : Schéma de liaison a la terre

TD : Tableau de distribution

TGBT : Tableau général de basse tension

ADE : Armoire de distribution étage

TBTS : Très basse tension de sécurité

TBTP : Très basse tension de protection

TBTF : Très basse tension fonctionnelle

CAO : Conception assisté par ordinateur

RDC : Rez de chaussée

Pcons : La puissance consommée

Pu : La puissance d'utilisation

Pi : La puissance installée

Sa : La puissance apparente

CP : Circuit prise

CE : circuit éclairage

Introduction générale

Le tourisme est devenu un pilier principal dans le développement des économies des nations, pour notre pays, il constitue une alternative au pétrole après l'agriculture. C'est dans cette perspective, que l'encouragement de l'investissement dans l'hôtellerie est devenu un impératif. Certes, l'architecture, le design, la construction sont des éléments essentiels, mais l'alimentation en électricité est indispensable. Notre contribution s'inscrit dans le contexte de ce que peut apporter l'université au secteur économique et chacun dans sa spécialité. Une étude complète de la distribution électrique allant de la source de production jusqu'aux récepteurs en passant par les conduits, les conducteurs, les protections et les consommations permet d'avoir un projet optimisé et d'un point de vue technique et d'un point de vue économique. C'est dans cette perspective que s'inscrit notre travail subdivisé en plusieurs chapitres avec des rappels de théorie et des calculs adaptés au projet de l'hôtel balnéothérapie du village touristique RUSSICAPARK de la filiale SIAHA du groupe d'investissement Algéro-Séoudien ASICOM.

Nous avons réparti notre projet sur 04 chapitres, à savoir :

Dans le premier chapitre, nous avons développé les notions de base de la production, du transport et de la distribution de l'électricité appliquées aux bâtiments tout en s'appuyant sur les normes et la législation en vigueur.

Le second chapitre sera consacré à la méthode de calcul et au bilan de puissance de l'hôtel et le dimensionnement des sections des câbles utilisés dans l'installation électrique.

Quant au troisième chapitre, il est consacré à la protection dans l'installation électrique et le choix des équipements de protection.

Enfin, nous terminons par l'établissement d'un cahier de charge de l'hôtel faisant l'objet du quatrième chapitre.

Chapitre I

Généralités sur les installations électriques

Introduction

Dans ce chapitre portant sur les généralités des installations électriques, nous illustrons les différentes étapes nécessaires à suivre pour réaliser une installation électrique basse tension, et cela par la réalisation des différents circuits électriques (circuits éclairage et circuits de puissance).

I-1- Norme et réglementation

L'installation électrique, plus que toute autre installation, réclame savoir-faire et maîtrise. Les règles de sécurité inhérentes à la mise en place de câbles électriques et accessoires sont drastiques et difficiles à comprendre pour un non-initié. C'est pourquoi ces travaux sont généralement réglementés par des normes et réalisés par un professionnel agréé. Les normes et réglementations d'une installation électrique protègent l'installateur et les utilisateurs. Leur application stricte permet d'équiper rationnellement un espace avec du matériel résistant et de grande longévité, cette notion est bien explicitée dans la référence [1].

I-1-1- Les normes à connaître

Une installation électrique est soumise à des normes strictes. La norme commune à toutes les installations électriques est la norme électrique NF C 15-100. Elle prévoit le confort, la facilité d'utilisation, mais aussi l'évolution des appareils électriques et tient compte les besoins évolutifs dans la vie. Ses prescriptions visent la sécurité et la protection des personnes. Elle oblige en outre à la mise en place d'un tableau électrique aux normes et à la pose des différents types d'accessoires comme les prises, les interrupteurs et les disjoncteurs [1].

I-1-2- Norme applicables à notre projet

NF C12-100 : installations dans les ERP (Etablissements Recevant du Public) et les IGH (Immeuble de Grand Hauteur).

NF C13-100 : postes de livraison HT/BT raccordés à un poste de distribution de 2eme catégorie.

NF C15-100 : Classification des degrés de protection.

NF C20-030 : Protection contre les chocs électriques.

NF C13-200 : Installation électrique haute tension (à l'exemple du poste électrique).

NF C14-100 : Installation de branchement de 1^{er} catégorie (à l'exemple d'un branchement basse tension).

NF C15-100 : Installation électrique basse tension.

I-2-L'électricité

I-2-1- Le courant fort

Le courant fort est essentiellement utilisé pour des installations industrielles ou domestiques. Il sert à transporter l'énergie, contrairement au courant faible qui lui, transporte l'information, et est utilisé dans les installations de lumières, prises électriques, chauffages ou tous autres appareils électriques. Selon les besoins, l'intensité d'un courant fort peut varier [2].

I-2-2- La distribution d'électricité

Les réseaux de distribution livrent directement l'électricité chez les consommateurs finaux. Les lignes électriques sont à une tension de 30 000 volts, augmentant la déperdition énergétique unitaire mais sur de courtes distances. Des postes de transformation sont placés à l'interconnexion des réseaux de répartition et de distribution [3].

I-2-3- Schéma électrique [4]

Le schéma électrique vise à représenter au mieux le circuit électrique grâce à des symboles normalisés ; il en existe quatre :

- le schéma électrique développé ;
- le schéma électrique architectural ou schéma d'implantation électrique ;
- le schéma électrique unifilaire ;
- le schéma multifilaire.

Le schéma électrique développé

Le schéma développé est le plus fréquemment utilisé et le plus simple. Il ne tient pas compte de l'emplacement réel des différents appareils.

Le schéma électrique architectural ou schéma d'implantation électrique

Le schéma électrique architectural est une vue en plan du logement, sur laquelle sont positionnés approximativement les différents appareils (organes de commande, prises, points lumineux).

Le schéma électrique unifilaire

Le schéma électrique unifilaire est un plan de la maison avec l'emplacement des différents conduits électriques dans lesquels seront placés les conducteurs.

Le schéma multifilaire

Le schéma électrique multifilaire est réservé aux professionnels. Il correspond au schéma de câblage et fait apparaître tous les conducteurs. La nature des fils et leur quantité dans chaque canalisation sont représentées.

I-2-4- Le tableau électrique [4]

Le tableau électrique, également appelé tableau de protection, est l'organe central d'une installation électrique. Il cumule plusieurs fonctions. Il permet de regrouper les circuits électriques en un point unique afin d'en faciliter la gestion et le repérage : c'est le point de départ de toutes les lignes de la distribution.

I-3- Circuit éclairages

On distingue plusieurs types de circuits éclairage, tels que : le simple allumage, le double allumage, le va et vient, l'utilisation du télé rupteur à commande manuelle quand le nombre de points de commande est supérieur à deux et l'utilisation de la minuterie quand la commande est programmée ou une cellule photoélectrique quand la commande est soumise à la lumière du jour. La notion des circuits d'éclairage est très vulgarisée dans l'ensemble des ouvrages traitant de l'électricité, c'est pour cela que nous n'allons la développer dans ce travail. Par contre il est impératif de maîtriser la notion de calcul d'éclairage. Pour chaque espace, en fonction de son utilisation, un niveau d'éclairage est requis qui permet de définir le nombre de luminaires selon le type et la puissance.

I-4- Éclairage [5]

L'éclairage est un élément important d'une installation d'un point de vue esthétique et décoratif. Il permet de mettre en valeur un espace et d'avoir un confort visuel de qualité s'il est bien étudié. Il existe différents modes d'éclairage :

- l'éclairage direct.
- l'éclairage indirect.
- l'éclairage diffus.
- l'éclairage mixte.

Toutes ces possibilités vous permettent de choisir un style d'éclairage. Les emplacements seront choisis soit en plafonnier, soit en applique avec le mode d'éclairage désiré.

Dans le cas d'un éclairage direct, le flux lumineux est dirigé directement sur la surface à éclairer. Il permet de mettre en valeur un objet (table, statue...) ou d'éclairer une surface de travail (lampe de bureau).

Quant à l'éclairage indirect, son flux lumineux est dirigé vers le plafond qui réfléchit la lumière (plus le plafond est clair, meilleur est le résultat).

Dans le cas de l'éclairage diffus, le luminaire diffuse sur 180° ou 360°, il permet d'éclairer toute les pièces. L'ampoule est généralement placée dans une verrerie ou laissée apparente si elle est décorative. C'est le cas du lustre ou de la réglette fluorescente.

Et enfin, l'éclairage mixte, réunit les trois autres modes d'éclairage dans un même luminaire. C'est le cas de la lampe de chevet ou de table.

Le bon éclairage et les qualités de l'éclairage prennent en compte les critères suivants :

- Couleur de lumière adéquate.
- Bonne composition des ombres.
- Distribution harmonieuse des luminosités.
- Absence des miroitements et des reflets.
- Niveau d'éclairage suffisant.
- Limitation de l'éblouissement.
- Rendu des couleurs approprié.
- Efficacité énergétique.
- Intégration.
- La lumière comme élément d'aménagement des espaces.

On distingue plusieurs sources lumineuses, selon le type de lampes utilisées, à savoir : l'incandescence, la fluorescence, l'halogène, lampes à vapeur de mercure, lampes à vapeur de sodium basse pression, et surtout ces dernières années il ya le LED, qui est très utilisé pour ses performances.

I-4-1- L'éclairage

L'éclairage décrit la densité du flux lumineux en un point d'une surface [6].

Éclairage exprimé en LUX:

$$E(lx) = \frac{\text{flux lumineux (lm)}}{\text{surface (m}^2\text{)}} \quad (I.2)$$

$E(lx) = \text{flux lumineux (lm)}/\text{surface (m}^2\text{)}$, c'est le nombre de lumens par m² de surface.

I-4-2- Calcul l'indice du local k et du facteur de suspension J

C'est le rapport entre la surface des murs d'un local et la surface au sol. Plus l'indice de la pièce est élevé, moins il faut installer de lumière artificielle pour atteindre le niveau d'éclairage souhaité. Le pourcentage de murs absorbant la lumière est plus petit et les luminaires peuvent diffuser librement la lumière dans le local [7].

$$K = \frac{A \times B}{h \times (A+B)} \quad (I.3)$$

Avec :

H : Hauteur de point lumineux.

$h1$: Hauteur de suspension du luminaire (en m).

$h2$: Hauteur du plan utile (en m ; très souvent pris à $0.85m$).

A : Longueur du local (en m).

B : Largeur du local (en m).

Sur la figure ci-dessous, nous illustrons les différentes grandeurs utiles.

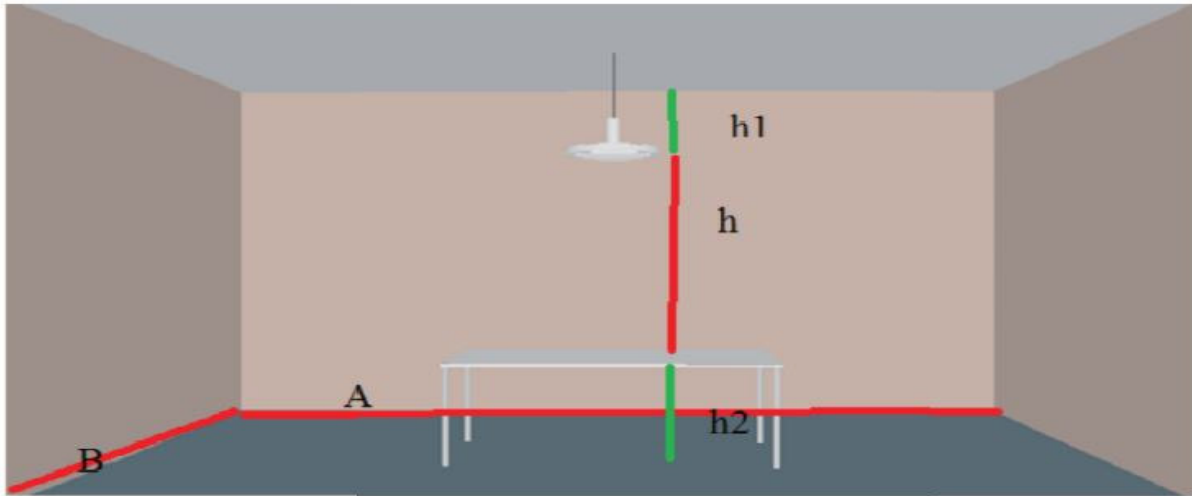


Figure I.1: Dimensionnement d'une pièce [7]

Le facteur de suspension est donné comme suit :

$$J = \frac{h1 \times B}{h + h1 \times B} \quad (I.4)$$

Quant au facteur de réflexion, il est défini et exprimé comme suit :

La luminosité normale d'un local correspond aux degrés de réflexion dans la plupart des programmes de simulation courants. Plafond: 70 %, murs: 50 %, sols: 20 %. Les locaux clairs sont blancs, à part le mobilier et le revêtement de sol. Les locaux sombres sont par exemple en béton brut ou dans des couleurs sombres (rouge, bleu, noir) [7]. Le coefficient à appliquer est donné dans le tableau ci-dessous.

Tableau I.1: Les coefficients de réflexion

	Très clair	Clair	Moyen	Sombre	Nul
Plafond	80%	70%	50%	30%	0%
Murs	70%	50%	30%	10%	0%
Plan utile	30%	30%	10%	10%	0%

Le niveau d'éclairage dans un local n'est pas constant dans le temps. Il diminue progressivement en raison des différents phénomènes, il est donné par la formule suivante.

$$D = \frac{1}{f_e} \times \frac{1}{f_l} \times \frac{1}{f_a} \quad (I.5)$$

Tableau I.2: Les différents facteurs qui ont une influence sur niveau d'éclairément

Facteur d'empoussièrément	Faible 0.95		Moyen 0.85		Fort 0.75	
Facteur de vieillissement des lampes <i>fl</i>	Incandescence 0.9	Halogène 0.95		Fluorescence 0.85	Décharge 0.9	
Facteur d'altération du luminaire <i>fa</i>	Luminaire courant 0.85			Luminaire spécial 0.95		

La détermination du facteur d'utilance U est basée sur les grandeurs donné sur le tableau I-2 issu de la norme de la norme NF C 71-120 et 7-121 et est fonction des éléments cités ci après [7] :

- Facteur de suspension J ;
- Indice du local K ;
- Classe photométrique ;
- Facteur de réflexion;

Classe de lumière Facteur de suspension Facteur de réflexion
Plafond-Mur-Surface

LUMINAIRE CLASSE F														
TABLEAU D'UTILANCE POUR J = 0														
Facteurs de réflexion	873	773	753	731	551	511	311							
	871	771	751	711	531	331	000							
0.60	57	52	55	51	40	38	30	24	37	30	24	29	24	22
0.80	70	64	68	62	54	51	42	36	49	42	36	41	36	34
1.00	80	72	77	70	64	60	52	46	58	51	46	50	46	43
1.25	89	79	86	78	74	68	61	56	67	60	55	59	55	53
1.50	96	84	92	83	81	74	68	63	73	67	62	66	62	59
2.00	104	91	101	89	92	83	78	73	81	76	72	75	72	69
2.50	110	95	106	93	98	88	83	79	86	82	79	81	78	75
3.00	113	97	110	96	103	91	87	84	89	86	83	84	82	79
4.00	118	100	114	99	108	95	92	89	93	90	88	89	87	84
5.00	120	102	116	100	111	98	95	92	95	93	91	91	90	87

Figure I.2: Exemple de facteur d'utilance U pour la classe F et J= 0 [6]

I-5- Calcul du flux total

Le flux total est la puissance de rayonnement total d'une source lumineuse, évaluée avec la sensibilité de l'œil humain à des températures de couleur définies, il est donné par la formule suivante :

$$\Phi_t = \frac{E \times S \times D}{U} \quad (I.6)$$

Avec :

E : Niveau d'éclairement (en *lux*).

S : Surface du local à éclairer (en m^2).

D : Facteur de dépréciation total.

U : Facteur d'utilance.

I-6- Détermination du nombre de luminaires N

Pour chaque pièce de bâtiment, on a besoin d'un nombre nécessaire de luminaire pour assurer le bon éclairage, il est donné par la formule suivante :

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_{app}} \quad (I.7)$$

Avec :

Φ_t : Flux lumineux total.

Φ_{app} : Flux lumineux d'une lampe (donné par constructeur).

N : Nombre de lampes dans un luminaire.

I-7- Les détecteurs de mouvement et de présence/absence

Les détecteurs de présence, associés ou pas à des boutons poussoirs, permettent d'aider les gestionnaires de bâtiments dans leur "quête" à l'économie d'énergie. Ces dernières années, leur domaine d'applications s'est considérablement étendu. En effet, outre la commande de l'éclairage intérieur et extérieur.

I-7-1- Utilisation

En éclairage, le détecteur de présence allume les luminaires lors de l'entrée de l'occupant et les éteint quelques temps après sa sortie. Une temporisation à l'extinction est nécessaire pour ne pas réduire la durée de vie des lampes par des cycles d'allumage/extinction trop fréquents. Par exemple, une absence de 1 ou 2 minutes ne peut entraîner l'extinction des lampes [7].

I-7-2- Principe de fonctionnement

Un détecteur va réagir au rayonnement thermique dans un environnement déterminé. Un corps humain dégageant de la chaleur, les capteurs infrarouges vont entrer en action lors des fluctuations de température, par exemple lorsqu'un individu va se déplacer. Un détecteur de mouvement ne réagira pas en cas de différence de chaleur statique. Il faut qu'il y ait un

mouvement pour engager l'activation du capteur infrarouge. Le rôle du capteur est donc de détecter une présence indésirable et d'y faire face en envoyant une information au système d'alarme qui va automatiquement déclencher les sirènes et/ou allumer l'éclairage afin d'empêcher toute intrusion dans les locaux [8].

I-7-3- Technologies des détecteurs [9].

Détecteur à infrarouge (IR)



Ils détectent le mouvement du corps humain par la mesure du rayonnement infrarouge (chaleur) émis par le corps humain.

Ils sont dits "passifs" car ils n'émettent aucune radiation, contrairement aux détecteurs à infrarouge actif de type "barrière". Ils mesurent le rayonnement infrarouge émis par les surfaces chaudes.

Ils fournissent une indication de changement d'occupation d'un lieu : absence ou présence. Ils ne permettent pas de connaître le taux d'occupation d'un local ou le nombre d'occupants.

Plus précisément, les détecteurs de mouvement à infrarouge comportent un certain nombre de facettes sensibles. Leur rayon d'action est ainsi découpé en une série de segments. C'est le passage d'un corps (et donc de chaleur) du rayon de vision d'une facette vers celui d'une autre facette qui permet de détecter le mouvement.

Détecteurs ultrasoniques (US)



Les détecteurs US sont de type émetteur/récepteur et fonctionnent sur le principe de l'effet Doppler. Toute onde ultrasonique (32 kHz à 45 kHz) émise par le détecteur qui rencontre un objet sur son parcours, "rebondit" en direction inverse avec une fréquence différente. Le détecteur est capable de mesurer l'écart de fréquence et de générer ainsi un signal de présence. Les détecteurs US ont une portée limitée mais peuvent détecter des mouvements mineurs et ce même autour de certains obstacles.

Détecteurs à double technologie



Les détecteurs de présence à infrarouges risquent de ne pas détecter les mouvements légers. Par contre des détecteurs à ultrasons peuvent être trop sensibles et risquent de déclencher l'allumage de l'éclairage lors du passage "d'une mouche". Pour éviter cet inconvénient tout en gardant une sensibilité importante, certains détecteurs, appelés "détecteurs à double technologie" combinent ultrasons et infrarouge. Cette combinaison permet

d'augmenter la fiabilité des détecteurs et élimine les détections indésirables.

Détecteurs sonores

Comme son nom l'indique les détecteurs sonores réagissent au bruit. Cette technologie pourra être utilisée dans les sanitaires par exemple. Pratiquement, on n'utilisera qu'un seul détecteur de ce type dans les communs des sanitaires sans être obligé d'en placer un dans chaque WC. Le moindre bruit émis au travers des parois des WC permettrait de pouvoir prolonger la lecture de son journal en toute quiétude ("pour les amateurs de sieste au WC, dorénavant s'abstenir !").

Détecteurs "intelligents"

Ce type de détecteur à double technologie enregistre pendant plusieurs mois le mode d'occupation du local et adapte automatiquement sa sensibilité.

I-8- Les circuits de puissance [5]

Dans cette section sont traités les modes de raccordement des circuits de puissance, c'est-à-dire les circuits qui consomment le plus d'énergie.

I-8-1- Les prises de courant

Seules les prises disposant d'un contact pour le conducteur de protection (terre) sont autorisées. Les prises normalisées sont équipées d'un système qui obstrue les alvéoles en cas de non- utilisation pour éviter toute introduction d'objets par un enfant.

La hauteur d'installation des prises est également normalisée :

- les prises 16 A + terre et 20 A + terre sont installées de façon que la distance entre l'axe des alvéoles et le sol soit au minimum de 5 cm.
- les prises 32 A + terre sont installées à un minimum de 12 cm du sol par rapport à l'axe de leurs alvéoles.

Chaque circuit de prises 16 A peut alimenter au maximum:

- cinq socles ou points d'utilisation si la section d'alimentation des conducteurs est de 1,5 mm^2 , selon les prescriptions des dernières normes pour un bâtiment résidentiel.
- huit socles ou points d'utilisation au maximum lorsque la section des conducteurs est de 2,5 mm^2 .

S'il est alimenté par des conducteurs de 1,5 mm^2 de section, un circuit de prises de courant est protégé contre les courts-circuits et les surintensités par un disjoncteur divisionnaire de 16 A. Dans ce cas, la protection par fusibles est interdite

S'il est alimenté par des conducteurs de $2,5 \text{ mm}^2$ de section, un circuit de prises de courant est protégé contre les courts-circuits et les surintensités par disjoncteur divisionnaire de 20 A ou 16A selon l'utilisation.

➤ **Prise 20 A + terre :**

- la protection est assurée (en plus du DDR 30 mA) par un disjoncteur divisionnaire de 25 A.
- les conducteurs ont une section de 4 mm^2 .

➤ **Prise 32 A + terre :**

- la protection est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 32 A.
- les conducteurs ont une section de 6 mm^2 .
- si la prise 32 A est destinée au raccordement d'une plaque de cuisson ou d'une cuisinière électrique l'interrupteur différentiel doit être de type AC. Dans les autres cas, il doit être de type A.

Les prises 32 A en triphasé

La protection des personnes est assurée par un DDR 30 mA tripolaire ou tetrapolaire et une protection contre les surintensités et les courts-circuits assurée par un disjoncteur divisionnaire tripolaire ou tetrapolaire de 20 A. Les conducteurs d'alimentation ont une section $2,5 \text{ mm}^2$.

Prises commandées

Le principe consiste à commander le conducteur de phase par un interrupteur de façon à assurer la mise en fonction et l'arrêt de l'appareil raccordé sur la prise (lampadaire ou lampe de chevet) par l'intermédiaire d'un interrupteur. En complément du DDR 30 mA, la protection contre les surintensités et les courts-circuits est assurée par un disjoncteur divisionnaire de 16 A. Les conducteurs doivent avoir une section de $1,5 \text{ mm}^2$. Un interrupteur peut commander au maximum deux socles de prise de courant à condition qu'ils soient situés dans la même pièce.

Les prises et les circuits spécialisés

Chaque appareil électroménager de forte puissance doit être alimenté par un circuit spécialisé. La norme prévoit un minimum de quatre de ces circuits : un pour l'alimentation de la cuisinière ou de la plaque de cuisson électrique (même si une autre énergie est prévue) et trois circuits spécialisés de 16 A en prévision de l'alimentation d'appareils tels que le lave-linge, le lave-vaisselle, le sèche-linge, le four et le congélateur. La norme requiert trois circuits spécialisés, un de 32 A et deux de 16 A.

Lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four

Chacun de ces circuits indépendants est alimenté avec des conducteurs de $2,5 \text{ mm}^2$. Ils alimentent des prises de type 16 A + terre réservées au raccordement de ces appareils. La protection des personnes est assurée par un DDR 30 mA.

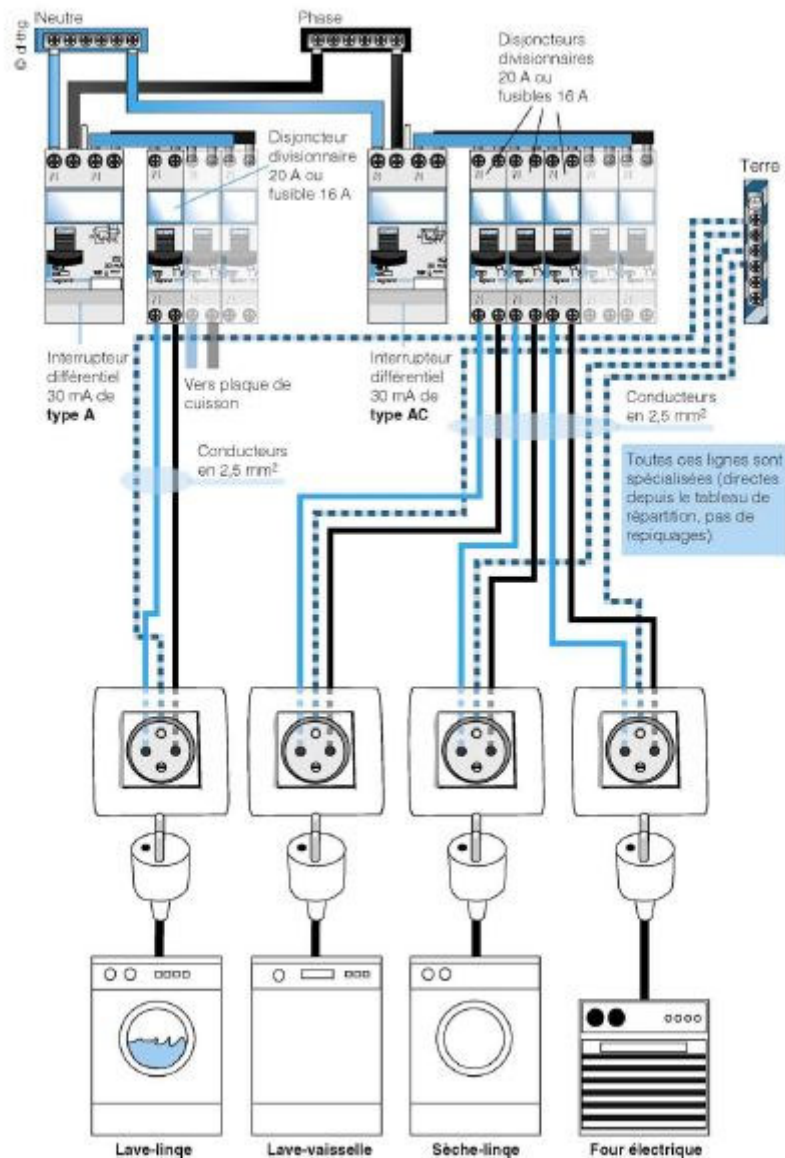


Figure I.3: Raccordement des circuits spécialisés

I-8-2- Plaques de cuisson, cuisinières

L'alimentation d'une plaque de cuisson tout électrique ou d'une cuisinière est réalisée avec des conducteurs de 6 mm^2 . La protection est identique à celle d'un circuit d'alimentation d'une prise 32 A. La sortie de câble est la plus utilisée, car elle évite les nombreuses connexions intermédiaires (comme dans le cas d'une prise et d'une fiche 32 A) et limite ainsi les risques de panne. En effet, ces appareils sont de gros consommateurs d'énergie et la moindre connexion mal réalisée serait très vite soumise à un échauffement qui entraînerait la destruction de la prise.

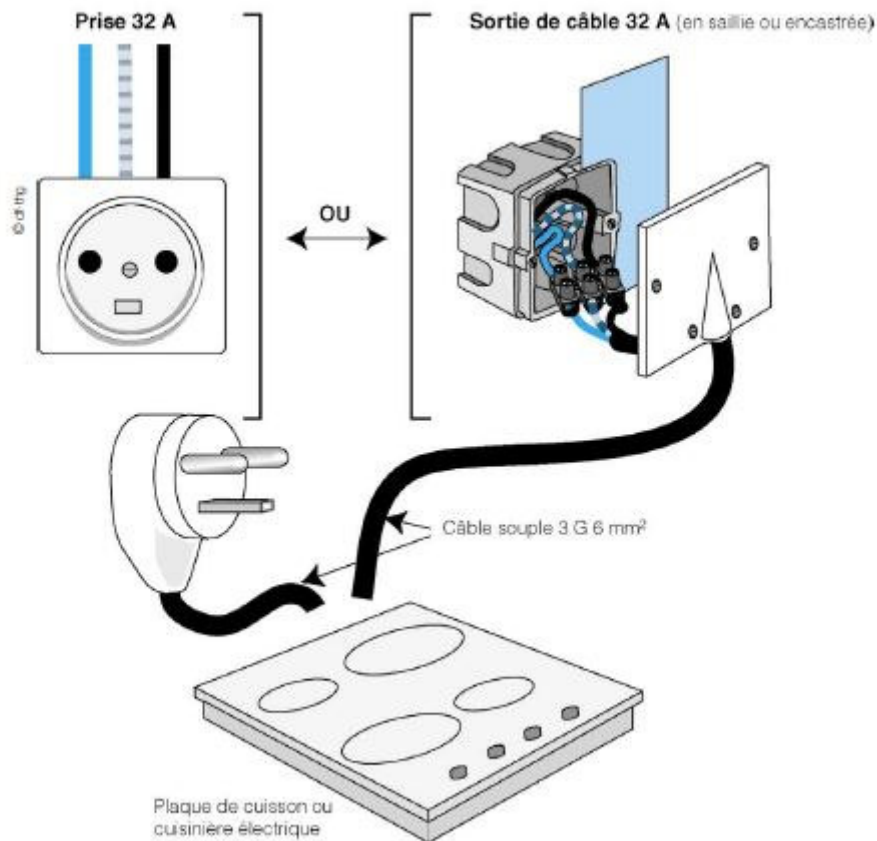


Figure I.4: Raccordement d'une table de cuisson

I-8-3- Chaudière

L'alimentation d'une chaudière à gaz ou d'une pompe à chaleur est réalisée avec des conducteurs de $1,5 \text{ mm}^2$. Le raccordement s'effectue généralement dans l'appareil, sans l'intermédiaire d'une prise ou d'une boîte de raccordement. Si l'alimentation est encastrée, le conduit pénètre directement jusqu'à la boîte de connexion dans l'appareil. La protection est assurée par un DDR 30 mA de type AC et par un disjoncteur divisionnaire de 16 A .

I-9- Les circuits auxiliaires [10]

Dans les hôtels, restaurants, ou plus largement dans les lieux publics soumis à des températures élevées, la climatisation est devenue un équipement indispensable. La climatisation désigne le procédé qui permet de contrôler, de réguler et de modifier des conditions climatiques, presque essentiellement à des fins de confort ou pour des raisons techniques dans des lieux spécifiques comme les laboratoires médicaux ou les blocs opératoires.

En dehors de ces lieux, la climatisation est donc principalement utilisée pour apporter de la fraîcheur dans une pièce où la température est trop élevée, ou pour réguler le niveau d'humidité et de poussières de la pièce.

I-9-1- Le groupe électrogène comme alimentation de secours [11]

Un groupe électrogène est un appareil capable de fournir une source d'électricité de secours pour les diverses activités requérant de l'électricité, en l'absence d'une alimentation classique au secteur. Il est largement utilisé dans les zones victimes de coupures systématiques ou non raccordées à un réseau électrique. Dans notre projet, il convient de considérer un groupe électrogène capoté et insonorisé avec une spécification du nombre de décibels ressentis à l'endroit de l'exploitation.

Groupe électrogène insonorisé

Dernier modèle et non des moindres : le groupe électrogène insonorisé qui fait partie du must en terme de confort sonore. Aucune nuisance n'est à craindre grâce au caisson isolé qui empêche le bruit de s'échapper. Si en général, les nuisances sonores émises par les groupes vont jusqu'à 150 dB voire plus, celles du modèle insonorisé ne vont pas au-delà de 90 dB. Rapide et léger, le groupe insonorisé offre un faible encombrement, le rendant parfait pour un usage domestique. Sa puissance étant limitée, il ne sera pas adapté à une utilisation intensive. Son moteur quant à lui fonctionne généralement à essence.

Conclusion

Ce chapitre décrit de manière synthétique les aspects significatifs du projet. Il s'agit d'une description générale d'une installation électrique, dans cette partie on a présenté les différentes charges de l'installation et son schéma unifilaire afin d'élaborer la partie de réalisation de notre installation.

Chapitre II

**Bilan de puissance et
dimensionnement de section des
câbles**

Introduction

Tous projet de réalisation d'un ouvrage électrique doit être dimensionné selon la situation et les conditions du client. Pour mettre ce dimensionnement en œuvre nous devons avoir les données nécessaires sur leurs charges à alimenter après la réalisation.

II-1- Bilan de puissance

II-1-1- Présentation générale

Pour étudier une installation, la connaissance de la réglementation est un préalable. Le mode de fonctionnement des récepteurs (régime normal, démarrage, simultanéité, etc.), et la localisation, sur le plan du ou des bâtiments, des puissances utilisées permettent de réaliser un bilan des puissances installées et utilisées et, ainsi, d'en déduire la puissance et le nombre des sources nécessaires au fonctionnement de l'installation [12]. L'objectif recherché est le suivant :

- Dimensionner la ou les sources d'énergie (Transformateurs, Groupes électrogène, Onduleurs.)
- Calculer le courant d'emploi circulant dans les circuits terminaux et de distribution.
- Dimensionner la capacité des batteries de condensateurs.
- Opter pour une puissance souscrite vis à vis du fournisseur d'énergie électrique.

Le bilan de puissance est en fait un bilan de courant car c'est la somme algébrique des courants et des puissances apparentes qui est consommée au niveau de chaque équipement jusqu'à la source. Cette méthode est approximative par rapport à un bilan de puissances effectué suivant la méthode de BOUCHEROT qui consiste à comptabiliser d'une part les puissances actives et d'autre part les puissances réactives mais offre l'avantage de dimensionner l'installation par excès [13].

II-1-2- Puissance installée [14]

La puissance installée P_{inst} est égale à la somme des puissances nominales P_{nom} des récepteurs de l'installation.

$$P_{inst} = \sum P_{nom}(Récepteur) \quad (II.1)$$

La valeur de la puissance nominale d'un récepteur est donnée par sa documentation technique. En pratique, la puissance nominale d'un récepteur n'est pas toujours égale à la puissance consommée par ce dernier. L'exemple de la lampe à décharge ou de la lampe fluorescente qui possède un ballast stabilisateur est très frappant. La puissance nominale indiquée sur la lampe (correspondant à la consommation par la lampe seule) est inférieure à celle consommée par la lampe et son ballast.

II-1-3- Puissance absorbée

La puissance absorbée P_{abs} d'un récepteur est donnée par la puissance nominale P_{nom} , le rendement unitaire ρ et le facteur de puissance $\cos \varphi$.

$$P_{abs} = \frac{P_{nom}(\text{Récepteur})}{\rho \cdot \cos \varphi} \quad (II.2)$$

La puissance absorbée est souvent supposée être la somme arithmétique des puissances apparentes de chaque récepteur (cette sommation est exacte si toutes les charges ont le même facteur de puissance) pour des raisons de simplification de calcul.

Par conséquent, la valeur de la puissance apparente est supérieure à la valeur de la puissance absorbée, la différence représente une marge d'erreur acceptable lors de la phase de conception [15].

II-1-4- Puissance d'utilisation P_u (kVA) [12]

De fait les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge : des facteurs de simultanéité (K_s) et d'utilisation (K_u) permettant de pondérer la puissance apparente maximale réellement absorbée par chaque récepteur et groupes de récepteurs.

La puissance d'utilisation P_u (kVA) est la somme arithmétique de ces puissances apparentes valorisées. La puissance d'utilisation P_u est la donnée significative pour la souscription d'un contrat de fourniture en énergie électrique à partir d'un réseau publique BT ou MT (et dans ce cas, pour dimensionner le transformateur MT/BT).

II-1-5- Facteurs utiles au dimensionnement

On dénombre le facteur d'utilisation, le facteur de simultanéité et le facteur d'extension.

- **Facteur d'utilisation maximale (K_u)**

Le régime de fonctionnement normal d'un récepteur peut être tel que sa puissance utilisée soit inférieure à sa puissance nominale installée, d'où la notion de facteur d'utilisation. Le facteur d'utilisation s'applique individuellement à chaque récepteur. Ceci se vérifie pour des équipements comportant des moteurs susceptibles de fonctionner en dessous de leur pleine charge.

Tableau II.1 : Facteur d'utilisation selon le type de récepteur

Utilisation	K_u
Moteur	0.75
Eclairage	1
Chauffage	1
PC	Dépend du récepteur branché

- **Facteur de simultanéité (K_s)**

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. Le facteur de simultanéité s’applique à chaque regroupement de récepteurs (exemple au niveau d’un tableau terminal, d’un tableau divisionnaire, d’une armoire...).

La détermination de ces facteurs de simultanéité implique la connaissance détaillée de l’installation et de ses conditions d’exploitation. Des valeurs précises applicables à tous les cas ne peuvent donc pas être obtenues.

Cependant les normes NF C 63-410 et le guide UTE C 15-105 donnent des indications sur ce facteur. Les tableaux II-2 et II-3 récapitulent les valeurs du facteur K_s selon la norme suscitée.

Tableau II.2: Facteur de simultanéité (selon norme C15 - 100) en fonction de l’usage

Utilisation		Facteurs de simultanéités
Eclairage, conditionnement d'air		1
Chauffage électrique, chauffe-eau		1
Prise de courant (N étant le nombre de prises de courant alimentées par le même circuit)		0.1+0.9/N
Appareil de cuisson		0.7
Ascenseurs (b) et pour Monte-charge	Ascenseurs (b) et pour Monte-charge puissant	1
	pour le moteur suivant	0.75
	pour les autres	0.6

Tableau II.3: Facteur de simultanéité pour tableaux général tableau de distribution secondaire (selon norme NF C63 - 410)

Nombre de circuits	Facteurs de simultanéités
2 et 3	0.9
4 et 5	0.8
6 à 9	0.7
10 et plus	0.6

- **Facteur d’extension K_e [16]**

Le rôle du facteur d’extension, également appelé facteur de réserve, est de prévoir une augmentation de la puissance absorbée. Le coefficient varie de 1 à 1,3.

II-1-6- Choix de la puissance nominale du transformateur [12]

Quand une installation doit être alimentée par un transformateur *MT/BT* et que la puissance d'utilisation de l'installation a été déterminée, un dimensionnement approprié du transformateur peut être déterminé en tenant compte :

- Des possibilités d'amélioration du facteur de puissance de l'installation, via la compensation,
- Des extensions prévisibles de l'installation,
- Des contraintes d'installation (température, encombrement...),
- Et des puissances nominales existantes

Les puissances des transformateurs sont normalisées et récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau II.4: Puissances apparentes normalisées des transformateurs MT/BT triphasés et intensités nominales correspondantes

Puissance apparente kVA	In (A)	
	230 V	400 V
100	244	141
160	390	225
250	609	352
315	767	444
400	974	563
500	1218	704
630	1218	704
800	1949	1127
1000	2436	1408
1250	3045	1760
1600	3898	2253
2000	4872	2816
2500	6090	3520
3150	7673	4430

II-2- Détermination de la section des conducteurs et câbles

II-2-1- Dans le domaine domestique

La section des câbles et des conducteurs utilisés dans le domaine des installations domestique restent invariables car le mode de pose, le type d'éléments conducteurs, l'influence mutuelle des autres circuits, la température ambiante et la nature de l'isolant des câbles ne changent pas et elle dépend seulement de la nature des récepteurs alimentés.

Tableau II.5: Nombre de points d'utilisation par type de circuit [17]

Nature du circuit	Nombre de point d'utilisation par type de circuit			
	Nombre de points d'utilisation (norme NF C 15 100)	Section des conducteurs en cuivre(en mm^2)	Courant assignée maximal de dispositif de protection (en A)	
			Fusible	Disjoncteur
Circuit d'éclairage	8	1.5	10	16
Prise de courants commandés	8	1.5	10	16
Prise de courant 16A	5	1.5	Interdit	16
	8	2.5	16	20
Circuits spécialises avec prise de courant (lave-linge, lave-vaisselle, sèche-linge, four, congélateur)	1	2.5	16	20
Cuisinière, plaque de cuisson en monophasé	1	6	32	32
Cuisinière, plaque de cuisson en triphasé	1	2.5	16	20
Volets roulant	Selon protection	1.5	10	16
VMC, VMR	1	1.5	Non autorisé	2
Chauffe-électrique non instantané	1	2.5	16	20
Circuits d'asservissement tarifaire, fils pilote, gestionnaire d'énergie	1 circuit par fonction	1.5	interdit	2
Autre circuits, y compris un tableau divisionnaire	-	1.5	16	10
	-	2.5	16	20
	-	4	20	25
	-	6	32	32
Convecteur ou panneaux radiants en monophasé	2250w	1.5	10	10
	4500w	2.5	16(3500w)	20
	5750w	4	20	25
	7250w	6	25	32

II-2-2- Dans le domaine industriel

Dans le domaine industriel la section des câbles dépend de leurs modes de pose et la nature d'isolant utilisé et la position des câbles jointifs etc.

Dans un conducteur isolé ou dans un câble parcouru par un courant d'emploi I_b , la section de l'âme conductrice doit satisfaire la condition suivante [18] :

Un échauffement normal de l'âme conductrice ne doit pas entraîner la diminution des propriétés des isolants ni de la gaine

Cette condition doit prendre en compte :

- La constitution du câble (type de l'isolant)
- Le mode de pose qui limite le refroidissement de câble
- La température de milieu ambiant (air ou terre)
- La chute de tension provoquée par le câble

Le courant d'emploi I_a est défini par [16] :

$$I_a = P_{nom} \times a \times b \times c \times d \times e \quad \text{En Ampère} \quad (II.3)$$

- P_{nom} : Puissance utile de récepteur
- a : Facteur tenant compte du facteur de puissance et du rendement

$$a = \frac{1}{\rho \times F_p} \quad (II.04)$$

Avec : ρ : Rendement

F_p : Facteur de puissance

- b : Facteur d'utilisation
- c : Facteur de simultanéité
- d : Facteur d'extension
- e : Facteur de conversion des puissances en intensités

Le facteur de conversion de la puissance en intensité est :

- $e = 8$ en monophasé 127 V
- $e = 4,35$ en monophasé 230 V
- $e = 2,5$ en triphasé 230 V
- $e = 1,4$ en triphasé 400 V

Le courant nominal du dispositif de protection doit vérifier la condition [18]

$$I_n \geq I_a$$

Choix de I_z , le courant admissible [18]

Le choix du courant admissible I_z dépend de courant nominal de dispositif de protection :

- **Cas d'un fusible:**

Le courant admissible I_z égal a :

$$I_z = 1,31 \cdot I_n \text{ Si : } I_n \leq 10A :$$

$$I_z = 1,21 \cdot I_n \text{ Si : } 10A < I_n < 25A$$

$$I_z = 1,10 \cdot I_n \text{ Si : } I_n > 25A$$

- **Cas d'un disjoncteur :**

$I_z = I_n$ Si le calibre est réglable ou juste supérieur si le calibre est non réglable.

De ces influences découlent des facteurs de correction $K1$, $K2$, $K3$ qu'il faudra appliquer à l'intensité dans le câble pour en déduire un courant admissible I'_z

Pour obtenir la section minimale des conducteurs, nous proposons une méthode qui consiste à :

1) Déterminer une méthode de référence désignée par une lettre de sélection qui prend en compte

- Le mode de pose
- Le type de circuit (monophasé ou triphasé).

2) Déterminer le coefficient $K = K1 \cdot K2 \cdot K3$ du circuit qui résume les influences ci-dessus :

- Facteur $K1$: influence du mode de pose (**Tableau II.7**)
- Facteur $K2$: influence mutuelle des circuits places cote à cote (**Tableau II.8**)
- Facteur $K3$: influence de la température selon la nature de l'isolant (**Tableau II.9**)

- **Les intensités normalisées des disjoncteurs en A**

1 – 2 – 3 – 5 – 10 – 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 70 – 80 - 100 – 125 –
160 – 200 – 250 – 320 – 400 - 500

Tableau II.6: Lettre de sélection en fonction du mode de pose et du type de câbles.








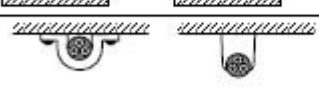

Types d'éléments conducteurs	Mode de pose	Lettre de sélection
Conducteurs et Câbles multiconducteurs 	<ul style="list-style-type: none"> ■ sous conduit profilé ou goulotte en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafonds ■ sous caniveau, moulures, chambranles 	B
	<ul style="list-style-type: none"> ■ en apparent contre mur ou plafond ■ sur chemin de câble ou tablettes non perforées 	C
Câbles multiconducteurs 	<ul style="list-style-type: none"> ■ sur échelles, corbeaux, chemin de câble perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus 	E
Câbles monoconducteurs 		F

Tableau II.7: Facteur de correction K1 lié aux principaux aux modes de poses

Lettre de sélection	Cas d'installation	Exemple	K1
B	■ câbles dans des conduits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants		0,70
	■ conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants		0,77
	■ câbles multiconducteurs		0,90
	■ vides de construction et caniveaux		0,95
C	■ pose sous plafond		0,95
B, C, E, F	■ autres cas		1

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, il est utile d'appliquer en plus le facteur de correction suivant (facteur multiplicatif de K2), selon le nombre de couches:

2 couches $K2 = 0.80$;

3 couches $K2 = 0.73$;

4 ou 5 couches $K2 = 0.70$;

Tableau II.8 : Facteur de correction K2 pour groupement de plusieurs circuits en une couche

Lettre de sélection	Disposition des câbles jointifs	Facteur de correction K2											
		Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
B,C	Encastrés ou noyés dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38
C	Simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70		
	Simple couche au plafond	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61		
E,F	Simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72		
	Simple couche sur des échelles à câbles corbeaux, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78		

Tableau II.9 : Facteur de correction K3 pour les températures ambiantes différentes de 30°

Températures ambiantes (°C)	isolation		
	Elastomère (caoutchouc)	Polychlorure de vinyle (PVC)	Polyéthylène réticulé (PR) Butyle, éthylène, propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71

L'organigramme suivant nous permet de choisir une section d'un câble :

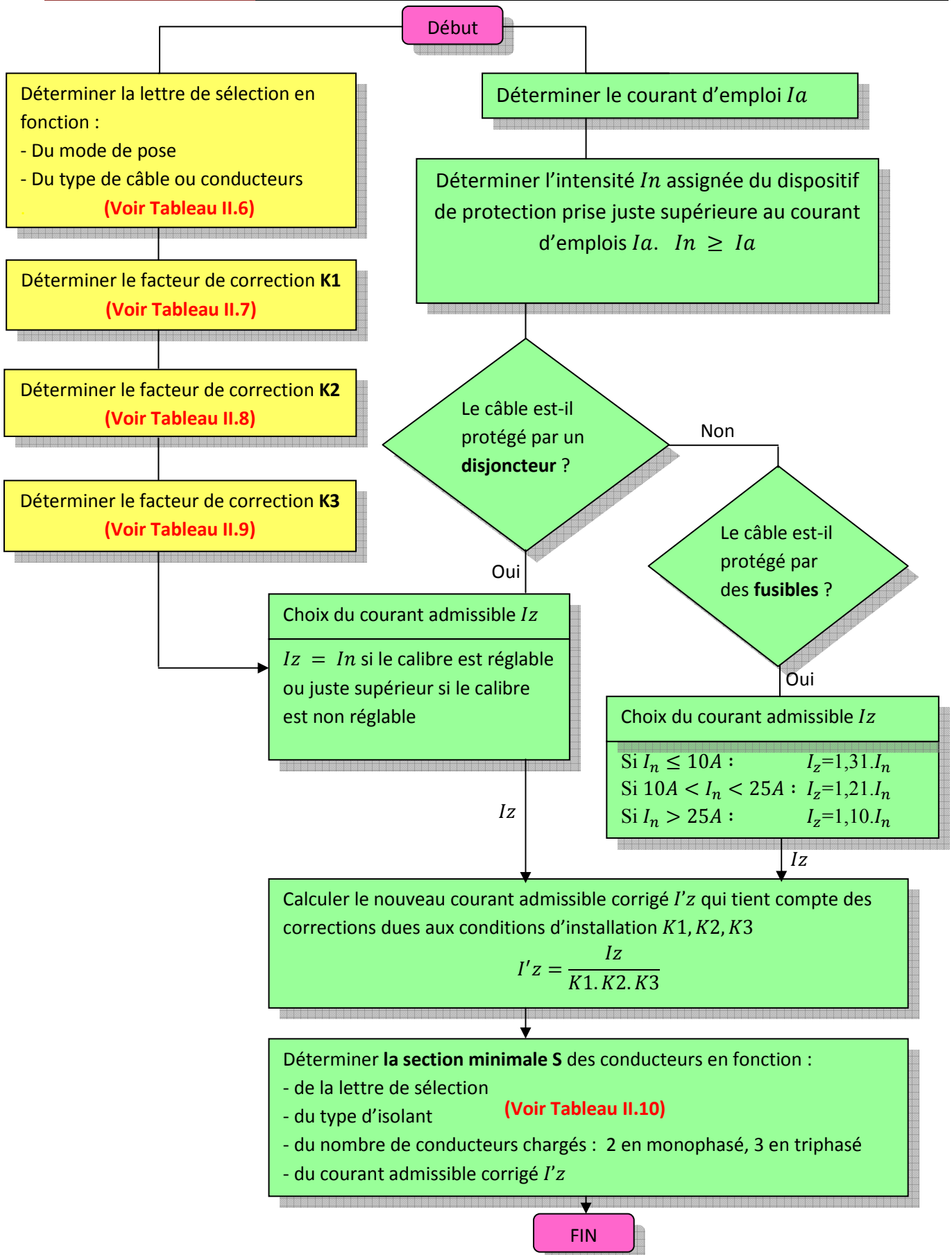


Figure II.1: L'organigramme de la détermination de la section d'une canalisation [18]

Tableau II.10 : Cas d'une canalisation posée (non enterrée) : Détermination de la section minimale en fonction de la lettre de sélection, du type de conducteur, et de l'intensité fictive $I'z$ (équivalente à l'intensité admissible Iz divisé par le coefficient K).

		Isolant et nombre de conducteurs chargées (3 ou 2)											
		Caoutchouc Ou PVC					Buthyle ou PR ou éthylène PR						
Lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2					B	Lettre de sélection
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2				C	
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2			E	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2		F	
Section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26			1,5	Section cuivre (mm ²)
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36			2,5	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49			4	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63			6	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86			10	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115			16	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161		25	
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200		35	
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242		50	
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310		70	
	95	207	223	238	258	278	298	328	352	377		95	
	120	239	259	276	299	322	346	382	410	437		120	
	150		299	319	344	371	395	441	473	504		150	
	185		341	364	392	424	450	506	542	575		185	
	240		403	430	461	500	538	599	641	679		240	
300		464	497	530	576	621	693	741	783		300		
400					656	754	825		940		400		
500					749	868	946		1083		500		
630					855	1005	1088		1254		630		
Section aluminium (mm ²)	2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28			2,5	Section aluminium (mm ²)
	4	22	25	26	28	31	33	35	38			4	
	6	28	32	33	36	39	43	45	49			6	
	10	39	44	46	49	54	59	62	67			10	
	16	53	59	61	66	73	79	84	91			16	
	25	70	73	78	83	90	98	101	108	121		25	
	35	86	90	96	103	112	122	126	135	150		35	
	50	104	110	117	125	136	149	154	164	184		50	
	70	133	140	150	160	174	192	198	211	237		70	
	95	161	170	183	195	211	235	241	257	289		95	
	120	186	197	212	226	245	273	280	300	337		120	
	150		227	245	261	283	316	324	346	389		150	
	185		259	280	298	323	363	371	397	447		185	
	240		305	330	352	382	430	439	470	530		240	
	300		351	381	406	440	497	508	543	613		300	
400					526	600	663		740		400		
500					610	694	770		856		500		
630					711	808	899		996		630		

II-2-3- Vérification de choix de section [16]

Conformément à la norme NF C 15-100 § 525, la chute de tension entre l'origine de l'installation et tout point d'utilisation ne doit pas être supérieure aux valeurs indiquées sur le **Tableau II.11**.

Tableau II.11: Chute de tension relative normalisé

	Eclairage	Autres usages
A- Installations alimentées directement par un branchement à basse tension, à partir d'un réseau de distribution publique à basse tension.	3%	5%
B - Installations alimentées par un poste de livraison ou par un poste de transformation à partir d'une installation à haute tension (l'origine de l'installation est le point de raccordement HTA)	6%	8%

La chute de tension sur une canalisation est calculée par la formule

$$\Delta_v = b(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi) \times I_B \quad (II.5)$$

Δ_v : Chute de tension, en volt

b : Coefficient $\left\{ \begin{array}{l} = 1 \text{ pour circuit triphasé} \\ = 2 \text{ pour circuit monophasé} \end{array} \right.$

ρ_1 : Résistivité du conducteur en service normal, soit 1,25 fois celle à 20°C.

$\rho_1 = 0,0225 \Omega \text{ mm}^2/m$ pour le cuivre ; $\rho_1 = 0,036 \Omega \text{ mm}^2/m$ pour l'aluminium.

L : Longueur de la canalisation, en mètre.

S : Section des conducteurs, en mm^2 .

$\cos \varphi$: Facteur de puissance; en l'absence d'indication précise on peut prendre $\cos \varphi = 0.8$ ($\sin \varphi = 0.6$).

I_B : Courant maximal d'emploi, en Ampère.

λ : Réactance linéique des conducteurs, en Ω/m .

Les valeurs de λ en BT sont:

- $0,08 \times 10^{-3} \Omega/m$ Pour les câbles tripolaires.
- $0,09 \times 10^{-3} \Omega/m$ Pour les câbles unipolaires serrés en nappe ou en triangle.
- $0,15 \times 10^{-3} \Omega/m$ Pour les câbles unipolaires espacés $d = 8r$.

d : Distance moyenne entre conducteur.

r : Rayon des âmes conductrices.

On définit la chute de tension relative:

$\frac{\Delta V}{V_n}$: Pour les circuits triphasés ou monophasés alimentés entre phase et neutre.

$\frac{\Delta V}{U_n}$: Pour les circuits monophasés alimentés entre phases (dans ce cas ΔV représente une chute de tension entre phases).

V_n : Tension simple nominale.

U_n : Tension composée nominale.

II-2-4- Vérification des Longueurs maximales des canalisations pour la protection contre les contacts indirects (régime *TN* et *IT*)

- **Schéma *TN* :**

La longueur maximale d'un circuit en schéma *TN* est :

$$L_{\max} = \frac{0.8 \times V_n \times S_{ph}}{\rho \times (1+m) \times I_m} \quad (II.6)$$

L_{\max} : Longueur maximale en m

V_n : Tension simple en volts

S_{ph} : Section des phases en mm^2

ρ : Résistivité des conducteurs prise égale à 1,5 fois celle à 20°C ($\rho = 0.027 \Omega$ pour le cuivre ; $\rho = 0.043 \Omega mm^2/m$ pour l'aluminium)

$$m = \left(\frac{S_{ph}: \text{section des phases}}{S_{PE}: \text{section du conducteur de protection}} \right)$$

I_m : Courant de fonctionnement du déclencheur magnétique du disjoncteur

• **Schéma IT**

La longueur maximale d'un circuit en schéma IT est :

Si le conducteur neutre n'est pas distribué :

$$L_{\max} = \frac{0.8 \times V_n \times S_{ph}}{2\rho \times (1+m) \times I_m} \quad (II.7)$$

Si le conducteur neutre est distribué :

$$L_{\max} = \frac{0.8 \times V_n \times S_1}{2\rho \times (1+m) \times I_m} \quad (II.8)$$

$$S_1 : \begin{cases} = S_{ph} & \text{si le départ considéré ne comporte pas de neutre} \\ = S_{neutre} & \text{si le départ considéré comporte un neutre} \end{cases}$$

• **Schéma TT**

Aucune condition sur la longueur de la canalisation n'est imposée car la protection des Personnes est réalisée par le dispositif différentiel résiduel.

II-2-5- Vérification de la contrainte thermique

Lors du passage d'un courant de court-circuit dans les conducteurs d'une canalisation pendant Un temps très court (jusqu'à cinq secondes), l'échauffement est considéré adiabatique ; cela Signifie que l'énergie emmagasinée reste au niveau du métal de l'âme et n'est pas transmise à L'isolant. Il faut donc vérifier que la contrainte thermique du court-circuit est inférieure à la Contrainte thermique admissible du conducteur :

$$t_c \times I_{cc}^2 \leq K^2 S^2 \quad (II.9)$$

t_c : Temps de coupure du dispositif de protection en seconde

I_{cc} : Courant de court-circuit en A

S : Section des conducteurs en mm^2

La valeur de k dépend du matériau de l'âme et de la nature de l'isolant (voir le tableau

Tableau II.12 : Valeur du coefficient k conformément à la norme NF C 15-100

Ame	Isolant PVC	PR
Cuivre	115	135
Aluminium	74	87

II-3-Calculs du courant de court-circuit

Un court-circuit est un phénomène électrique qui se produit notamment lorsque deux fils électrique sous mis en contact direct, le plus souvent suite du courant qui peut aller jusqu'à provoquer un incendie. Ils sont principalement caractérisés par leurs durées qui peut être : auto-extincteur, fugitif ou permanent [15], [19]. Ils peuvent avoir plusieurs origines, à savoir :

- Mécaniques : (rupture de conducteurs, liaison électrique accidentelle entre deux conducteurs par un corps étranger conducteur tel que outils ou animaux
- surtensions électriques d'origine interne ou atmosphérique
- la suite d'une dégradation de l'isolement, consécutive à la chaleur, l'humidité ou une ambiance corrosive [15].

Sur un réseau triphasé, les courts-circuits peuvent être de plusieurs types

- Défaut triphasé : les trois phases sont réunies (5 % des cas) ;

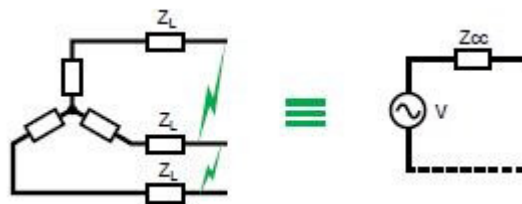


Figure II.2: Défaut triphasé [30]

$$I_{cc} = \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{cc}} \quad (\text{II.10})$$

Avec Z_{cc} , l'impédance de court-circuit (impédance de l'installation ramenée au point de court-circuit)

- Défaut biphasé



Figure II.3: Défaut biphasé [30]

$$I_{cc} = \frac{U}{2 \cdot Z_{cc}} \quad (\text{II.11})$$

- défaut monophasé

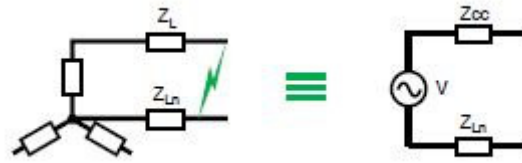


Figure II.4: Défaut monophasé [30]

$$I_{cc} = \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{cc} + Z_{Ln}} \quad (\text{II.12})$$

Le courant de court-circuit (ou intensité de court-circuit), noté I_{cc} , d'un dipôle est le courant qui le traverserait si ses bornes étaient reliées par un conducteur parfait de résistance nulle. On distingue trois niveaux de courant de court-circuit :

- **Le courant de court-circuit crête (I_{cc} crête)**, correspondant à la valeur extrême de l'onde, générant des forces électrodynamiques élevées notamment au niveau des jeux de barres et des contacts ou connexions d'appareillage.
- **Le courant de court-circuit efficace (I_{cc} eff)**, où la valeur efficace du courant de défaut est celle qui provoque des échauffements dans les appareils et les conducteurs et peut porter les masses des matériels électriques à un potentiel dangereux.
- **Le courant de court-circuit minimum (I_{cc} min)**, correspondant à la valeur efficace du courant de défaut s'établissant dans des circuits d'impédance élevée (conducteur à section réduite et canalisation de grande longueur...) et dont cette impédance a été en plus augmentée par l'échauffement de la canalisation en défaut. Il est nécessaire d'éliminer rapidement ce type de défaut dit impédant par des moyens appropriés.

II-3-1- Méthode de calcul de I_{cc} d'une installation basse tension

II-3-1-1-La méthode des impédances [12]

Qui est utilisable lorsque toutes les caractéristiques de la boucle de défaut sont connues, y compris celles de la source d'alimentation. Elle permet de calculer les valeurs maximales et minimales des courants de court-circuit. Le principe de cette méthode consiste à déterminer les courants de court-circuit à partir de l'impédance que représente le « circuit » parcouru par le courant de court-circuit. Cette impédance se calcule après avoir totalisé séparément les différentes résistances et réactances de la boucle de défaut, depuis et y compris la source d'alimentation du circuit, jusqu'au point considéré [20]

Chaque constituant d'un réseau (réseau HT, transformateur, câble, disjoncteur, barres...) se caractérise par une impédance Z composée d'un élément résistif (R) et d'un élément inductif

(X) appelé réactance. Il faut noter que les réactances capacitives sont négligeables pour le calcul du courant de court-circuit, 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 .

Si les constituants d'un réseau sont raccordés en série dans le réseau, tous les éléments résistifs de chaque constituant s'additionnent arithmétiquement, et de même pour les réactances, pour donner R_t et X_t . L'impédance (Z_t) de tous les constituants du réseau connectés ensemble est donnée par :

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} \quad (\text{II.13})$$

Le courant de court-circuit triphasé (en kA) du réseau amont est indiqué en puissance de court-circuit P_{CC} (en MVA) par le distributeur d'énergie. De cette valeur est déduite l'impédance équivalente Z_s du réseau amont. La formule à utiliser pour transformer l'impédance MT en impédance équivalente BT est :

$$Z_s = \frac{U_0^2}{P_{CC}} \quad (\text{II.14})$$

Z_s : Impédance triphasée du réseau amont exprimée en milli ohm

U_0^2 : Tension BT phase-phase à vide en *volt*,

P_{CC} : Puissance de court-circuit triphasée du réseau amont exprimée en kVA .

La résistance R_a peut être considérée comme négligeable devant la réactance X_a Si un calcul exact est nécessaire on peut prendre : $X_a = 0,995 Z_a$ et $R_a = 0,1 X_a$.

- **Dans le cas d'un transformateur**

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

Avec :
$$Z_{tr} = \frac{U_{20}^2}{P_n} \times \frac{U_{CC}}{100} \quad (\text{II.15})$$

U_{20}^2 : Tension entre phases, à vide au secondaire

P_n : puissance du transformateur (en kVA)

U_{CC} : Tension de court-circuit en %

La valeur de la résistance R_{tr} des enroulements du transformateur peut être déduite des pertes totales comme suit :

$$P_{cu} = 3 \times R_{tr} \times I_n^2 \quad \text{Donc : } R_{tr} = \frac{P_{cu}}{3 \times I_n^2} \text{ en } m\Omega \quad (\text{II.16})$$

Avec :

P_{cu} : Pertes totales en watt.

I_n : Courant nominal en Ampère.

R_{tr} : Résistance par phase du transformateur en milli ohm (R_{tr} représente la résistance équivalente des enroulements primaire *MT* et secondaire *BT* par phase).

Il ressort que R_{tr} a une valeur négligeable devant la valeur de Z_{tr} pour un transformateur *MT/BT* standard de distribution

La réactance est calculée selon l'expression suivante :

$$X_{tr} = \sqrt{Z_{tr}^2 - R_{tr}^2} \quad (\text{II.17})$$

De la constatation précédente, on peut déduire que :

$$X_{tr} = Z_{tr}$$

Quant aux autres éléments du système de distribution, on considère ce qui suit :

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. Sa réactance est prise égale à $0,15 \text{ m}\Omega$ et sa résistance négligée

La résistance d'un jeu de barres est généralement négligeable, de ce fait l'impédance est pratiquement égale à la réactance. La valeur linéique typique d'un jeu de barres est approximativement $0,15 \text{ m}\Omega/\text{mètre}$ (doubler l'espacement entre les barres équivaut à accroître la réactance de seulement 10 %).

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

$$R_c = \rho \times \frac{L}{S} \quad (\text{II.18})$$

Avec :

ρ : Résistivité des conducteurs à la température normale de fonctionnement :

$$\rho = 22,5 \text{ m}\Omega \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Pour le cuivre, } \rho = 36 \text{ m}\Omega \text{ mm}^2/\text{m} \text{ Pour l'aluminium.}$$

L : Longueur en m de la canalisation

S : Section des conducteurs en mm^2

La réactance des câbles peut être donnée avec précision par les fabricants. Pour des sections inférieures à 50 mm^2 , on pourra toujours la négliger. En l'absence d'autres renseignements, on pourra prendre : $X_c = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$ Pour les canalisations préfabriquées, consulter les fabricants.

Lors d'un court-circuit, un moteur se comporte comme un générateur débitant sur le défaut. On peut donc en général négliger son influence en BT. Cependant, pour un calcul plus précis et lorsque, notamment, de nombreux moteurs sont installés sur une même artère, on peut tenir compte de l'influence des moteurs de la façon suivante :

$$I_{cc\ m} = 3.5 \times I_n \times m \quad (\text{II.19})$$

$I_n \times m$: Somme des intensités nominales des moteurs susceptibles de fonctionner simultanément.

II-3-1-2-La méthode rapide [21]

Cette méthode rapide, mais approximative, permet de déterminer I_{cc} en un point du réseau connaissant I_{cc} amont ainsi que la longueur et la section de raccordement au point amont (suivant guide UTE 15105). Les tableaux ci-dessous sont valables pour les réseaux de tension entre phases 400 V (avec ou sans neutre) et on procède de la manière suivante :

Comment procéder : Dans la partie 1 du tableau (conducteurs cuivre) ou 3 (conducteurs alu), se placer sur la ligne correspondant à la section des conducteurs de phase. Avancer ensuite dans la ligne jusqu'à la valeur immédiatement inférieure à la longueur de la canalisation. Descendre (cuivre) ou monter (alu) verticalement jusqu'à la partie 2 du tableau et s'arrêter à la ligne correspondant à I_{cc} amont. La valeur lue à l'intersection est la valeur de I_{cc} recherchée.

II-3-1-3- La méthode conventionnelle de calcul du courant de court-circuit [21]

Qui est utilisable lorsque l'on connaît ni le courant de court-circuit à l'origine du circuit, ni les caractéristiques de l'alimentation en amont. Elle permet de déterminer les courants de court-circuit minimaux.

$$I_{cc} = A \frac{0,8U \times S}{2\rho l} \quad (\text{II.20})$$

U : Tension entre phases en V.

l : Longueur en m de la canalisation.

S : Section des conducteurs en mm^2 .

$\rho = 0,028 \Omega mm^2/m$ Pour le cuivre en protection fusible.

$0,044 \Omega mm^2/m$ Pour l'aluminium en protection fusible.

$0,023 \Omega mm^2/m$ Pour le cuivre en protection disjoncteur.

$0,037 \Omega mm^2/m$ Pour l'aluminium en protection disjoncteur.

$A = 1$ Pour les circuits avec neutre (section neutre = section phase).

$1,73$ Pour les circuits sans neutre.

$0,67$ Pour les circuits avec neutre (section neutre = 1/2 section phase).

Pour des sections de câbles supérieures ou égales à $150 mm^2$, il faut tenir compte de la réactance divisant la valeur de I_{cc} par : câble de $150 mm^2$: 1,15 ; câble de $185 mm^2$: 1,2 ; câble de $240 mm^2$: 1,25 ; câble de $300 mm^2$ 1,3.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons illustré la méthode de calcul de bilan de puissance qui nous permet de choisir le transformateur, par la suite avons abordé le principe du choix de la section des câbles puis la vérification de ce choix.

Chapitre III

Protection et régimes du neutre des installations

Introduction

La protection électrique consiste à éviter ou à limiter les conséquences destructives et dangereuses des surintensités ou des défauts d'isolement, et de séparer le circuit défectueux du reste de l'installation. Une distinction est faite entre les protections : des éléments de l'installation ou circuits (câbles, câblages, appareillages, etc.), des personnes et des animaux, des équipements et des appareils alimentés par l'installation.

III- Protection électrique

Avant de définir une option de protection, il est utile et impératif de choisir le régime du neutre établi pour une installation électrique donnée.

III-1- Régime de neutre [12]

Un régime de neutre ou schéma des liaisons à la terre est défini par deux lettres :

- La première définit la liaison à la terre du secondaire du transformateur (très généralement le point-neutre)

T: Raccordé à la terre

I: Isolé de la terre

- La deuxième définit la liaison à la terre des masses :

T : Raccordé à la terre

N : Raccordé au neutre

III-1-1- Régime TT « Neutre à la terre »

L'utilisation de ce régime de neutre est imposée pour la distribution publique BT en Algérie. En cas de défaut d'isolement, il y a coupure automatique de tout ou partie de l'alimentation de l'ensemble des récepteurs. La coupure est obligatoire au premier défaut. L'ensemble des utilisations doit être équipé d'une protection différentielle instantanée. La protection différentielle peut être générale ou bien subdivisée, en fonction des types et de l'importance de l'installation. Ce régime se rencontre dans les cas suivants : domestique, petit tertiaire, petits ateliers, établissements scolaires avec salle de travaux pratiques, etc.

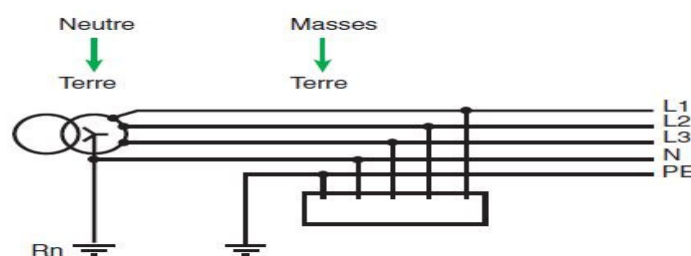


Figure III.1: Schéma TT

III-1-2- Régime TN « Mise au neutre »

Ce principe de distribution est adapté aux installations admettant une coupure au premier défaut d'isolement. La mise en œuvre et l'exploitation de ce type de réseau économique, mais nécessite une installation rigoureuse des circuits de protection. Les conducteurs du neutre (N) et de protection (PE) peuvent être confondus (TNC) ou séparés (TNS)

- Schéma TNC

Le conducteur PEN (Protection et Neutre) ne doit jamais être coupé. Les conducteurs PEN doivent avoir une section supérieure ou égale à 10 mm² en cuivre et à 16 mm² en aluminium et ne pas comprendre d'installations mobiles (câbles souples).

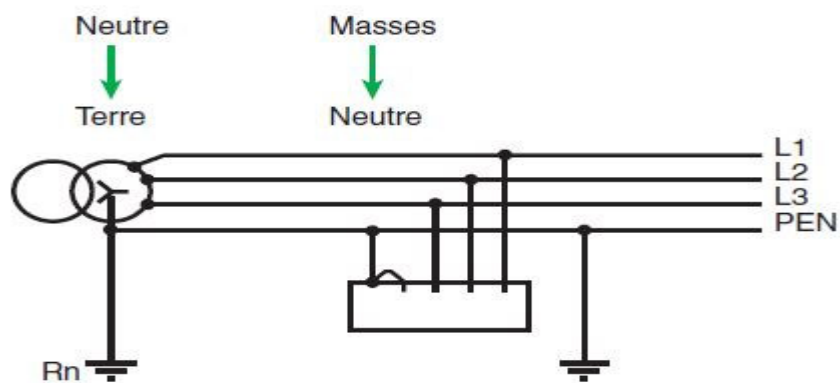


Figure III.2: Schéma TNC

- Schéma TNS

Un réseau TNS peut être créé en aval d'un réseau TNC, le contraire est interdit. Généralement, les conducteurs de neutre en TNS sont sectionnés, pas protégés et leurs sections sont obligatoirement au moins égales à celles des phases correspondantes.

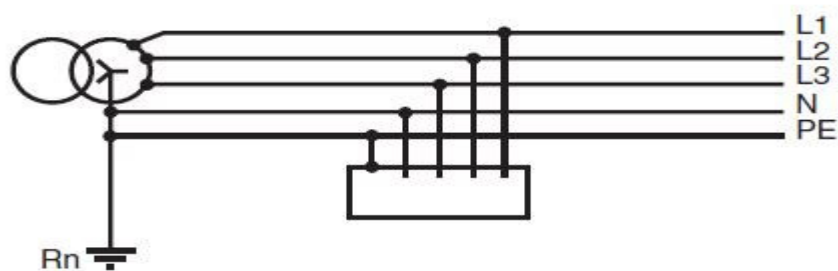


Figure III.3: Schéma TNS

• Schéma TNC-S

L'appellation schéma TNC-S désigne une distribution dans laquelle les conducteurs neutres et conducteurs de protection sont confondus dans une partie de l'installation et distincts dans le reste de l'installation

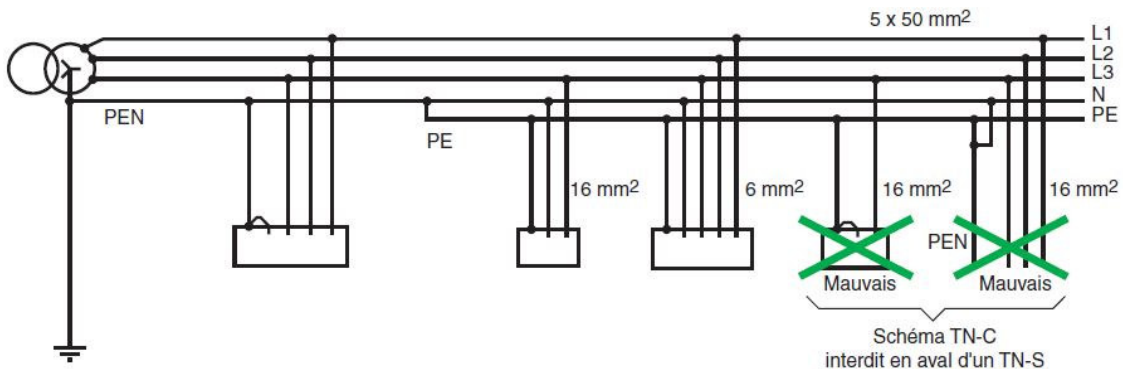


Figure III.4: Schéma TNC-S

III-1-3- Régime IT « Neutre isolé »

Ce régime de neutre est utilisé lorsque la coupure au premier défaut d'isolement est préjudiciable au bon fonctionnement d'une exploitation ou à la sécurité des personnes. Son exploitation impose la présence de personnel compétent sur le site pour intervenir rapidement lors de l'apparition du premier défaut d'isolement, pour garantir la continuité d'exploitation avant que ne se développe un éventuel deuxième défaut qui, lui, provoquerait une coupure. Un limiteur de surtension est obligatoire pour permettre l'écoulement des surtensions à la terre provenant de l'installation Haute Tension (claquage transformateur HT / BT, manœuvres, foudre...).

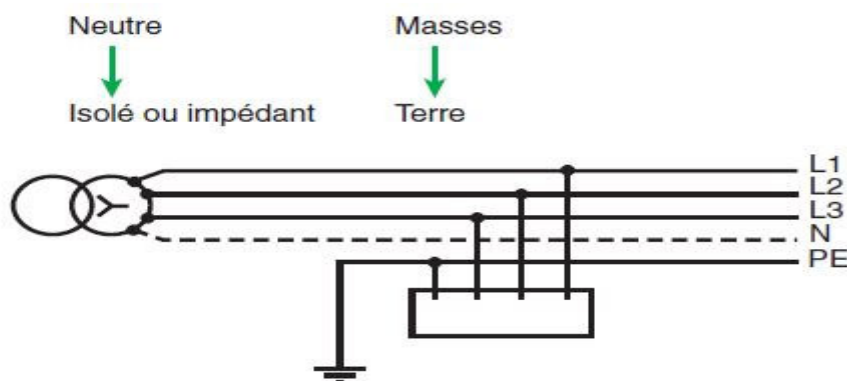


Figure III.5: Schéma IT

III-2- Les chocs électrique [22]

Les chocs électriques ont une suite logique de contacts électriques qu'ils soient directs ou indirects et qui sont définis comme suit :

Contact direct : il correspond au contact d'une personne avec les parties actives des matériels normalement sous tension

Contact indirect : Il s'agit du contact d'une personne avec une masse mise accidentellement sous tension suite à un défaut d'isolement et dont le potentiel serait susceptible de dépasser :

- 25 V dans les locaux ou sur des emplacements de travail mouillés,
- 50 V pour les autres locaux ou emplacement de travail

III-3- La protection contre le contact direct [22]

Lorsqu'il n'est pas possible de réaliser la consignation ou la mise hors de tension, la mise hors de portée des pièces nues sous tension accessibles aux travailleurs doit être assurée par :

III-3-1- L'éloignement

L'éloignement consiste à prévoir une distance entre les parties actives et les personnes de telle sorte qu'un contact fortuit soit impossible directement ou indirectement par l'intermédiaire d'un objet conducteur (perches, tubes métalliques...).

III-3-2- L'interposition d'obstacles

L'interposition d'obstacles consiste à disposer des obstacles entre les personnes et les parties sous tension. L'obstacle est utilisé lorsque l'éloignement ne peut être assuré. L'interposition d'obstacle consiste également en l'utilisation d'enveloppes (boîtiers, coffrets, armoires, etc.) permettant de protéger les personnes contre les contacts directs.

III-3-3- L'isolation

L'isolation consiste à recouvrir les parties actives par une isolation appropriée. L'isolation intervient lorsque l'éloignement et les obstacles ne peuvent être utilisés.

III-4- Protection contre les contacts indirects

III-4-1- Mesure de protection par coupure automatique de l'alimentation [14]

Cette mesure de protection repose sur 2 principes :

- mise à la terre de toutes les masses des matériels électriques de l'installation et constitution de la liaison équipotentielle principale.

- mise hors tension automatique de la partie de l'installation où se produit un défaut d'isolement.

Afin de répondre à ces 2 exigences, la NF C 15-100 et la CEI 60 364 ont défini:

- Une tension limite de contact U_l limitée à 50V,
- Des schémas des Liaisons à la Terre (SLT),
- Utilisation de matériels électrique classe II,
- Des temps de coupures maximaux.

Tension limite conventionnelle de contact U_l

C'est la valeur maximale de la tension de contact présumée qu'il est admis de pouvoir maintenir indéfiniment dans des conditions d'influences externes spécifiées.

La valeur de U_l est égale à 50 Volts en courant alternatif [12].

Schémas des liaisons à la terre (SLT)

La norme CEI 60364-4-41 définit 3 schémas des liaisons à la terre : schéma TN, schéma TT et schéma IT. L'objectif de ces schémas est d'empêcher qu'à la suite d'un défaut d'isolement, une personne puisse se trouver soumise à une tension de contact supérieure à $U_l = 50 V CA$ pendant un temps tel qu'il puisse en résulter des dommages organiques [12].

Temps de coupure maximal

La norme CEI 60364-4-41 impose pour chaque SLT et en fonction de la tension du réseau des temps de coupure maximaux dans les conditions suivantes :

- Pour les circuits terminaux, les temps de coupure sont fonction du SLT de l'installation.,
- Pour les circuits de distribution, dans tous les cas les temps de coupure doivent être inférieurs à 5s [12].

Tableau III.1: Durée maximale de maintien de la tension alternative de contact présumé dans les conditions normales. La résistance du sol et la présence de chaussures est prise en compte dans ces valeurs

U_0 (V)	$50 < U_0 \leq 120$	$120 < U_0 \leq 230$	$230 < U_0 \leq 400$	$U_0 > 400$
Schéma TN ou IT	0,8	0,4	0,2	0,1
TT	0,3	0,2	0,07	0,04

III-4-1-1- Coupure automatique en schéma TT

En régime TT, la protection est assurée par des dispositifs différentiels, dans ce cas la section et la longueur des conducteurs n'interviennent pas.

Il faut assurer que la prise de terre est telle que :

$$R_T = \frac{U_l}{I_{\Delta n}} \quad (\text{III.01})$$

R_T : la prise de terre.

U_l : la tension limite.

$I_{\Delta n}$: le courant de réglage de dispositif de protection (exemple 500mA).

Temps de coupure maximal [12]

La norme CEI 60364-4-41 § 411.3.2.2 et § 411.3.2.4 définit le temps maximal de coupure des dispositifs de protection utilisés en schéma TT pour la protection contre les contacts indirects :

- Pour tous les circuits terminaux ayant un courant assigné ne dépassant pas 32 A, le temps maximal de coupure n'excédera pas les valeurs indiquées sur le tableau.
- Pour les circuits de distribution et les autres circuits, le temps maximal de coupure est fixé à 1s. Cette valeur limite rend possible la sélectivité entre les dispositifs de déclenchements différentiels (DDR) des circuits de distribution.

Tableau III.2: Temps maximal de coupure pour des circuits terminaux BT ne dépassant pas 32 A

$U_o^{(2)}$ (V)	T (s)
$50 < U_o \leq 120$	0,3
$120 < U_o \leq 230$	0,2
$230 < U_o \leq 400$	0,07
$U_o > 400$	0,04

(2) U_o est la tension nominale phase-neutre

III-4-1-2- Coupure automatique en schéma TN [12]

Dans le schéma TN, un point de l'alimentation, généralement le neutre, est mis à la terre à la borne principale, les masses sont mises à la terre à la borne principale au moyen du conducteur de protection (PE)

Dans tous les types de schéma TN, un défaut d'isolement est équivalent à un court-circuit phase neutre. Le niveau élevé des courants de défaut permet d'utiliser les dispositifs de protection contre les surintensités pour assurer la protection des personnes contre les contacts indirects

Dans les immeubles de grande hauteur (IGH), tous les éléments conducteurs sont reliés au conducteur de protection à chaque étage.

Afin d'assurer une protection efficace, le courant de défaut à la terre

$$I_d = \frac{U_0}{Z_S} \text{ Ou } 0,8 \frac{U_0}{Z_c} \quad (\text{III.02})$$

Doit être : $I_d \geq I_a$ avec :

U_C : Tension nominale phase neutre.

I_d : Intensité de défaut (égale à U_0/Z_S).

I_a : Courant assurant le fonctionnement du dispositif de protection dans le temps Spécifié.

Z_S : Impédance de la boucle de défaut.

Z_c : Impédance de la boucle de défaut (méthode conventionnelle).

Temps maximal de coupure

La norme CEI 60364-4-41 § 411.3.2.3, spécifie le temps maximal de coupure des dispositifs de protection utilisés pour la protection des personnes contre les contacts indirects en schéma TN. Ce temps est fonction de la tension phase-terre égale presque toujours à la tension simple phase-neutre U_0 soit :

Pour tous les circuits terminaux dont le courant nominal ne dépasse pas 32 A, le temps maximal de coupure devra être inférieur à la valeur indiquée dans le tableau de le tableau suivant :

Tableau III.3: Temps maximal de coupure pour des circuits terminaux en tension CA de courant nominal inférieur à 32 A

$U_0^{(1)}$ (V)	T (s)
$50 < U_0 \leq 120$	0,8
$120 < U_0 \leq 230$	0,4
$230 < U_0 \leq 400$	0,2
$U_0 > 400$	0,1

- Pour les circuits de distribution et les autres circuits, le temps maximal de coupure est fixé à 5s. Cette valeur limite rend possible la sélectivité entre les dispositifs de protection.

III-4-1-3- Coupure en régime IT [12]

Dans le schéma IT, l'installation est isolée de la terre ou un point de l'alimentation, généralement le neutre, est mis à la terre à travers une impédance (schéma IT impédant) ; les masses sont mises à la terre : soit ensemble (interconnectées par un conducteur de protection PE et collectivement mises à la terre à la borne principale) soit individuellement ou par groupes (mises à la terre à des prises de terre différentes).

Le premier défaut

En présence d'un seul défaut d'isolement à la masse ou à la terre, appelé "premier défaut", le courant de fuite I_d est assez faible pour que la condition soit respectée et qu'aucune élévation dangereuse de potentiel de la masse $I_d \times R_a \leq 50v$ ne se produise.

Dans ce type de schéma, un contrôleur permanent d'isolement est exigé Il doit déclencher un signal sonore ou visuel à l'apparition du premier défaut

Le deuxième défaut

A l'apparition d'un deuxième défaut à la terre, soit sur une autre phase ou soit sur le conducteur neutre, une coupure rapide de l'alimentation est obligatoire

III-4-2- Protections sans coupure automatique de l'alimentation [22]

Ce type d'alimentation est utilisé localement au niveau de certains récepteurs ou de certaines parties limitées de l'installation. On emploie :

III-4-2-1- Le matériel de classe II

En plus de l'isolation principale, ce matériel comporte une double isolation

III-4-2-2- La séparation des circuits

Les transformateurs de séparation sont utilisés pour des raisons de sécurité pour créer localement une nouvelle installation du domaine BT, de faible étendue, entièrement isolée de la terre et des masses ainsi que la source d'énergie primaire du domaine BT.

III-4-2-3- La très basse tension.

La très basse tension (TBT) est la classe des tensions électriques qui ne peuvent produire dans le corps humain des courants électriques dangereux pour l'homme. La réglementation prévoit trois catégories de très basse tension (suivant l'usage qui en est fait, le type de matériel utilisé et le mode de liaison à la terre des circuits actifs) :

- la TBTS : très basse tension de sécurité,
- la TBTP : très basse tension de protection,
- la TBTF : très basse tension fonctionnelle

Tableau III.4: Tensions maximales à mettre en œuvre en TBTS

Locaux ou emplacement	Tension (Courant alternatif)	Tension (Courant continu)
Secs	$U \leq 50V$	$U \leq 50V$
Mouillées	$U \leq 25V$	$U \leq 50V$
Immergés	$U \leq 12V$	$U \leq 50V$

III-5- Protection des circuits [12]

Ils doivent être protégés contre les courants de surcharges et contre les courants de courts-circuits. Le principe consiste en la mise en place d'un dispositif de protection qui ne peut assurer sa mission que si :

- Son courant nominal ou de réglage I_n est situé entre le courant d'emploi et le courant admissible de la canalisation,

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- Son courant conventionnel de déclenchement I_2 est inférieur à $1,45 \times I_z$,
- Son pouvoir de coupure (PdC) est supérieur à l'intensité de court-circuit maximale triphasée (I_{cc} triphasé) en son point d'installation.

III-6- La protection des moteurs [23]

III-6-1- Protection contre les surcharges

Elle est surveillée :

Soit par protection à maximum de courant à temps dépendant

Soit par protection à image thermique l'image thermique fait intervenir l'échauffement dû au courant,

III-6-2- Protection contre le Démarrage trop long et blocage rotor

Pour le démarrage trop long, il s'agit d'un seuil d'intensité instantané réglé à une valeur inférieure au courant de démarrage qui est validé après une temporisation démarrée à la mise sous tension du moteur ; cette temporisation est réglée à une valeur supérieure à la durée normale du démarrage.

Pour le blocage rotor, la protection est activée hors période de démarrage, pour un courant supérieur à un seuil avec temporisation

III-6-3- Protection contre Court-circuit entre phases

Il est détecté par une protection à maximum de courant phase temporisée et. Le réglage du seuil de courant est supérieur au courant de démarrage et la temporisation, très courte, a pour but de rendre la protection insensible aux premières crêtes du courant d'enclenchement.

Lorsque l'appareil de coupure correspondant est un contacteur, il est associé à des fusibles qui assurent la protection contre le court-circuit

III-6-4- Protection contre le Défaut à la masse du stator

La protection dépend du régime de neutre. Une grande sensibilité est recherchée pour limiter les dégâts sur le circuit magnétique. Lorsque le neutre est mis à la terre directement ou par une impédance

III-6-5- Protection contre le Défaut à la masse du rotor

Un contrôleur permanent d'isolement à injection de courant alternatif ou continu décèle la perte d'isolement du bobinage

III-6-6- Protection contre la Baisse de tension

Elle est surveillée par une protection à minimum de tension directe temporisée Les réglages du seuil de tension et de la temporisation sont déterminés pour être sélectifs avec les protections de court-circuit du réseau et pour tolérer les chute de tension normales, par exemple lors du démarrage d'un moteur. Cette protection peut être commune à plusieurs moteurs au niveau d'un tableau

III-7- Appareillages associés à la protection [24]

On distingue les fusibles et les disjoncteurs :

III-7-1- Les fusibles

La fonction du fusible est d'assurer la protection des circuits électriques contre les courts-circuits et les surcharges par la fusion d'un élément calibré lorsque le courant qui le traverse dépasse la valeur de son calibre.

III-7-2- Types de fusibles

On distingue les gG, les aM, les AD,

- Les fusibles gG sont des fusibles dit « protection générale », protègent les circuits contre les faibles et fortes surcharges ainsi que les courts-circuits. Les inscriptions sont écrites en noir. L'image montre un fusible cylindrique



Figure III.6: Fusible Gg

- Les fusibles aM sont des fusibles dit « accompagnement moteur », protègent les circuits contre les fortes surcharges ainsi que les courts-circuits. Ils sont conçus pour résister à une surcharge de courte durée tel le démarrage d'un moteur. Ils seront

associés à un système de protection thermique contre les faibles surcharges. Les inscriptions sont écrites en vert. L'image montre un fusible à couteaux



Figure III.7: Fusible aM

- Les fusibles AD sont des fusibles dits «accompagnement disjoncteur», ce type de fusibles est utilisé par les distributeurs sur la partie de branchement. Les inscriptions sont écrites en rouges.



Figure III.8: Fusible AD

- Les fusibles ultra-rapides (UR) assurent la protection des semi- conducteurs de puissance et des circuits sous tension continue



Figure III.9: Fusible UR

III-7-3- Critère de choix de fusibles

- La classe : gG ou aM,
- Le calibre I_n ,
- La tension d'emploi U (inférieure ou égale à nominale U_n),
- Le pouvoir de coupure P_{dc} ,
- La forme du fusible (cylindrique ou à couteaux),
- La taille du fusible,

III-7-4- Disjoncteur [14]

Le disjoncteur est un appareil qui protège l'installation électrique d'un foyer/ espace ainsi que les occupants, il assure l'arrêt d'urgence de l'ensemble de l'installation électrique en cas de problème, de surtension, etc.

Cet appareil est réglé selon l'abonnement électrique choisi par l'utilisateur : en règle générale, si l'appareil détecte une trop grande puissance supérieure à celle qui est souscrite, le disjoncteur coupe automatiquement le courant. Chaque appareil disjoncteur est certifié NF-USE. On distingue plusieurs types de disjoncteurs selon le défaut survenu.

III-7-4-1-Disjoncteur magnétothermique [14]

Un disjoncteur magnéto thermique est composé de 2 parties :

- une partie thermique qui protège les biens contre les faibles et les fortes surcharges,
- Une partie magnétique qui protège les biens contre les courts circuits

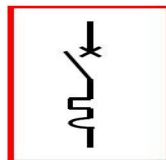


Figure III.10: Symbole de disjoncteur magnétothermique

III-7-4-2- Disjoncteurs magnétiques [25], [26].

Disjoncteur magnétique est utilisé en cas de fortes intensités on le retrouve surtout pour protéger les moteurs, les transformateurs

Fonctionne sur la base d'un électro-aimant.

En fonctionnement normal, le courant absorbé par le moteur circule dans la bobine du circuit magnétique mais ce courant n'est pas suffisant pour que le champ magnétique qu'il crée attire le levier. Le circuit électrique est fermé.

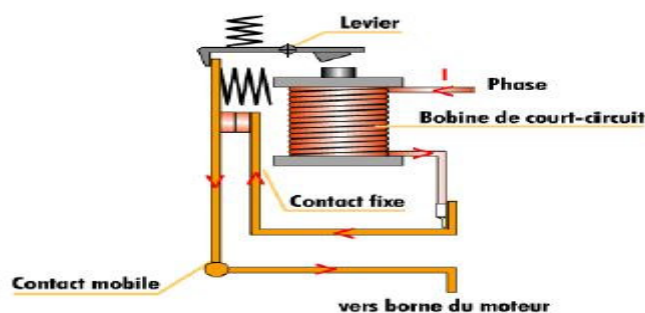


Figure III.11: Fonctionnement normale de disjoncteur magnétique.

En cas d'incident électrique, un court-circuit peut se produire. Le courant va augmenter très brutalement. Sous l'effet de cette élévation du courant, la bobine va attirer le levier et ouvrir le disjoncteur (en 10 à 20 ms). Une fois le défaut éliminé, on peut réarmer le disjoncteur pour remettre l'installation en service

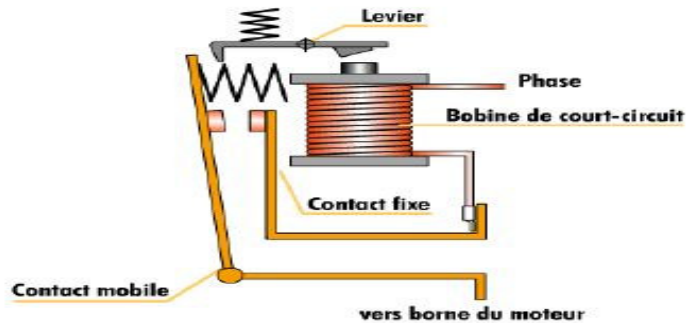


Figure III.12: Fonctionnement de disjoncteur magnétique en cas d'incident

III-7-4-3- Disjoncteur thermique [27]

Les disjoncteurs de protection de circuits thermiques se déclenchent par échauffement d'un élément traversé par le courant. Ces éléments thermique sont composés d'un bilame thermique en acier et en zinc qui se dilate et se déforme sous l'effet de la chaleur.

Ce bilame se présente sous la forme d'une bande à encliquetage avec un mécanisme de contact par tension à ressort distinct ou sous la forme d'une rondelle à cliquet sur laquelle un contact est directement fixé.

Le point de déclenchement des disjoncteurs de protection de circuits thermiques varie selon le courant de surcharge présent. Comme l'indiquent les caractéristiques, le disjoncteur se déclenche d'autant plus vite que la surcharge augmente. La fonction de protection par bilame réagi une température de déclenchement définie. Pour un courant de surcharge relativement faible, cela dure d'autant plus longtemps, jusqu'à ce que la charge raccordée soit isolée du secteur

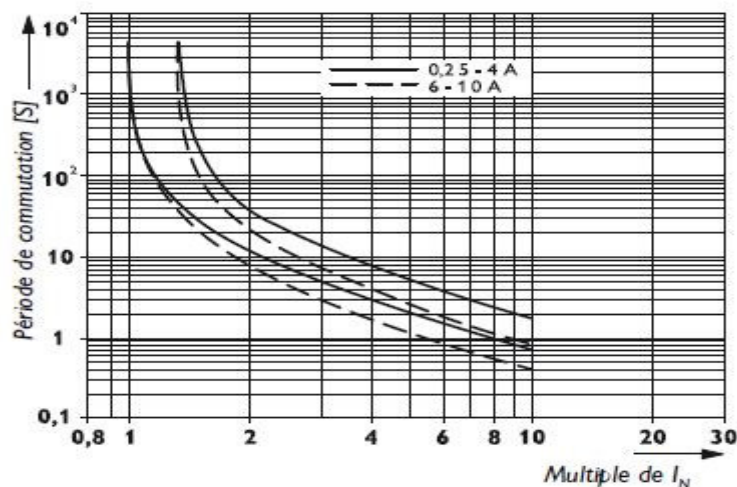


Figure III.13: Courbe de déclenchement

III-7-4-4- Disjoncteur Électronique [27]

Les disjoncteurs de protection de circuits électroniques disposent d'une limitation de courant active. La planification quasi complète d'une alimentation en courant continu est ainsi possible. De plus, la limitation de courant active permet des lignes plus longues entre l'alimentation et la charge. En cas de court-circuit, ces disjoncteurs se déclenchent dans un délai d'environ 100 à 800 millisecondes. Cela évite d'interrompre la tension de sortie sur le bloc d'alimentation. À l'aide d'un capteur intégré, le courant présent est mesuré en permanence et coupé dans l'espace de quelques millisecondes en cas de courant de surcharge ou de court-circuit.

Les disjoncteurs de protection de circuits électroniques se déclenchent dans l'espace de quelques millisecondes en cas de court-circuit. Le courant présent est alors limité à un facteur de 1,25. Même en cas de résistance de ligne élevée, les disjoncteurs coupent le circuit très

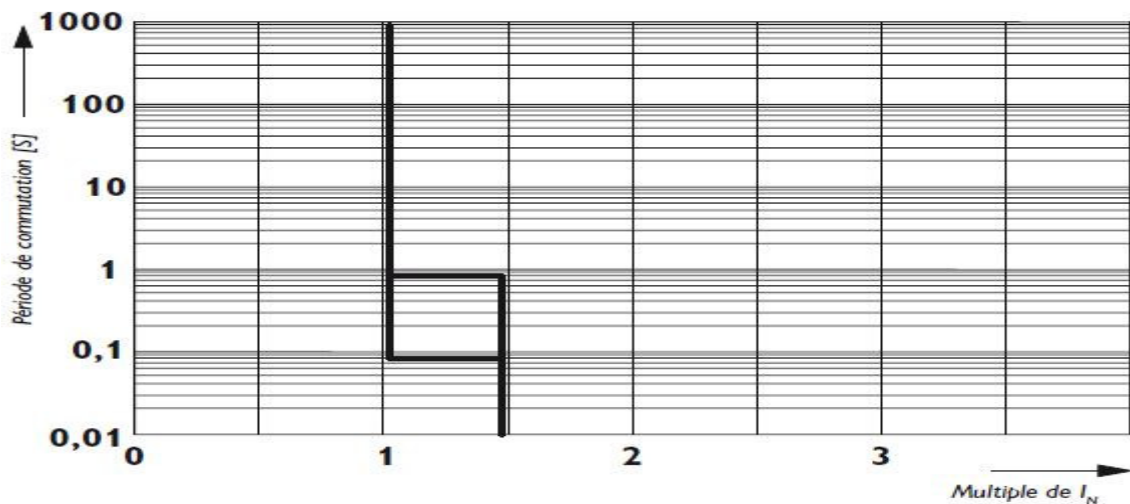


Figure III.14: Courbe de déclenchement de disjoncteur électronique

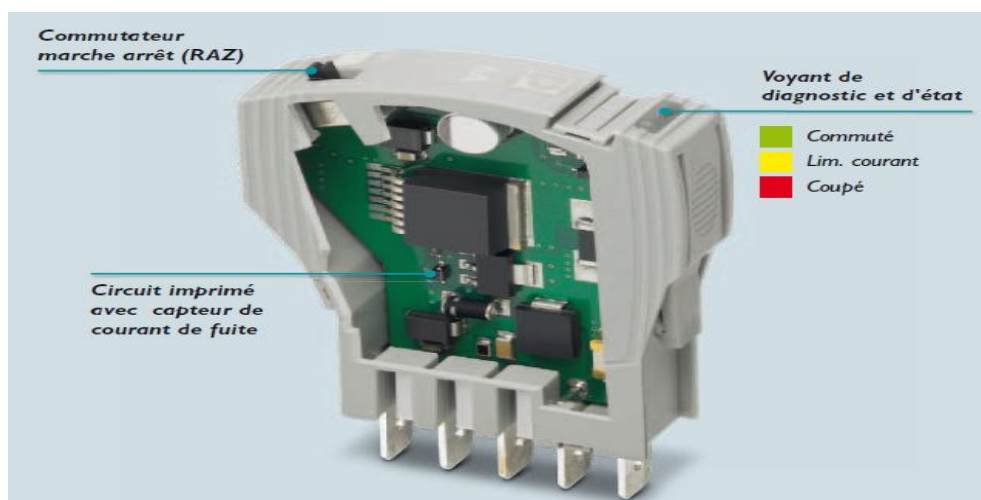


Figure III.15: Disjoncteur électronique

III-7-5- Disjoncteur Différentiel [17], [24]

Un disjoncteur différentiel est un interrupteur différentiel réalisant également une protection en courant de court-circuit (surcharge).

Le principe d'un dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) est de comparer les intensités sur les différents conducteurs qui le traversent.

Dans une installation normale, le courant électrique qui arrive par un conducteur doit ressortir par un autre. Dans une installation monophasée, si le courant dans le conducteur de phase au départ d'un circuit électrique est différent de celui du conducteur neutre, c'est qu'il y a une fuite. La différence d'intensité du courant à laquelle réagit un disjoncteur est appelée la "sensibilité différentielle du disjoncteur" (obligatoirement 30 mA sur les circuits terminaux domestiques)

III-7-5-1- Différence entre un disjoncteur et un interrupteur différentiels [17]

Le disjoncteur et l'interrupteur différentiels à haute sensibilité sont des appareils de protection aux fonctions similaires à la différence que l'interrupteur différentiel n'est pas prévu pour détecter les courts-circuits et les surcharges. Idéalement, chaque circuit devrait être protégé par un disjoncteur différentiel, qui assure toutes les fonctions de protection. Cette solution nécessiterait beaucoup d'espace dans le tableau (deux modules par appareil) et serait très onéreuse. C'est pourquoi on regroupe plusieurs circuits sous un interrupteur différentiel, ce qui permet de se conformer à la norme NF C 15-100 (qui exige la protection différentielle à haute sensibilité pour certains circuits). Regrouper plusieurs circuits, eux-mêmes protégés par des disjoncteurs divisionnaires, sous un disjoncteur différentiel serait inutile et ferait double emploi.

III-7-5-2- Type de disjoncteur différentiel [28]

Tableau III.5: Types de disjoncteurs différentiels

Type de différentiel	Fonctionnement	Utilisation
AC	Pour des courants alternatifs sinusoïdaux appliqués brusquement ou en augmentation lente.	Toute utilisation standard, variateurs de lumière à triac compris
A	Pour des courants alternatifs sinusoïdaux et courants continus pulsés, appliqués brusquement ou en augmentation lente.	En plus l'utilisation standard, tous les appareils générant des courants redressés. Obligatoire pour les circuits spécialisés plaques de cuisson et lave-linge
B	Pour des courants alternatifs sinusoïdaux et courants continus pulsés ou courants différentiels continus lisses, appliqués brusquement ou en augmentation lente.	En plus des autres utilisations, toute installation générant des courants continus.
Si	Egalement connu sous le type Hpi. Bénéficie d'une immunisation supplémentaire contre la petite variation et déclenchement intempestifs	

III-7-6- Parafoudre

Le parafoudre est un équipement de protection d'une installation électrique. En cas de surintensité due à la foudre (un « coup de foudre »), il joue un rôle primordial en évacuant le courant vers la terre. Le parafoudre permet ainsi de ne pas propager la surintensité dans l'installation électrique qui pourrait, sinon, être endommagée [29].

Les parafoudres sont répertoriés selon leur capacité d'écoulement du courant de choc et leur effet de Protection et sont :

- **Parafoudre type 1**

Pour la protection des installations et appareils contre les influences des coups de foudre directs ou proches (mise en œuvre aux passages des zones de protection).

- **Parafoudres type 2**

Pour la protection des installations, des appareils et des appareils terminaux contre les coups de foudre éloignés, les surtensions dues à des commutations et les décharges électrostatiques (mise en œuvre aux passages des zones de protection).

- **Parafoudre de type 1 combiné**

Pour la protection des installations, des appareils et des appareils terminaux contre les influences des coups de foudre directs ou proches (mise en œuvre aux passages des zones de protection).

III-7-7- Section de raccordement [30]

Les conducteurs de terre des parafoudres doivent avoir une section minimal de 4 mm^2 en cuivre, et de 10 mm^2 en présence de paratonnerre selon la norme NF C15 100.

En pratique la même section est retenue pour les conducteurs de connexion de réseau.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait une illustration des différents critères utilisés pour réaliser la protection d'une installation électrique contre les surintensités et les surtensions. La notion de protection contre les contacts directs et indirects a été développée avec les différents équipements utiles.

Chapitre IV

**Etablissement d'un cahier de
charge de l'hôtel**

Introduction

Dans ce chapitre et en premier lieu, nous donnons une description du projet à réaliser et qui consiste en la distribution électrique (courants forts) d'un hôtel balnéothérapie du village touristique Russicapark à Skikda. En deuxième lieu nous abordons le calcul de puissance, le dimensionnement des équipements et les schémas électriques utiles.

IV-1- Description du projet

Le projet consiste en la réalisation de l'installation électrique d'un hôtel balnéothérapie, il est composé d'un sous sol, un rez de chaussée, huit étages plus la terrasse.

1- Le sous sol

Il est composé de :

Local	Surface
• Lavage-Triage-Séchage	32,5572 m ² +21,3020 m ²
• Bureau gouvernante	07,2179 m ²
• Repassage	34,3865 m ²
• Stockage-linge	19,2300 m ²
• Chambre froide	18,6711 m ² + 7,8214 m ² + 8,6504 m ² +10,1348 m ²
• Réfectoire+self	83,0095 m ²
• Vestiaire	43.5111 m ² +43.5111 m ²
• Local de déchets	13,7100 m ²
• Escalier de service	10,9931 m ² + 19,1133 m ² +21,3305 m ² +12,0520 m ²
• Laboratoire pâtisserie	44,4995 m ²
• Stockage	20,0820 m ²
• Salle de repos homme+femme	14,6512 m ² +12,7833 m ²
• Local uniforme	14,6572 m ²
• Local ascenseur	8,1374 m ²
• Local technique	6,3528 m ² +21,0073 m ²
• Scanner	19,1805 m ²
• Contrôle et pesées	12,1805 m ²
• Stockage sec	17,2101 m ²
• Local de sécurité	18,0196 m ²
• Local de poubelles	11,1721 m ²
• Déboitage	11,0002 m ²
• Stockage bouteilles	11,4433 m ²
• Economat	6,8201 m ²
• Bureau technicien	25,7905 m ² +25,7905 m ²
• Sanitaire handicapés	17,5650 m ² +17,56650 m ²

• Dépôt salle de conférence	60,5785 m ²
• Bar+ Stockage bar	275,656 m ² +12,1444 m ²
• Bâche à eau	120m ²
• local TR	13.485m ²
• Local GE	12.95m ²
• Local TGBT	12m ²
• Salle de conférence 140 places	356.2112m ²
• Arrière scène SC	34.38m ²
• Salle de commissions	86.9675m ²
• cours angulaire	104.7983m ²
• Fumoir	143.5347m ²
• Circulation	41.5053m ² +48.2267m ² +50.7927m ²

Surface total du sous sol = 2354,9m²

2- Rez de chaussée

Il est composé de :

• Chambres froides	6,0755 m ² +5,9879 m ² +5,1763 m ² +5,3034 m ² +5,3921 m ² +5,3637 m ² +12,1558 m ²
• Salle de préparation légumes	18,4652 m ²
• Salle de préparation viandes	17,2776 m ²
• Salle de préparation poissons	18,1147 m ²
• Dressage+cuisine chaude	54,3133 m ²
• Bureau de chef	11,0464 m ²
• Cafeteria	10,9621 m ²
• Restaurant	215,2023 m ²
• Local poubelles	12,6242 m ²
• Escaliers	12,2601m ² +17,1188 m ² +3,2601 m ²
• Local gaine	9,4758 m ²
• Cuisine froide	33,0489 m ²
• Laverie, batterie cuise vaisselle	28,9342 m ²
• Bureaux	12,1248 m ² +12,8849 m ² +12,6829 m ² +11,6444 m ² +12,2454 m ² +12,5366 m ² +12,2301 m ² +12,0451 m ²
• Salle informatique	12,5869 m ²
• Salle de prière	11,0211 m ²
• Cafeteria + Dépôt cafeteria	13,7978 m ² +4,7978 m ²
• Réception	19,6068 m ² +11,4383 m ²
• Administration	155,0601 m ²
• Dégagement	132,2932 m ²
• Local technique	6,3095 m ²

• Accès technique	6,5598 m ²
• Sanitaires handicapés	18,8140 m ² +18,8140 m ²
• Hall	78,8556 m ²
• Salle de scanner	41,8627 m ²
• Accès hôtel	53,7533 m ²
• Espace	13,3016 m ²
• Circulations	42,3413 m ² +37,5582 m ²
• Salle au hall	120,6843 m ²
• Cours angulaire	152,4752 m ²
• Double hauteur salle de conférence	164,2066 m ²
• Double hauteur salle de conférence	165,4649 m ²
• Vide sur fumoir	81,0986 m ²
• Vide au bureau	85,1519 m ²
• L'entrée à l'hôtel	352,5106 m ²
• La cours	218,5253 m ²
• Parking	128,0775 m ²

Surface total du RDC = 2752,857m²

3- Le 1^{er} étage

Il est composé de :

Local	Surface
• Bassin	33.2324m ² ×2
• Douche à jet	10.0516m ² ×2
• Chambre froide	5.6188m ² ×2
• Hammam	6.1634m ² ×2
• Sauna	3.5248m ² ×2
• Sas	3.2993m ² ×2
• Salle Hydro massage	6.4376m ² ×2
• Douche à affusion	7.3208m ² ×2
• Salle de massage	7.8413m ² ×2
• Local technique	6.1453m ² +11.3088m ²
• Local gaine	9.1045m ²
• Cage d'escaliers	17.8312m ²
• Salle de sport	28,5194m ² ×2
• Vestiaires	17.1135m ² ×2
• Salle anticellulite	11.5044m ² ×2
• Salle de presso thérapie	12.1966m ² ×2
• Salle soins de la peau	9.6173m ² ×2
• Barbier	8.9428m ²

• Bureau de manager	11.8771m ²
• Salon de coiffure	19,2386m ²
• Escaliers vers étages	22.6414m ²
• Circulations	12.5920m ² +24.1338m ² +13,9596m ² +36,65m ² +37,2m ² +17,5m ² +42,6m ² +15,44m ² +23,7m ²
• Ferronnerie	204,04m ² ×2
• Terrasse végétale	554,46m ²
• Terrasse	712,8m ²
• Escaliers	10,92m ²
• Hall	36,5m ²

Surface total du 1^{er} étage = 2339,35m²

4- 2^{ème} étage au 7^{ème} étage (hébergement)

Chaque étage est composé de 18 chambres plus la suite et l'espace commun

Chambres : 33,59m²×18 = 604,62m²

• Chambre	21,42m ²
• SDB	4,8m ²
• Terrasse	7,37m ²

La suite = 65.72m²

• Chambre	27,47m ²
• Séjour	22,82m ²
• WC+SDB	1,74m ² +6,32m ²
• Terrasse	7,37m ²

Espace commun = 195,84m²

• Cage d'escaliers	18,9m ² +19,25m ²
• Espace ascenseur	6,45m ²
• Local gaine	7,10m ²
• Local entretien	11,6m ²
• Circulation	96,54m ²

Surface total d'un étage = 604,62+65,72+195,84 = 866,18m²

5- Description de la Terrasse

Elle est composé de :

• Local gaine	5,75 m ²
• Escaliers	20,07 m ² +17,98 m ²

Surface total de la terrasse = $854,57m^2$

IV-2- Bilan de puissance

IV-2-1- Bilan de puissance global de l'hôtel

Le **tableau IV.1** donné sur la page suivante présente un bilan de puissance global de l'hôtel, pour pouvoir établir ce bilan de puissance on était obligé de faire plusieurs calculs et plusieurs bilans de puissance unitaire donné sur les annexes pour chaque tableau de distribution dans notre hôtel.

Tableau IV.1 : Bilan de puissance global de l'hôtel

Utilisation	Pcons (kW)	Qtt	Pcons Total	Ks 2eme Niveau	Pcons 2è niveau (Kw)	Ks 3eme Niveau	Identification du bloc	Pcons 3è niveau(kw)	
Armoire S-Sol									
TD S conférence	7.4	1.0	7.4	0.7	66.11	0.6	SERVICES	529.751944	
TD Lavage triage se	13.0	1.0	13.0						
TD locaux	5.7	1.0	5.7						
TD salle de dinner	4.7	1.0	4.7						
TD Bar+Stokage bar	16.9	1.0	16.9						
TD Refectoire+self	8.7	1.0	8.7						
TD pâtisserie scar	10.5	1.0	10.5						
TD sanitaires	23.2	1.0	23.2						
TD S commission	4.3	1.0	4.3						
Armoire RDC									
TD Breaux	5.5	1.0	5.5	0.7	54.20	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD RCP	10.6	1.0	10.6						
TD LOCAL TECH	1.7	1.0	1.7						
TD ACC	8.2	1.0	8.2						
TD LOCAL GAIN	18.2	1.0	18.2						
TD LOCAL RST	33.3	1.0	33.3						
Armoire ADE 01									
TD L.GNE H	4.1	1.0	4.1	0.7	23.73	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD L.GNE B	4.1	1.0	4.1						
TD COR	6.5	1.0	6.5						
TD S SPORT H	2.3	1.0	2.3						
TD S SPORT B	2.3	1.0	2.3						
TD S SOIN H	4.5	1.0	4.5						
TD S SOIN B	4.5	1.0	4.5						
TD DETD H	2.9	1.0	2.9						
TD DETD B	2.9	1.0	2.9						
Armoire ADE 02									
TD Chambre	1.8	18.0	32.2	0.6	24.40	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD Suite	2.6	1.0	2.6						
Espace commun			5.9						
Armoire ADE 03									
TD Chambre	1.8	18.0	32.2	0.6	24.40	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD Suite	2.6	1.0	2.6						
Espace commun			5.9						
Armoire ADE 04									
TD Chambre	1.8	18.0	32.2	0.6	24.40	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD Suite	2.6	1.0	2.6						
Espace commun			5.9						
Armoire ADE 05									
TD Chambre	1.8	18.0	32.2	0.6	24.40	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD Suite	2.6	1.0	2.6						
Espace commun			5.9						
Armoire ADE 06									
TD Chambre	1.8	18.0	32.2	0.6	24.40	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD Suite	2.6	1.0	2.6						
Espace commun			5.9						
Armoire ADE 07									
TD Chambre	1.8	18.0	32.2	0.6	24.40	0.6	HEBERGEMENT	529.751944	
TD Suite	2.6	1.0	2.6						
Espace commun			5.9						
Armoire ADE 08									
TERASSE						28.01			
Armoires									
Utilisation	Pinst (kW)	Qtt	Pi(Kw)	Ku	Pu	Ks 2eme	Pu 2è(Kw)		
ASCENSSEUR	8.0	4.0	32.0	0.8	25.6	0.8	20.48	AUTRES	
ARMOIRE POMPES	40.0	2.0	80.0	0.8	64.0	0.5	32.00		
BACHE A EAU	5.0	1.0	5.0	0.8	4.0	0.7	2.80		
CLIM	286.0	2.0	572.0	1.0	572.0	0.85	486.20		
COURANT FAIBLE	20.0	1.0	20.0	0.8	16.0	0.5	8.00		
ECLAIRAGE EXTERIE	20.0	1.0	20.0	1.0	20.0	0.75	15.00		
Cosψ moyen								0.86	
Puissance totale consommée en KVA								616.0	
Facteur d'erreur d'estimation								1.2	
Sa (kVA)								739.2	

- **Choix du transformateur**

Pour choisir le transformateur qui va y assurer la puissance total d'installation de l'hotel on s'intéresse au bilan de puissance global, donc d'après ce bilan de puissance la puissance apparente est de $S_a = 616 \text{ kVA}$.

Après avoir multiplier par le facteur d'extension de transformateur $K_e = 1.2$

$$S_a = 616 \times 1.2 = 739.2 \text{ kVA}$$

La puissance apparente normalisé du transformateur triphasé sera prise a 800 kVA et l'intensité nomilae est $I_n = 1127 \text{ A}$.

IV-3- Les schémas électriques

Pour les schémas électriques de l'hôtel on s'intéresse seulement a la partie d'hébergement, et nous avons réalisés les schémas suivants :

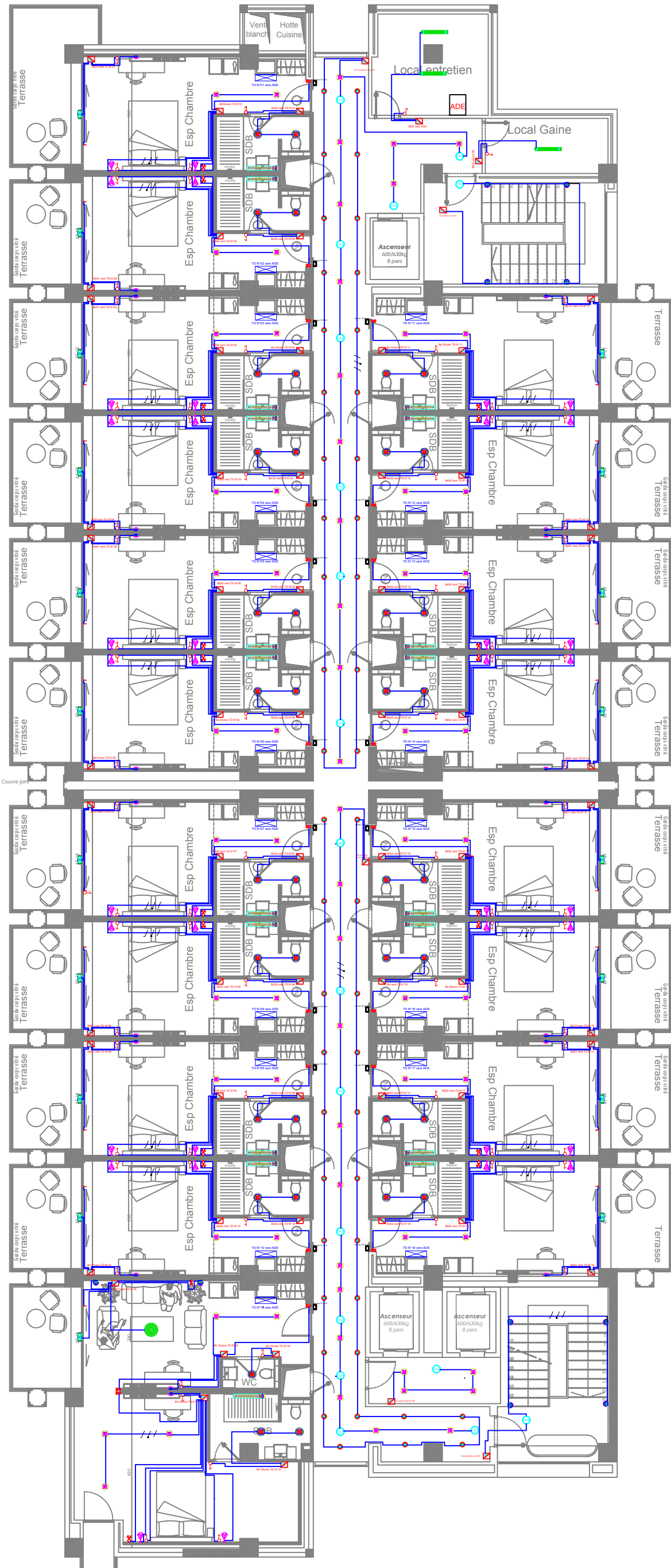
1- Circuit éclairage

2- Circuit prise





















3- Chemin de câbles

4- Les schémas unifilaires des tableaux de distribution (chambre et suite) et l'armoire de distribution d'un étage.

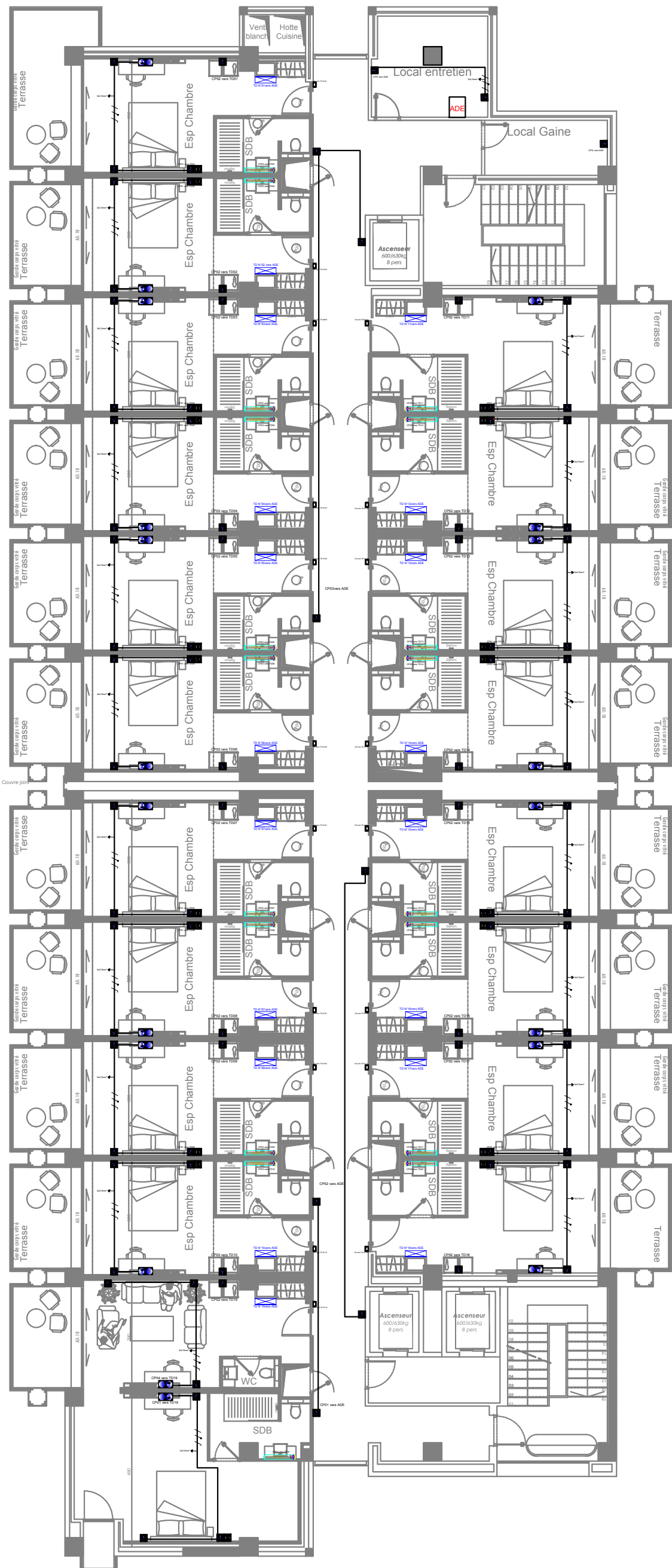
CIRCUIT ECLAIRAGE DE 2 AU 7ème ETAGE



Legende

-  Suspension "lustre"
-  Applique murale tête de lait
-  Tableau de distribution de chambre
-  Applique murale demi-lune
-  Applique murale décorative
-  Spot LED décorative 6 Watts
-  Spot LED décorative 12 Watts étanche
-  Hublot étanche
-  Applique SDB
-  Luminaire anti choc 2x36 Watts
-  Interrupteur S.A
-  Interrupteur V.V
-  Interrupteur D.A
-  Boîte de dérivation apparente 150x100mm
-  Spot LED décorative 3 Watts
-  Cable 3x 1.5mm²
-  Lecteur de bage
-  Detecteur de mouvement
-  Phase-neutre -terre
-  Aremoire de distribution d'etage

CIRCUIT PRISE DE 2 AU 7ème ETAGE



LEGENDE	
	Applique SDB
	Kit de (Prise 2P+T +Prise TV)
	Prise 2P+T
	Tableau de distribution de chambre
	Lecture de bage
	Phase - Neutre - Terre
	Cable 3x 2.5mm²

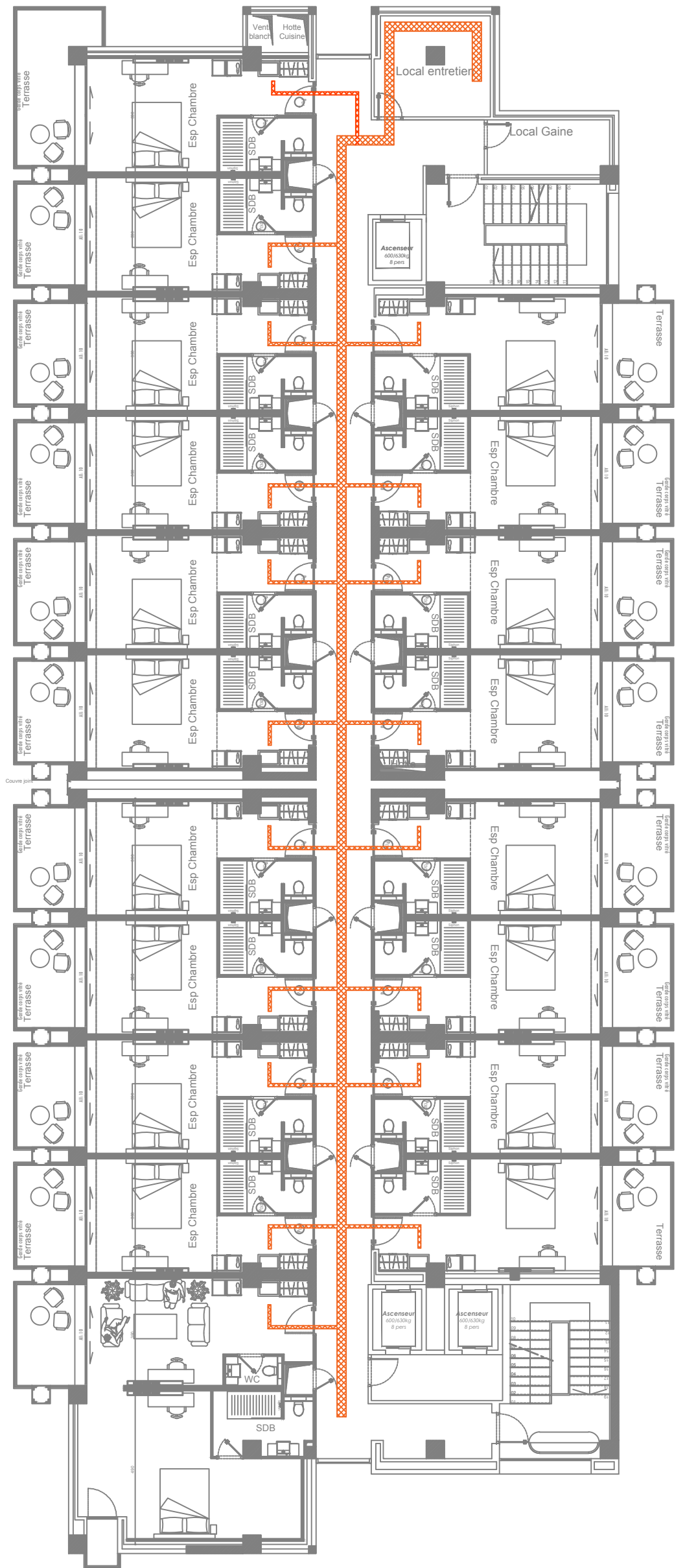
Légende



Chemin de cable 300x54mm

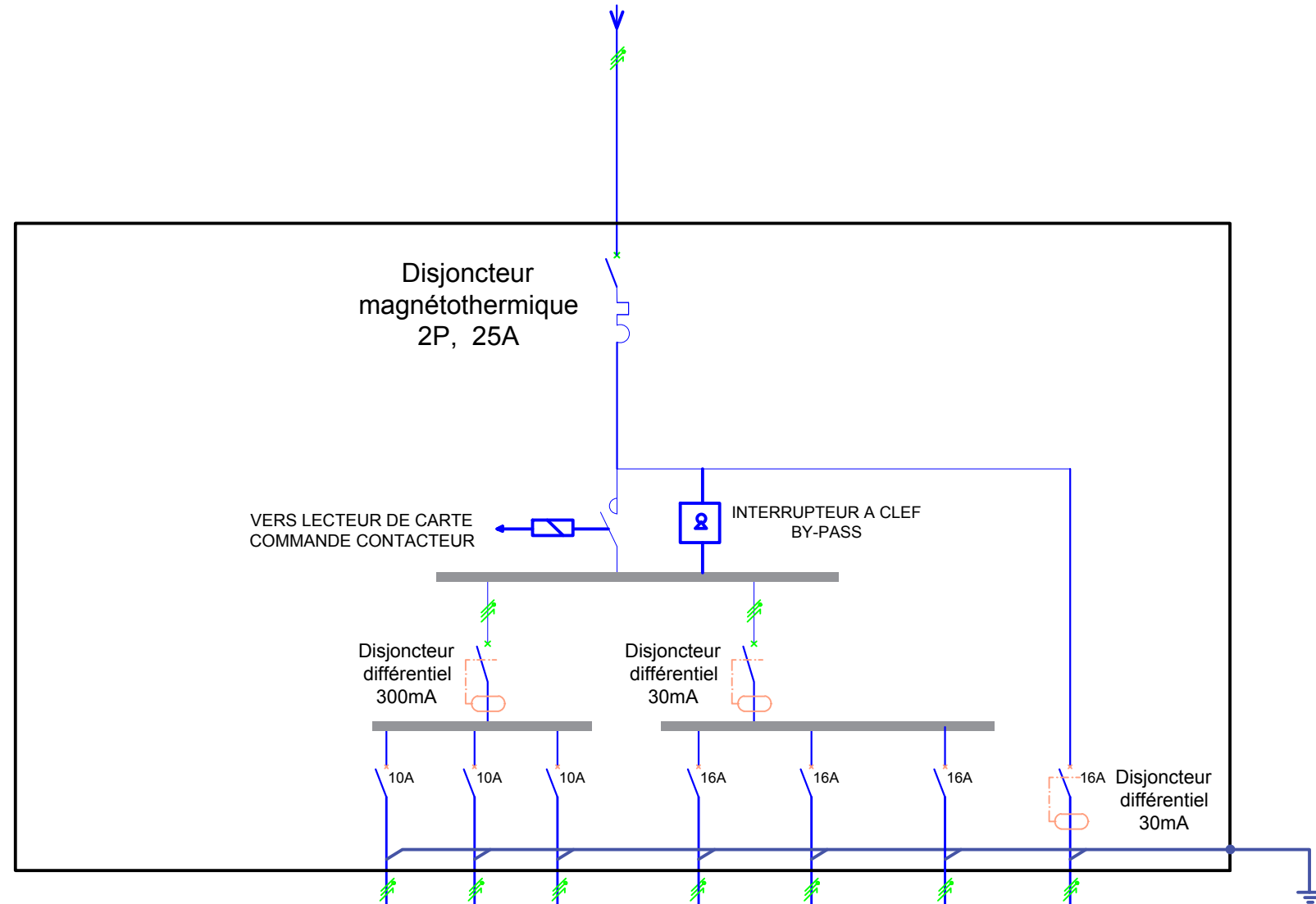


Chemin de cable 100x54mm



SCHEMA UNIFILAIRE TABLEAU CHAMBRE

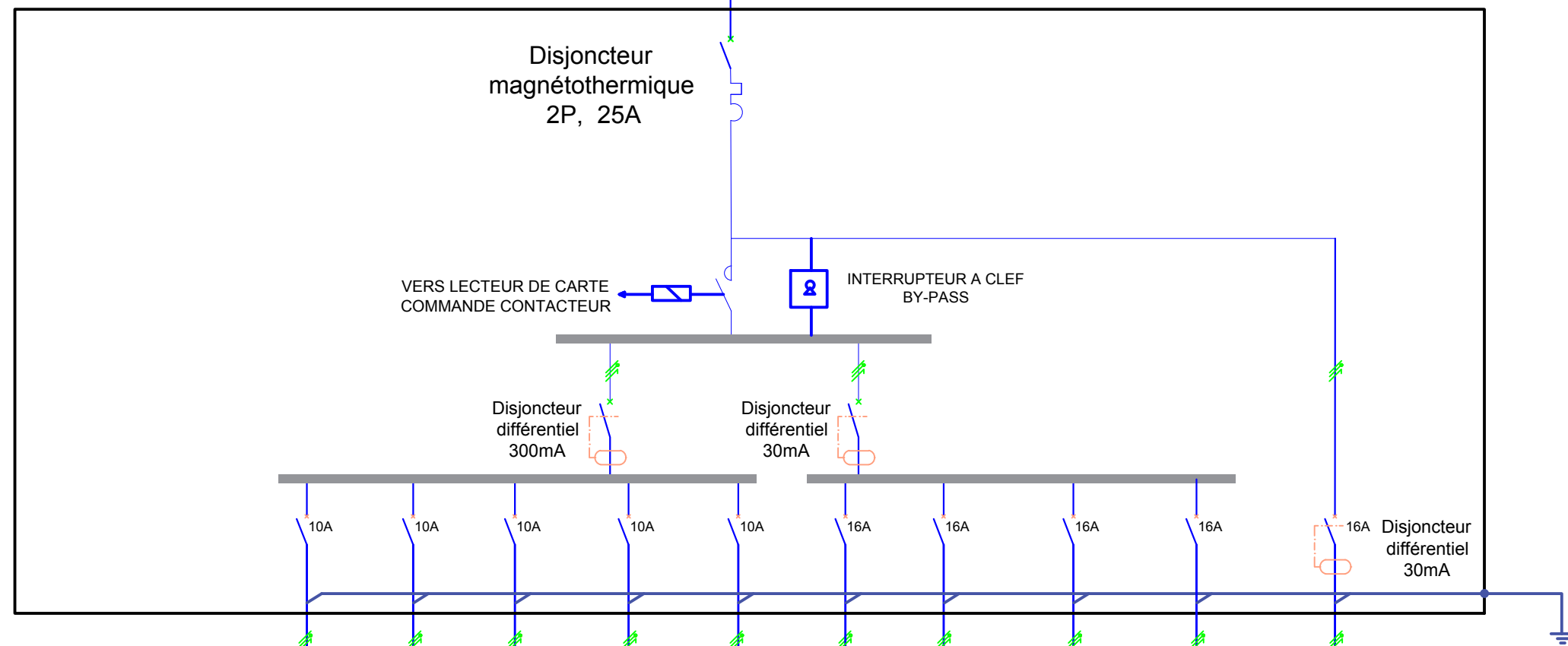
CABLE U1000R02V 3x10mm² DEPUIS ARMOIRE DISTRIBUTION ETAGE



NUMERO DE DEPART	1	2	3	4	5	6	7
CALIBRE (A)	2x10	2x10	2x10	2x16	2x16	2x16	2x16
SENSIBILITE (mA)	—	—	—	—	—	—	30
CONDUCTEUR (mm ²)	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5
PUISSANCE (W)	72	180	72	2400	600	500	600
REPERE CIRCUIT	BD01	BD02	BD03	CP01	CP03	CP04	CP02
UTILISATION	ECLAIRAGE			PRISES DE COURANT		LA CLIM	PRISES DE REFRIGER.

SCHEMA UNIFILAIRE TABLEAU SUITE

CABLE U1000R02V 3x10mm² DEPUIS ARMOIRE DISTRIBUTION ETAGE

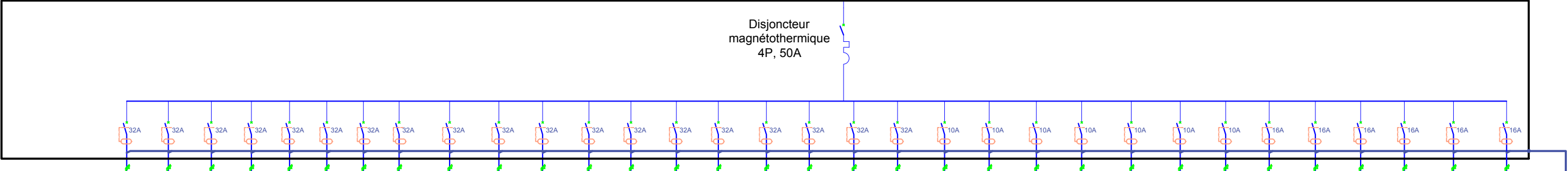


NUMERO DE DEPART	1	2	3	4	5	6	7	8	11	11
CALIBRE (A)	2x10	2x10	2x10	2x10	2x10	2x16	2x16	2x16	2x16	2x16
SENSIBILITE (mA)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30
CONDUCTEUR (mm ²)	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5
PUISSANCE (W)	72	15	12	51	24	2400	600	2400	500	600
REPERE CIRCUIT	BD01	BD02	BD03	BD04	BD05	CP01	CP03	CP04	CP05	CP02
UTILISATION	ECLAIRAGE					PRISES DE COURANT			LA CLIM	PRISES DE REFRIGER.

SCHEMA UNIFILAIRE ARMOIRE DISTRIBUTION ETAGE

CABLE U1000R02V 3x25mm² DEPUIS TGBT

Disjoncteur
magnétothermique
4P, 50A



NUMERO DE DEPART	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31
CALIBRE (A)	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x32	2x10	2x10	2x10	2x10	2x10	2x10	2x10	2x10	2x16	2x16	2x16	2x16	2x16	2x16
SENSIBILITE (mA)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	30	30	30	30	30	30	
CONDUCTEUR (mm ²)	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x10	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x1.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5	3x2.5
PUISSANCE (W)	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	1786	2598	36	72	48	48	144	147	24	1200	1200	1800	600	1200	2500	
REPÈRE CIRCUIT	TD 01	TD 02	TD 03	TD 04	TD 05	TD 06	TD 07	TD 08	TD 09	TD 10	TD 11	TD 12	TD 13	TD 14	TD 15	TD 16	TD 17	TD 18	TD 19	BDG	BDE	BD ESCALIER 01	BD ESCALIER 02	BD CIRCUL... 01	BD CIRCUL... 02	BD SALLE ASC...	CP 01	CP 02	CP 03	CPG	CPE	CP04
UTILISATION	TABLEAUX DE CHAMBRES																		TABLEAU DE SUITE	ECLAIRAGE CIRCULATION					PRISES DE COURANT CIRCULATION				LA CLIM			

IV-4- Dimensionnement de la section du câble d'armoire de sous-sol

1- Calcul de courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans le s-sol donné sur le bilan de puissance.

U_n : La tension composée = 400 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{66.11 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 111.08A$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 125 A$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1. K2. K3}$$

- **Choix de K1 :**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le **tableau II.7**

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de K2 :**

$$K2 = K2' \times K2''$$

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

Selon le **tableau II.8**

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, on applique un facteur de correction $K2''$

$K2'' = 0.73$ Car les câbles sont disposés en 3 couches.

Donc $K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est $25^{\circ}C$

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

Donc $K3 = 1.07$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{125}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 233.96 A$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur est :

$$S = 120mm^2$$

6- Vérification de choix de section

- **Calcul de la chute de tension**

La chute de tension sur une canalisation est calculée par la formule

$$\Delta_v = b \left(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) \times I_B$$

Δ_v : Chute de tension, en volt

$$b = 1$$

$$\rho_1 = 1.25 \times 0.0225 \Omega \cdot m / mm^2.$$

L: Longueur de la canalisation, est égale : $L = 30m$

S: Section des conducteurs, est égale à $16mm^2$.

$\cos \varphi$: Facteur de puissance; en l'absence d'indication précise on peut prendre $\cos \varphi = 0.8$ ($\sin \varphi = 0.6$).

I_B : Courant maximal d'emploi, est égal : $I_B = 111.08A$

λ : Réactance linéique des conducteurs, en Ω/m .est égal : $\lambda = 0.08 \times 10^{-3} \Omega/m$

$\frac{\Delta V}{U_n}$: Pour les circuits triphasés alimentés entre phases (dans ce cas ΔV représente une chute de tension entre phases).

U_n : Tension composée nominale est égal : $U_n = 400 V$

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{30}{120} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 30 \times 0.6) \times 111.08$$

$$\Delta_v = 0.78 V$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = \frac{0.78}{\sqrt{3} \times 400} \%$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = 0.0011\% < 5\%$$

Donc le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

IV-5-Dimensionnement de la section du câble d'armoire du Rez de chaussée

1- Calcul du courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans le RDC donné sur le bilan de puissance.

U_n : La tension composée = 400 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{54.20 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 91.07 A$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 100 A$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1. K2. K3}$$

- **Choix de $K1$:**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le **tableau II.7**

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de $K2$:**

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

$$K2 = K2' \times K2''$$

Selon le **tableau II.8**

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches on applique un facteur de correction $K2''$

$$K2'' = 0.73 \text{ Car les câbles sont disposés en 3 couches.}$$

$$\text{Donc } K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est $25^{\circ}C$

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

$$\text{Donc } K3 = 1.07$$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{100}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 187.17 \text{ A}$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur en cuivre est :

$$S = 95 \text{ mm}^2$$

6- Vérification de choix de section

- **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{60}{95} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 60 \times 0.6) \times 91.07$$

$$\Delta_v = 1.55 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = \frac{1.93}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = 0.0027\% < 5\%$$

Donc le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

IV-6- Dimensionnement de la section du câble d'armoire 1^{er} étage

1- Calcul du courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans 1^{er} étage donné sur le bilan de puissance.

U : La tension composée = 400 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{23.93 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 40.21 \text{ A}$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 50 \text{ A}$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1.K2.K3}$$

- **Choix de $K1$:**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le **tableau II.7**

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de $K2$:**

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

$$K2 = K2' \times K2''$$

Selon le **tableau II.8**

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches on applique un facteur de correction $K2''$

$$K2'' = 0.73 \text{ Car les câbles sont disposés en 3 couches.}$$

$$\text{Donc } K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est $25^{\circ}C$

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

$$\text{Donc } K3 = 1.07$$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{50}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 93.58 \text{ A}$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur en cuivre est :

$$S = 25\text{mm}^2$$

6- Vérification de choix de section

- **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{75}{25} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 75 \times 0.6) \times 40.21$$

$$\Delta_v = 2.86 \text{ V}$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = \frac{2.86}{\sqrt{3} \times 400} \%$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = 0.0041\% < 5\%$$

Donc le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

IV-7- Dimensionnement de la section du câble d'armoire de distribution étage (Hébergement)

1- Calcul du courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans un étage d'hébergement donné sur le bilan de puissance.

U_n : La tension composée = 400 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{24.4 \times 10^3}{400 \times \sqrt{3} \times 0.86} = 40.95 \text{ A}$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 50 \text{ A}$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1. K2. K3}$$

- **Choix de $K1$:**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le tableau II.7

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de $K2$:**

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

$$K2 = K2' \times K2''$$

Selon le tableau II.8

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches on applique un facteur de correction $K2''$

$K2'' = 0.73$ Car les câbles sont disposés en 3 couches.

Donc $K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est $25^\circ C$

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

Donc $K3 = 1.07$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{50}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 93.58 A$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur en cuivre est :

$S = 25mm^2$ En cuivre

6- Vérification du choix de la section

- **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{100}{25} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 100 \times 0.6) \times 40.95$$

$$\Delta_v = 3.88 V$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = \frac{3.88}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = 0.0056\%$$

$0.0097\% < 5\%$ Le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

IV-8- Dimensionnement de la section du câble d'armoire de la terrasse

1- Calcul du courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans la terrasse donnée sur le bilan de puissance.

U_n : La tension composée = 400 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{28.01 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400 \times 0.86} = 47.066 \text{ A}$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 50 \text{ A}$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1. K2. K3}$$

- **Choix de $K1$:**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le **tableau II.7**

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de $K2$:**

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

$$K2 = K2' \times K2''$$

Selon le **tableau II.8**

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches on applique un facteur de correction $K2''$

$K2'' = 0.73$ Car les câbles sont disposés en 3 couches.

Donc $K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est 25°C

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

Donc $K3 = 1.07$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{50}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 93.58 \text{ A}$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur en cuivre est :

$$S = 25\text{mm}^2$$

6-Vérification de choix de section

- **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{150}{25} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 133 \times 0.6) \times 47.066$$

$$\Delta_v = 6.69$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = \frac{6.69}{\sqrt{3} \times 400}$$

$$\frac{\Delta_v}{\sqrt{3}U_n} = 0.0096\% < 5\%$$

Donc le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

IV-9- Dimensionnement de la section du câble d'armoire ADE vers le TD de la chambre N°01

1- Calcul du courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans la terrasse donnée sur le bilan de puissance.

V_n : La tension simple = 230 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{1.8 \times 10^3}{230 \times 0.86} = 9.1 \text{ A}$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 25 \text{ A}$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1. K2. K3}$$

- **Choix de $K1$:**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le **tableau II.7**

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de $K2$:**

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

$$K2 = K2' \times K2''$$

Selon le **tableau II.8**

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches on applique un facteur de correction $K2''$

$K2'' = 0.73$ Car les câbles sont disposés en 3 couches.

Donc $K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est $25^\circ C$

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

Donc $K3 = 1.07$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{25}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 46.79 A$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur en cuivre est :

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

6- Vérification de choix de section

- **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{8}{10} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 8 \times 0.6) \times 9.1$$

$$\Delta_v = 0.16 V$$

$$\frac{\Delta_v}{V_n} = \frac{0.16}{230}$$

$$\frac{\Delta_v}{V_n} = 7.27 \times 10^{-4} \% < 5\%$$

Donc le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

IV-10- Dimensionnement de la section du câble d'armoire ADE vers le TD de la suite

1- Calcul du courant d'emploi

$$I_e = P_{cons} / (U_n \sqrt{3} \times \cos \varphi)$$

P_{cons} : La valeur de la puissance consommée dans la terrasse donnée sur le bilan de puissance.

V_n : La tension simple = 230 V

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen = 0.86

$$I_e = \frac{2.598 \times 10^3}{230 \times 0.86} = 13.13 \text{ A}$$

2- Déterminer l'intensité I_n assignée du dispositif de protection

L'intensité normalisée est : $I_n = 25 \text{ A}$

3- Choix du courant admissible I_z

$I_z = I_n$ (Le câble est protégé par un disjoncteur)

4- Calculer le nouveau courant admissible corrigé $I'z$

$$I'z = \frac{I_z}{K1. K2. K3}$$

- **Choix de $K1$:**

Le mode pose choisit est le chemin de câble qui nous conduit à choisir la lettre C

Selon le **tableau II.7**

Donc $K1 = 0.95$

- **Choix de $K2$:**

La disposition des câbles jointifs permet de choisir $K2'$: simple couche sur les murs ou sur les planchers ou tablettes non perfores.

$$K2 = K2' \times K2''$$

Selon le **tableau II.8**

$$K2' = 0.72$$

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches on applique un facteur de correction $K2''$

$K2'' = 0.73$ Car les câbles sont disposés en 3 couches.

Donc $K2 = 0.72 \times 0.73 = 0.5256$

- **Choix de $K3$:**

On choisit ce facteur en fonction de la température et la nature de l'isolant

La température est $25^\circ C$

La nature de l'isolant est de PVC

Selon le **tableau II.9**

Donc $K3 = 1.07$

Calcul de $I'z$

$$I'z = \frac{Iz}{K1.K2.K3} = \frac{25}{0.95 \times 0.5256 \times 1.07} = 46.79 A$$

5- Déterminer la section minimale S des conducteurs

Selon le **tableau II.10** la section minimale du conducteur en cuivre est :

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

6- Vérification de choix de section

- **Calcul de la chute de tension**

$$\Delta_v = 1(1.25 \times 0.0225 \frac{46}{10} 0.8 + 0.08 \times 10^{-3} 46 \times 0.6) \times 13.13$$

$$\Delta_v = 1.38 V$$

$$\frac{\Delta_v}{V_n} = \frac{1.38}{230}$$

$$\frac{\Delta_v}{V_n} = 0.006\%$$

$0.006\% < 5\%$ Le choix est vérifié par rapport à la chute de tension

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons établi un cahier de charge de l'hôtel faisant un bilan de puissance global et on donnant les schémas électriques utiles pour notre projet a la fin on a effectué un dimensionnement de la section des câbles.

Conclusion générale

Dans ce présent travail, nous avons réalisé l'étude et le dimensionnement des installations électriques pour un hôtel, ceci nous a permis de découvrir l'environnement domestique de combler nos lacunes, et d'approfondir nos connaissances dans le domaine des installations électriques. Elle nous a permis également de maîtriser la réalisation des schémas électrique et les schémas unifilaires des tableaux de distribution électrique en utilisant l'utilitaire de CAO "AutoCAD", et la méthodologie du calcul de bilan de puissance, des techniques de la protection du matériel et personnes, ainsi d'acquérir des connaissances dans les techniques de dimensionnement des circuits internes des installations domestique et la maîtrise de bonne exploitation électrique.

Pendant notre étude, nous avons décrit l'unité de point de vue équipement électrique, élaboré le bilan de puissance de l'hôtel qui nous a permis de déterminer la puissance du transformateur nécessaire à installer à l'origine de notre réseau de distribution d'énergie électrique .

Nous avons abordé au départ les généralités des installations électriques et différents équipements d'installations électriques et leur caractéristiques, et nous avons étudié en détail les caractéristiques des différentes parties de l'installation, en commençant par le calcul de bilan de puissance et ainsi que le calcul des sections des câbles du point de vue échauffement contraintes thermiques et chute de tension.

Enfin, nous souhaitons que nos résultats soient pris en considération par l'entreprise réalisatrice du projet et que notre étude serve de base, aux autres projets d'alimentation en énergie électrique. Il est utile de souligner que parallèlement aux études des courants forts, celle des courants faibles est exécutée et qui englobe les différents réseaux auxiliaires à l'électricité et nous avons eu l'opportunité d'avoir un aperçu et de comprendre la corrélation entre ces deux lots qui restent indissociables.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] <https://www.travaux.com/guide-des-prix/electricite/installation-electrique-norme-et-reglementation> (consulté le 28/04/2019).
- [2] <http://www.lte.fr/courants-forts.html> (consulté le (27/05/2019)
- [3] <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/electricite> (consulté le 29/04/2019).
- [4] MM. Guelmane et Rousselin, «Le guide de l'installation électrique», Boulogne, 2012.
- [5] Gallauziaux Thierry, and David Fedullo, L'installation électrique, Eyrolles, 2012.
- [6] ZUMTOBEL, «Manuel pratique de l'éclairage», 3e édition révisée Juillet 2017.
- [7] Projet-déclairement-cours, Lycée ST GATIEN, (consulté le 27/04/2019 à 03:47).
- [8] <https://securite.leadadvisor.fr/detecteur-mouvement-fonctionnement> (consulté le 29/04/2019).
- [9] <https://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10702> (consulté le 27/04/2019 à 01:40).
- [10] <http://www.futurasciences.com/magazines/maison/infos/dico/d/maison-climatisation-5357/> (consulté le 27/04/2019 à 09:57).
- [11] <https://www.bricoleurpro.com/dossier-143-groupe-electrogene-fonctionnement-utilisation-choisir.html> (consulté le 27/04/2019 à 10:01).
- [12] Schneider Electric - Guide de l'installation électrique 2010
- [13] J.M BEAUSSY, «BILAN de PUISSANCE», Forum Electrotechnique, Page : 1/7, 16/01/2014.
- [14] http://iutgc.bethune.free.fr/Feuilles/ZoneEtudiants/FI2emeAnnee/RESEAUX%20GC_S3.pdf (consulté le 27/04/2019 à 19:50).
- [15] Roland Calvas, Benoit De Metz Noblat, André Ducluzaux, Georges Thomasset.)n°158 calcul des courants de court-circuit CT 158 édition septembre 1992 Ont participé à la rédaction de ce document
- [16] Christophe PRÉVÉ, Robert JEANNOT, «Guide de conception des réseaux électriques industriels», Février 1997
- [17] David Fedullo, Thierry Gallauziaux, Installer un tableau électrique, 2004.
- [18] FICHE METHODE – Choix de la section d'un conducteur, 04 avril 2004.

- [19] <https://www.eneguide.be/fr/questions- reponse/quest-coourt-circuit/1138/> (consulté le 07/05/2019)
- [20] Guide Pratique, Installation électrique a basse tension, UTE, Juillet 2003.
- [21] Cahier technique, SYSTÈMES DE COUPURE ET DE PROTECTION, SOCOMEC, 2011.
- [22] [https://www.google.com/search?q=prevention+des+risque+electrique+pdf&rlz=1C1GGRV_e nDZ848DZ848&oq=prevention+des+risque+electrique+pdf&aqs=chrome..69i57j0.17742j0j8 &sourceid=chrome&ie=UTF-8\(prevention_des_risques_electriques](https://www.google.com/search?q=prevention+des+risque+electrique+pdf&rlz=1C1GGRV_e nDZ848DZ848&oq=prevention+des+risque+electrique+pdf&aqs=chrome..69i57j0.17742j0j8 &sourceid=chrome&ie=UTF-8(prevention_des_risques_electriques) (consulté le 15/05/2019)
- [23] Merlin Gerin, Guide de la protection, Protection des réseaux électriques, 2003.
- [24] Dr. BENAÏRED Noredine, Cours Schéma et appareillage, Commande des systèmes électriques 1ère année Master, Université de Relizane, 2014.
- [25] <https://www.electriciteguide.com/guide/les-differents-types-de-disjoncteurs.htm> (consulter le 13/05/2019).
- [26] Aulnoye Aymeries, le disjoncteur magnétique, Lycée Professionnel P&M Curie.
- [27] PHOENIX CONTACT, Disjoncteurs de protection de circuits, Printed in Germany, 2013.
- [28] <https://www.materiel-electrique-shopelec.com/content/12-disjoncteur-differentiel-principe-de-fonctionnement> (consulté le 11/05/2019).
- [29] <https://www.conseil-construction.fr/parafoudre-obligations-installer/> (consulté le 13-05-2019-17h13)
- [30] Catalogue général SOCOMEC « Cahier technique » 2018 ; www.socomec.com

Annexes

1- Au niveau du sous-sol

Tableau IV.2 : Bilan de puissance TD lavage-triage-séchage-repassage -stockage linge-bureau gouvernante

Identification	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)	
CP01 lavage	3	1	5	15	0.8	1	12	0.6	13.044	
CP02 triage	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528			
CP03 sechage	1	1	3	3	0.8	1	2.4			
CP04 sechage	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528			
CP05 repassage	2	1	1	1.5	0.8	1	1.2			
CP06 repassage	1	3	0.6	1.8	0.8	1	1.44			
CP07 bureau gouvernante	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624			
CP08 stockage linge	1	2	0.6	1.2	0.8	1	0.96			
CP09 Bureau gouvernante	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624			
CP10 stoCkage linge	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.48			
CE01 lavage et triage	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048			
	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048			
CE02 sechage et bureau gov	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036			
	1	2	0.036	0.072	1	1	0.072			
CE03 repassage et stokage linge	1	2	0.036	0.072	1	1	0.072			
	1	5	0.036	0.18	1	1	0.18			
La clim	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5			
							TOTAL	21.74		

Tableau IV.3 : Bilan de puissance TD locaux

Identification	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)			
CP01 local technique	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528	0.6	5.724			
CP02 bureau technicien	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624					
CP03 Bureau technicien	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624					
CP03 local securite	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624					
CP04 local uniforme	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528					
CE01 local technique..	1	5	0.6	3	1	1	3					
	1	6	0.036	0.216	1	1	0.216					
CE02 local sucurite..	1	1	1	1	1	1	1					
	2	4	0.036	0.288	1	1	0.288					
CE03 local uniforme	1	3	0.036	0.108	1	1	0.108					
clim local securite	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5					
clim local technique	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5					
clim bureau technicien	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5					
clim bureau technicien	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5					
							TOTAL			9.54		

Tableau IV.4 : Bilan de puissance TD Bar et stockage Bar

Identification	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01 stockage bar	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.66	0.6	16.9074
CP02 bar(cafeteria)	2	1	3	6	0.8	1	6		
CP03 bar (lave vaisselle)	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.5		
CP04 Bar (Réfrig)	1	1	1	1	0.8	1	1		
CP05 Bar(Réfrig)	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.5		
CP06 Bar	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.84		
CP06 fumoir	1	4	0.6	2.4	0.8	0.4	0.96		
CE 01 Salle	4	5	0.036	0.72	0.8	1	0.72		
CP07 Bar	1	4	0.6	2.4	0.8	0.4	0.96		
CP08 Bar	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.6		
CP09 Bar	1	3	0.6	1.8	0.8	0.325	0.585		
CE01 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE02 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE03 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE04 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE05 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE06 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE07 Bar	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE08 Bar	4	6	0.02	0.48	1	1	0.48		
CE09 Bar	4	6	0.02	0.48	1	1	0.48		
CE10 Bar stockage bar	4	6	0.02	0.48	1	1	0.48		
	1	3	0.006	0.018	1	1	0.018		
	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE 11 fumoir	4	5	0.036	0.72	1	1	0.72		
clim bar	4	4	0.5	8	1	1	8		
clim bar	3	2	0.5	3	1	1	3		
TOTAL							28.179		

Tableau IV.5 : Bilan de puissance TD salle de dîner

Identification	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01 salle de dinner	2	4	0.6	4.8	0.8	0.325	1.248	0.6	4.7052
CE 01 salle de dinner	3	6	0.036	0.648	1	0.55	0.3564		
	2	6	0.036	0.432	1	0.55	0.2376		
clim sa lle de dinner	3	4	0.5	6	1	1	6		
TOTAL							7.842		

Tableau IV.6 : Bilan de puissance TD réfectoire+self+salle de repos homme +femme

Identification	Nbr de circuit:Nbr d'unités		P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01 reffectoire	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576	0.6	8.7144
CP02 cuisiniere	1	1	5	5	0.8	1	4		
CP03 self	1	1	3	3	0.8	1	2.4		
CP04 self	1	1	2.5	2.5	0.8	1	2		
CP05 self(lave vaisselle)	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP06 self(frigo)	1	1	1	1	0.8	1	0.8		
CP07 self(congelateur)	1	1	1	1	0.8	1	0.8		
CP08 S de repos	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672		
CE01 reffectoire	4	6	0.006	0.144	1	1	0.144		
	3	6	0.006	0.108	1	1	0.108		
CE 02 reffectoire	2	4	0.036	0.288	1	1	0.288		
CE03 salle de repos	1	3	0.006	0.018	1	1	0.018		
	1	3	0.006	0.018	1	1	0.018		
clim reffectoire	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5		
Clim salle de repos H	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5		
Clim salle de repos F	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5		
TOTAL							14.524		

Tableau IV.7 : Bilan de puissance TD sanitaire homme femme; sanitaire endicape homme femme ; circulations

Identification	Nbr de circuit:Nbr d'unités		P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Pcons(kw)	
CP01 vistiaire (sdb)	2	1	0.6	1.2	0.8	1	0.96	23.178	
CP02 vistiaire (sdb)	2	1	0.6	1.2	0.8	1	0.96		
CP03 vistiaire	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP04 vistiaire femme	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP05 sanitaire endicape	2	1	0.6	1.5	0.8	1	1.2		
CP06 sanitaire endicape	2	1	0.6	1.2	0.8	1	0.96		
CP07 sanitaire endicape	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP08 sanitaire endicape	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP09 circulation 01	4	3	0.6	7.2	0.8	0.4	2.304		
CP10 circulation 02	4	3	0.6	7.2	0.8	0.4	2.304		
CP11 circulation ascenseur	4	4	0.6	9.6	0.8	0.325	2.496		
CP12	1	2	0.6	1.2	0.8	0.325	0.312		
CE01 vistiaire homme	2	5	0.012	0.12	1	1	0.12		
CE01 sanitaire	2	5	0.012	0.12	1	1	0.12		
	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE 02 circulation 01	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
	1	20	0.003	0.06	1	1	0.06		
CE 03 circulation 02	1	11	0.006	0.066	1	1	0.066		
	1	22	0.003	0.066	1	1	0.066		
CE04 esp ascenseur	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
	1	20	0.003	0.06	1	1	0.06		
CE05 Chambres froide	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
CE06 ch froide	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE07 esc	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
CE08 esc ascenseur	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
CE09 esc de service,ESC	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024		
	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
LA CLIM	3	4	0.5	6	1	1	6		
TOTAL							23.178		

Tableau IV.8 : Bilan de puissance TD sanitaire homme femme; sanitaire endicape homme femme ; circulations

Identification	Nbr de circuit:Nbr d'unités		P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Pcons(kw)	
CP01 vistiaire (sdb)	2	1	0.6	1.2	0.8	1	0.96	23.178	
CP02 vistiaire (sdb)	2	1	0.6	1.2	0.8	1	0.96		
CP03 vistiaire	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP04 vistiaire femme	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP05 sanitaire endicape	2	1	0.6	1.5	0.8	1	1.2		
CP06 sanitaire endicape	2	1	0.6	1.2	0.8	1	0.96		
CP07 sanitaire endicape	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP08 sanitaire endicape	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP09 circulation 01	4	3	0.6	7.2	0.8	0.4	2.304		
CP10 circulation 02	4	3	0.6	7.2	0.8	0.4	2.304		
CP11 circulation ascenseu	4	4	0.6	9.6	0.8	0.325	2.496		
CP12	1	2	0.6	1.2	0.8	0.325	0.312		
CE01 vistiare homme	2	5	0.012	0.12	1	1	0.12		
CE01 sanitaire	2	5	0.012	0.12	1	1	0.12		
	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE 02 circulation 01	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
	1	20	0.003	0.06	1	1	0.06		
CE 03 circulation 02	1	11	0.006	0.066	1	1	0.066		
	1	22	0.003	0.066	1	1	0.066		
CE04 esp ascenseur	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
	1	20	0.003	0.06	1	1	0.06		
CE05 Chambres froide	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
CE06 ch froide	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE07 esc	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
CE08 esc ascenseur	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
CE09 esc de service,ESC	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024		
	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
LA CLIM	3	4	0.5	6	1	1	6		
							TOTAL		23.178

Tableau IV.9 : Bilan de puissance TD salle de commission, dépôt salle de conférence

Identification	Nbr de circuit:Nbr d'unités		P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01 salle de comission	4	4	0.6	9.6	0.8	0.325	2.496	0.6	4.29
CP02 depot salle deconf	1	2	0.6	1.2	0.8	0.325	0.312		
E 01 salle comission, Depo	4	5	0.036	0.72	1	0.325	0.234		
	1	3	0.036	0.108	1	1	0.108		
clim salle de commission	2	4	0.5	4	1	1	4		
							TOTAL	7.15	

Tableau IV.10 : Bilan de puissance TD salle de conférence+arrière salle de conférence

Identification	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01 salle de conférence	5	4	0.6	12	0.8	0.325	3.12	0.6	7.4232
CP02 arriere salle conf	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528		
CE 01 salle conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 02 salle conférence	4	6	0.006	0.144	1	1	0.144		
CE 03 salle conférence	4	6	0.006	0.144	1	1	0.144		
CE 04 salle conférence	4	6	0.006	0.144	1	1	0.144		
CE 05 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 06 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 07 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 08 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 09 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 10 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 11 Salle de conférence	5	6	0.006	0.18	1	1	0.18		
CE 12 Salle de conférence	2	6	0.006	0.072	1	1	0.072		
	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024		
CE 13 salle conférence, ar	3	6	0.036	0.648	1	1	0.648		
	1	3	0.036	0.108	1	1	0.108		
clim salle de conférence	3	4	0.5	6	1	1	6		
TOTAL							12.372		

2- Au niveau de rez de chaussée

Tableau IV.11 : Bilan de puissance TD Bureaux

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Ks2	Pcons(KW)
CE01 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144	0.6	5.5008
CE02 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE03 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE04 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE05 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE06 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CP01 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP02 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP03 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP04 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP05 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP06 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP06 BUREAU	1	1	6	6	0.8	0.325	1.56		
LA CLIM	2	3	0.5	3	1	1	3		
							TOTAL		

Tableau IV.12 : Bilan de puissance TD Salle de réception

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Ks2	Pcons(KW)
CE01 SALLE INFORMATIQUE	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144	0.6	10.57041
CE02 BUREAU	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE03 DEPOT CAFETERIA	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE04 ACCES ADM+CAFE	1	30	0.006	0.18	1	1	0.18		
	1	7	0.288	2.016	1	1	2.016		
	1	16	0.012	0.192	1	1	0.192		
CE05 BUREAU	1	7	0.036	0.252	1	1	0.252		
	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE06 RECEPTION	1	5	0.036	0.18	1	1	0.18		
	1	2	0.036	0.072	1	1	0.072		
	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
CE07 S PRRIERE	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE08 CIRCULATION	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024		
CE09 DEGAGEMENT	1	6	0.012	0.072	1	1	0.072		
CE10 DEGAGEMENT	1	13	0.006	0.078	1	0.325	0.02535		
CP01 S INFORMATIQUE	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP02 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP03 DEPOT CAFETERIA	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528		
P04 ACCES ADM+CIRCUL B	2	4	0.6	4.8	0.8	0.325	1.248		
P04 ACCES ADM+CIRCUL B	2	3	1	6	0.8	0.4	1.92		
P04 ACCES ADM+CIRCUL B	2	3	1	6	0.8	0.4	1.92		
CP05 BUREAU	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP06 RECEPTION	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672		
CP CIRCULATION	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672		
CP DEGAGEMENT	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
LA CLIM	3	3	0.5	4.5	1	1	4.5		
							TOTAL		

Tableau IV.13 : Bilan de puissance TD LOCAL TECHNIQUE

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Ks2	Pcons(KW)
CE01 LOCAL TECHNIQUE	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036	0.6	1.7244
CE02 ACCES HALL	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024		
	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE03 SANITAIRE ENDICAPÉ	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE04 SANITAIRE ENDICAPÉ	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE05 SANITAIRE ENDICAPÉ	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024		
CE06 SANITAIRE ENDICAPÉ	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024		
CE06 ESC	1	3	0.018	0.054	1	1	0.054		
CP01 LOCAL TECHNIQUE	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528		
CP03 ACCES HALL	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528		
LA CLIM	1	3	0.5	1.5	1	1	1.5		
TOTAL							2.874		

Tableau IV.14 : Bilan de puissance TD ACCES HOTEL

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Ks2	Pcons(KW)
CE01 SAS	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024	0.6	8.184
CE02 SAS	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
CE03 HALL	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
CE04 HALL	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE05 ACCES HOTEL	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024		
CE06 ACCES HOTEL	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE07 HALL	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE08 HALL	1	12	0.006	0.072	1	1	0.072		
CE09 ESC	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024		
CE10 S DE CONFERENCE	1	18	0.04	0.72	1	1	0.72		
	1	32	0.006	0.192	1	1	0.192		
	1	8	0.012	0.096	1	1	0.096		
CP01 SAS	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP02 HALL	2	3	0.6	3.6	0.8	0.4	1.152		
CP03 S DE CONFERENCE	4	4	0.6	9.6	0.8	0.325	2.496		
LA CLIM	4	4	0.5	8	1	1	8		
TOTAL							13.64		

Tableau IV.15 : Bilan de puissance TD L GAINE

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Ks2	Pcons(KW)
CE01 CIRCULATION	1	6	0.018	0.108	1	1	0.108	0.6	18.1896
CE02 PREPARATION VIAND	1	3	0.036	0.108	1	1	0.108		
CE03 ESC	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE04 PREPARATION LEGUM	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE05 CIRCULATION	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE06 LOCAL POUBELLE	1	3	0.018	0.054	1	1	0.054		
CE07 ESC	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048		
CE08 CH FROIDE+-	2	1	0.018	0.036	1	1	0.036		
CE09 LOCAL GAINE	1	2	0.018	0.036	1	1	0.036		
CE10 CIRCULATION	1	8	0.06	0.48	1	1	0.48		
CE11 CIRCULATION	1	6	0.036	0.216	1	1	0.216		
CE12 CIRCULATION	1	6	0.006	0.036	1	1	0.036		
CE13 CUISINIERE FOIDE	1	5	0.036	0.18	1	1	0.18		
CE14 CIRCULATION	1	7	0.018	0.126	1	1	0.126		
CE15 CH FOIDE +-	2	1	0.018	0.036	1	1	0.036		
CP 01 CIRCULATION	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP02 PREPARATION VIAND	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP02 PREPARATION LEGUM	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CP03 CIRCULATION	1	3	0.6	1.8	0.8	1	0.18		
CP04 LOCAL POUBELLE	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528		
CP04 LOCAL GAINE	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528		
CP05 CIRCULATION	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP06 CIRCULATION	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP07 CIRCULATION	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP08 CUISINIERE FOIDE	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP09 CUISINIERE FOIDE	1	1	2	2	0.8	0.4	0.64		
CP10 CUISINIERE FOIDE	1	1	2.5	2.5	0.8	0.4	0.8		
CP11 CUISINIERE FOIDE	1	1	1	1	0.8	0.4	0.32		
CP09 CIRCULATION	2	1	3	6	0.8	2.8	13.44		
LA CLIM	4	4	0.5	8	1	1	8		
							TOTAL	30.316	

Tableau IV.16 : Bilan de puissance TD Restaurent

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Ks2	Pcons(KW)
CE01 PREPARATION POISS	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144	0.6	33.2628
CE02 CH FROIDE +-	2	1	0.018	0.036	1	1	0.036		
CE03 DRESSAGE +CUISINIR	1	10	0.036	0.36	1	1	0.36		
CE04 LAVERIE BATTERIE E	1	5	0.036	0.18	1	1	0.18		
CE05 CAFETERIA	2	1	0.012	0.024	1	1	0.024		
	1	5	0.006	0.03	1	1	0.03		
CE06 BUREAU DE CHEF	1	4	0.036	0.144	1	1	0.144		
CE07 RESTAURANT	1	8	0.018	0.144	1	1	0.144		
CE08 RESTARURANT	1	3	0.012	0.036	1	1	0.036		
CE09 CH FOIDE+	1	2	0.018	0.036	1	1	0.036		
CE10 RESTAURANT	1	16	0.006	0.096	1	1	0.096		
	1	10	0.012	0.12	1	1	0.12		
	1	3	0.288	0.864	1	1	0.864		
	1	12	0.006	0.072	1	1	0.072		
	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06		
CP 01 S PREPARATION PO	1	1	3	3	0.8	1	2.4		
CP02 DRESSAGE +CUISINE	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP03 DRESSAGE +CUISINE	1	1	3	3	0.8	1	2.4		
CP04 DRESSAGE +CUISINE	1	1	2.5	2.5	0.8	1	2		
CP05 DRESSAGE +CUISINE	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP06 LAVERIE VAISSELLE	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP07 LAVERIE VAISSELLE	1	1	1.5	1.5	0.8	1	1.2		
CP08 LAVERIE VAISSELLE	1	2	14	28	0.8	1	22.4		
CP09 CAFETERIA	2	1	3	6	0.8	0.55	2.64		
CP10 CAFETERIA	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
CP11 CAFETERIA	1	1	2.5	2.5	0.8	1	2		
LA CLIM RESTAURANT	7	3	0.5	10.5	1	1	10.5		
LA CLIM RESTAURANT	2	4	0.5	4	1	1	4		
TOTAL							55.438		

3- Au niveau de 1^{er} étage

Tableau IV.17 : BILAN DE PUISSANCE TD L.GNE

Identification	N de circuits	N d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(Kw)	Ks2	Pcons(Kw)		
CE01 CIRCULATION 07	1	8	0.04	0.32	1	1	0.32	0.6	4.0644		
CE02 CIRCULATION 07	1	9	0.006	0.054	1	1	0.054				
CE03 LOCAL TECHNIQUE	1	2	0.018	0.036	1	1	0.036				
CE04 LOCAL GAIN	1	2	0.018	0.036	1	1	0.036				
CE05 ESCALIER	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024				
CE06 ESCALIER	1	4	0.012	0.048	1	1	0.048				
CE07 CIRCULATION 07	1	8	0.006	0.048	1	1	0.048				
CP01 LOCAL GAIN	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528				
CP02 LOCAL TECHNIQUE	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528				
CP03 CIRCULATION 07	2	3	0.6	3.6	0.8	0.4	1.152				
LA CLIM	2	4	0.5	4	1	1	4				
						TOTAL	6.774				

Tableau IV.18 : BILAN DE PUISSANCE TD Hall

Identification	N de circuits	N d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(Kw)	Ks2	Pcons(Kw)		
CE01 HALL	1	14	0.006	0.084	1	1	0.084	0.6	6.528		
CE02 HALL	1	5	0.04	0.2	1	1	0.2				
CE03 HALL	1	12	0.006	0.072	1	1	0.072				
CE04 HALL	1	4	0.04	0.16	1	1	0.16				
CE05 HALL	1	6	0.012	0.072	1	1	0.072				
CE06 HALL	1	2	0.04	0.08	1	1	0.08				
CE07 HALL	1	6	0.006	0.036	1	1	0.036				
CP01 HALL	1	5	0.6	3	0.8	0.55	1.32				
CP02 HALL	1	5	0.6	3	0.8	0.55	1.32				
CP03 HALL	2	4	0.6	4.8	0.8	0.4	1.536				
LA CLIM	3	4	0.5	6	1	1	6				
						TOTAL	10.88				

Tableau IV.19 : BILAN DE PUISSANCE TD Salle de SPORT Haut/Bas

Identification	N de circuits	N d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(Kw)	Ks2	Pcons(Kw)
CE01 S SPORT	1	8	0.04	0.32	1	1	0.32	0.7	2.303
CE02 S SPORT	1	14	0.006	0.084	1	1	0.084		
CE03 VISTIAIRES	1	6	0.012	0.072	1	1	0.072		
	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024		
CE04 CIRCULATION 05	1	7	0.006	0.042	1	1	0.042		
CP01 S SPORT	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672		
CP02 CIRCULATION 05	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576		
LA CLIM	1	3	0.5	1.5	1	1	1.5		
TOTAL							3.29		

Tableau IV.20 : BILAN DE PUISSANCE TD Salle de SOIN Haut/Bas

Identification	N de circuits	N d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(Kw)	Ks2	Pcons(Kw)		
CE01 BUREAU MANAGER	1	3	0.006	0.018	1	1	0.018	0.6	4.4556		
	1	2	0.04	0.08	1	1	0.08				
CE02 BARBIER	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036				
CE03 S DE PEAU	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024				
CE04 S PRESSOTHERAPIE	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024				
CE05 S ANTI CELLULITE	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024				
CE06 CIRCULATION 05	1	10	0.006	0.06	1	1	0.06				
	1	7	0.04	0.28	1	1	0.28				
CP01 BUREAU MANAGER	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624				
CP02 BARBIER	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528				
CP03 S PRESSOTHERAPIE	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576				
CP04 S SOIN	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576				
CP05 S ANTI CELLULITE	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576				
LA CLIM	2	4	0.5	4	1	1	4				
TOTAL							7.426				

Tableau IV.21 : BILAN DE PUISSANCE TD DETD Haut/Bas

Identification	N de circuits	N d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(Kw)	Ks2	Pcons(Kw)
CE01 BASSIN	1	7	0.02	0.14	1	1	0.14	0.6	2.8656
	1	6	0.006	0.036	1	1	0.036		
	1	7	0.006	0.042	1	1	0.042		
CE02 DOUCHE A JET	1	7	0.006	0.042	1	1	0.042		
CE03 CIRCULATION 06	1	5	0.04	0.2	1	1	0.2		
CE04 CIRCULATION 06	1	7	0.006	0.042	1	1	0.042		
CE05 SUNNA+SAS	1	7	0.006	0.042	1	1	0.042		
CE06 HYDROMASSAGE	1	2	0.02	0.04	1	1	0.04		
CE07 DOUCHE A FUSION	1	2	0.02	0.04	1	1	0.04		
CE08 SALLE MASSAGE	1	2	0.02	0.04	1	1	0.04		
CP01	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672		
CP02	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672		
CP03	1	4	0.6	2.4	0.8	0.4	0.768		
LA CLIM	1	4	0.5	2	1	1	2		
TOTAL							4.776		

4- Au niveau d'étage d'hébergement

Tableau IV.22 : Bilan de puissance d'une chambre

UTILISATION	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(Kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu(kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01	1	4	0.6	2.4	0.8	0.4	0.768	0.7	1.7864
CP02	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.48		
CP03	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.48		
CE01	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
	1	1	0.036	0.036	1	1	0.036		
CE 02	1	2	0.06	0.06	1	1	0.06		
	2	1	0.06	0.12	1	1	0.12		
CE03	1	2	0.036	0.072	1	1	0.072		
LA CLIM	1	1	0.5	0.5	1	1	0.5		
TOTAL							2.552		

Tableau IV.23 : Bilan de puissance suite G

UTILISATION	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(kw)	Pi(Kw)	Ku	Ks1	Pu (kw)	Ks2	Pcons(kw)
CP01	1	4	0.6	2.4	0.8	1	1.92	0.6	2.598
CP02	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.48		
CP03	1	1	0.6	0.6	0.8	0.325	0.156		
CP04	1	4	0.6	2.4	0.8	0.325	0.624		
CE01	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018		
	1	1	0.03	0.03	1	1	0.03		
	2	1	0.012	0.024	1	1	0.024		
CE02	1	2	0.006	0.012	1	1	0.012		
	1	1	0.003	0.003	1	1	0.003		
CE03	1	1	0.012	0.012	1	1	0.012		
CE04	1	3	0.006	0.018	1	1	0.018		
	2	1	0.003	0.006	1	1	0.006		
	1	1	0.003	0.003	1	1	0.003		
CE05	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024		
LA CLIM	1	2	0.5	1	1	1	1		
TOTAL							4.33		

Tableau IV.24 : Espace commun

UTILISATION	Nbr de circuit	Nbr d'unités	P(kw)	Pi(Kw)2	Ku	Ks1	Pu (kw)	Pcons(kw)
CP01 Local entretien	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528	5.911
CP02 local gaine	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.48	
CP03	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576	
CP04	2	2	0.6	2.4	0.8	0.55	1.056	
EC01 circulation	1	13	0.006	0.078	1	1	0.078	
	1	22	0.003	0.066	1	1	0.066	
EC02 circulation	1	12	0.006	0.072	1	1	0.072	
	1	25	0.003	0.075	1	1	0.075	
CE 03 Local entertien	1	2	0.072	0.144	1	1	0.144	
CE 04 Local gaine	1	3	0.072	0.216	1	1	0.216	
CE05 Cage d'escalier	2	4	0.012	0.096	1	1	0.096	
CE06 salle ascenseur	1	4	0.006	0.024	1	1	0.024	
LA CLIM	1	5	0.5	2.5	1	1	2.5	
TOTAL							5.911	

5- Au niveau de la terrasse

Tableau IV.25 : BILAN DE PUISSANCE AD TERRASSE

IDENTIFICATION	N DE CIRCUIT	N D'UNITES	P(KW)	Pi(KW)	Ku	Ks1	Pu(KW)	Pcons(KW)
CE01 CIRCULATION	1	4	0.007	0.028	1	1	0.028	28.006
CE02 BUREAU	1	3	0.036	0.108	1	1	0.108	
CE02 LOCALE GAINÉ	1	1	0.018	0.018	1	1	0.018	
CE03 ESC	1	2	0.007	0.014	1	1	0.014	
	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024	
CE04 ESP01	1	7	0.03	0.21	1	1	0.21	
CE05 ESP DE BRANSAGE	1	5	0.02	0.1	1	1	0.1	
	1	5	0.02	0.1	1	1	0.1	
CE06 BASSIN 1	1	5	0.02	0.1	1	1	0.1	
CE07 BASSIN2	1	5	0.02	0.1	1	1	0.1	
CE08 ESP02	1	7	0.03	0.21	1	1	0.21	
CE09 ESC	1	2	0.012	0.024	1	1	0.024	
CP06 BUREAU	1	2	0.007	0.014	1	1	0.014	
CE10 CAFETERIA	1	7	0.03	0.21	1	1	0.21	
	1	7	0.03	0.21	1	1	0.21	
CE11 CIRCULATION	1	5	0.02	0.1	1	1	0.1	
	1	5	0.02	0.1	1	1	0.1	
CP01 CIRCULATION	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528	
CP02 LOCALE GAINÉ	1	2	0.6	1.2	0.8	0.55	0.528	
CP03 ESP01	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576	
CP04 ESP DE BRONSAGE	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576	
CP05 ESP02	1	3	0.6	1.8	0.8	0.4	0.576	
CP06 CAFETERIA	3	1	2.5	7.5	0.8	1	6	
	1	2	1.5	3	0.8	1	2.4	
	1	5	0.6	3	0.8	0.28	0.672	
CP07 CIRCULATION	1	1	0.6	0.6	0.8	1	0.48	
CLIM CAFETERIA	3	4	0.5	6	1	1	6	
CLIM CIRCULATION	4	4	0.5	8	1	1	8	
TOTAL							28.006	