



**GROUPE DES ÉCOLES
EIER - ETSHER**

ÉCOLE INTER-ÉTATS D'INGÉNIEURS DE

L'ÉQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03
BURKINA FASO

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2004



Présenté par :

KODJO Gbémagnimèdéton David

THEME

**Audit énergétique des bâtiments de
la CNSS à Ouagadougou**

360

MENTION

BIEN

Encadrement :

Francis SEMPORE

Bénin - Burkina Faso - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

5
6
0
/
0
4



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 2004

Présenté par :

KODJO Gbémagnimèdéton David

THEME

**Audit énergétique des bâtiments de
la CNSS à Ouagadougou**

MENTION

Encadrement :
Francis SEMPORE

DEDICACES

C'est avec allégresse que je saisis cette opportunité pour dédier ce mémoire à :

- *Mon père CODJO A. Robert, qui a fait des sacrifices pour moi et pour son soutien.*
- *Ma mère BODJRENOU Cécile, qui a toujours veillé sur moi par ses prières.*
- *Mes frères et sœurs, qui ont courageusement supporté mon absence au cours des 3 années de formation.*
- *Tous ceux qui m'aiment et qui m'ont apporté leur soutien.*

REMERCIEMENTS

J'apporte toute ma reconnaissance et ma profonde gratitude à ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réussite de mon mémoire. Je remercie particulièrement :

- Mon encadreur M. SEMPORE Francis pour son entière disponibilité, ses précieux conseils et les motivations que j'ai reçues de lui.
- M. COULIBALY Yézouma et M. OULD Taleb pour leur disponibilité à répondre à mes multiples préoccupations.
- M^{me} YANOGO Marie, Directrice de la DIGI pour les facilités offertes pour faire ce travail.
- M. ZOUNGRANA Jean, du service électricité et télécommunication, qui n'a ménagé aucun effort pour nous faciliter le travail et l'accès aux informations nécessaires.
- M. NABOLE Benjamin et M. SARA Moumouni du Service Etudes et Contrôle qui malgré leur multiple préoccupations nous ont satisfaits en cas de besoin.
- Tout le corps enseignant de l'EIER pour la qualité de la formation reçue au cours des trois années.

Ma gratitude va également à l'endroit de tout le personnel de la CNSS qui a toujours créé une bonne ambiance autour de ma personne.

Mes remerciements vont également à l'endroit de mes compatriotes de l'EIER et mes camarades de la 33^{ème} promotion pour leur soutien et les bons moments passés ensemble.

AUTEUR : KODJO Gbémagnimèdéton David

Professeur responsable : SEMPORE Francis

Organisme encadreur : CNSS Ouaga

THEME

Audit énergétique des bâtiments de la CNSS à Ouagadougou

RESUME

La consommation énergétique des bâtiments de la CNSS connaît un accroissement qui se manifeste par l'augmentation continue de la facturation électrique au fil des années.

Cette augmentation a pour cause une gestion non efficace des appareils consommateurs d'électricité notamment la climatisation qui représente à elle seule, 65 % des consommations énergétiques.

Cet audit énergétique réalisé a permis de proposer des mesures d'économie d'énergie pour l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments de la CNSS.

Ainsi l'analyse de la facturation électrique a permis de faire des propositions sur la révision du contrat d'abonnement souscrit auprès de la SONABEL et l'installation des batteries de condensateurs dans le but d'optimiser cette facturation. Nous avons :

Désignation	Nouveau Siège	SMI Central	ex-PNUD
Investissement(FCFA)	1 800 000	600 000	400 000
Gain annuel (FCFA)	1 846 316	3 424 913	8 792 643
Temps de retour	12 mois	2 mois	16 jours

Cet audit montre que les films réfléchissants installés sur les vitrages, bien qu'ayant un pouvoir de réflexion totale satisfaisant n'ont pas eu une influence sensible sur la baisse de la facturation électrique à cause du mauvais fonctionnement et du sous dimensionnement des appareils de climatisation existants.

L'étude a permis aussi d'analyser l'installation des VRV (système de climatisation) dans une partie des bâtiments ainsi que la comparaison de sa rentabilité avec les systèmes traditionnels.

La mise en œuvre des différentes mesures d'économie d'énergie et des recommandations permettra à la CNSS d'optimiser la consommation énergétique de ces bâtiments.

Mots clefs : Audit, économie d'énergie, bâtiments, VRV, facturation, CNSS, énergétique, optimisation.

ERRATA

Lire à la page 82 , F1 : Coefficient de transmission du vitrage
au lieu de F1 : Coefficient fonction de protection

Lire à la page 83 , F1 : Coefficient de transmission du vitrage
au lieu de F1 : Coefficient fonction de protection

SOMMAIRE

DEDICACES	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
SOMMAIRE.....	iv
LISTE DES SIGLES	vii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	x
I. INTRODUCTION	1
II. Présentation de la structure d'accueil.....	2
II.1. Création , siège et mission	2
II.2. Présentation des principales directions	2
II.3. Organigramme de la CNSS.....	3
III. Objectif de l'étude et méthodologie.....	5
III.1. Objectif de l'étude	5
III.2. Méthodologie de travail	5
III.2.1. Phase préparatoire.....	5
III.2.2. Phase d'investigation	5
III.2.3. Phase de traitement des données	6
IV. Description des bâtiments et des installations électriques	7
IV.1. Description des bâtiments.....	7
IV.2. Description des installations électriques	8
IV.2. Description des installations électriques	9
IV.2.1. Description des installations de climatisation	9
IV.2.2. Description de l'éclairage.....	11
IV.2.3. Description des autres installations consommatrices d'électricité.....	12
V. Diagnostic des installations	13
V.1. La situation énergétique du bâtiment	13
V.2. Etat général des différents équipements.....	15
VI. Bilan énergétique des bâtiments de la CNSS.....	17
VI.1. Détermination de la consommation énergétique annuelle.....	17
VI.2. Interprétation du bilan énergétique	34
VII. Bilan thermique	36
VII.1. Base de données climatiques et météorologiques	36
VII.1.1 Mois de base	36
VII.1.2. Conditions extérieures de base.....	36

VII.1.3. Conditions intérieures de base.....	36
VII.2. Les charges externes	36
VII.3. Les charges internes	39
VII.4. Calcul du bilan thermique	40
VII.4.1. Calcul du bilan thermique du bâtiment A.....	40
VII.4.2. Calcul du bilan thermique d'une partie du bâtiment R+6	46
VIII. Etude d'un système de climatisation	53
VIII.1. Justification du choix du système VRV	53
VIII.2. Choix de l'unité intérieure	53
VIII.3. Choix de l'unité extérieure	55
VIII.4. Dimensionnement du circuit frigorifique	56
VIII.5. Dimensionnement du circuit électrique	60
VIII.6. Estimation du coût d'installation des VRV	68
VIII.7. Analyse financière sommaire du système des VRV	74
IX. Evaluation de l'impact des films réfléchissants.....	79
IX.1. Etude de la facturation électrique avant et après la pose des films	79
IX.2. Interprétations des résultats.....	81
IX.3. Etude théorique de l'impact des films réfléchissants	82
IX.4. Conclusion partielle	83
X. Etude de la facturation électrique des bâtiments de la CNSS.....	85
X.1. Objectif de l'étude	85
X.2. Description des contrats d'abonnement.....	85
X.3. Profils de consommation	86
X.3.1. La CNSS Nouveau Siège	86
X.3.2. La CNSS SMI Central	88
X.3.3. La CNSS ex-PNUD.....	90
X.4. Optimisation des factures électriques	91
X.4.1. Présentation de l'application d'optimisation de la facturation électrique	92
X.4.3. Optimisation de la facture électrique de la CNSS SMI Central	96
X.4.4. Optimisation de la facture électrique de la CNSS ex-PNUD.....	98
X.5. Etude du système de deux comptages	101
X.6. Récapitulatif des différents résultats de l'optimisation	104
XI. Mesures d'économie d'énergie	105
XI.1. Mesures avec investissements	105
XI.1.1. Au niveau de la climatisation.....	105
XI.1.2. Au niveau de l'éclairage.....	107
XI.2. Mesures à faible coût d'investissement.....	107

XI.2.1. Au niveau de la climatisation.....	107
XI.2.2. Au niveau de l'éclairage.....	108
XI.2.3. Au niveau des autres équipements.....	108
XII. Etude d'Impact sur l'Environnement.....	109
XII.1. La combustion complète.....	109
XII.2. Evaluation du volume de gaz.....	109
XII.2.1. Composition du fuel utilisé.....	109
XII.2.2. Evaluation des gains en combustibles.....	109
XII.2.3. Evaluation des gains des éléments combustibles.....	110
XII.2.4. Calcul du volume de gaz.....	110
XIII. RECOMMANDATIONS.....	112
XIV. CONCLUSION.....	113
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	114
ANNEXES.....	115

LISTE DES SIGLES

AI	: Audit Interne
BEOM	: Bureau des Etudes, Organisation et Méthodes
CA	: Conseil d'Administration
CAJC	: Cellules Affaires Juridiques et Contentieux
CCQ	: Coordonnateur des Cercles de Qualité
CG	: Contrôle de Gestion
CG*	: Contentieux Général
CGAI	: Contrôle de Gestion et Audit Interne
CNSS	: Caisse Nationale de Sécurité Sociale
COMREX	: Communication et Relations Extérieures
COP	: Coefficient Of Performance
CV	: Cheval Vapeur
DAFC	: Direction Administrative, Financière et Comptable
DATASYS	: Système de Données
DCP	: Direction Centrale des Prestations
DIGI	: Direction des Investissements et de la Gestion Immobilière
DIS	: Direction de l'Informatique et de la Statistique
DPASS	: Direction de la Prévention de l'Action Sanitaire et Sociale
DR	: Direction Régionale
DRC	: Direction du Recouvrement et du Contentieux
DRH	: Direction des Ressources Humaines
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
PS	: Puissance Souscrite
RDC	: Rez De Chaussée
SAEL	: Société Africaine d'Electricité
SEEE	: Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements

SMI : Santé Maternelle et Infantile

SONABEL : Société Nationale d'Electricité du Burkina Faso

TVA : Taxes sur la Valeur Ajoutée

VAN : Valeur Actuelle Nette

VRV : Volume Réfrigérant Variable

LISTE DES FIGURES

Figure N° 1: Répartition de la consommation énergétique annuelle du bâtiment A	34
Figure N° 2: Répartition de la consommation énergétique annuelle du bâtiment (R+6).....	34
Figure N° 3: Répartition de la consommation énergétique annuelle des 2 bâtiments	35
Figure N° 4: Répartition de la consommation avant optimisation (Nouveau siège).....	88
Figure N° 5: Répartition de la consommation avant optimisation (SMI Central)	89
Figure N° 6: Répartition de la consommation avant optimisation (ex-PNUD)	91

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 1 : Récapitulatif des données de l'année de référence	13
Tableau N° 2: Calcul de l'enthalpie au soufflage et dans l'ambiance	14
Tableau N° 3: Calcul de l'enthalpie au soufflage et dans l'ambiance	15
Tableau N° 4: Récapitulatif des temps de fonctionnement des appareils	19
Tableau N° 5: Consommation annuelle des équipements du sous sol (Bâtiment R+6)	20
Tableau N° 6: Consommation annuelle des équipements du RDC (Bâtiment R+6)	21
Tableau N° 7: Consommation annuelle des équipements du Niveau 1 (Bâtiment R+6)	22
Tableau N° 8: Consommation annuelle des équipements du Niveau 2 (Bâtiment R+6)	23
Tableau N° 9: Consommation annuelle des équipements du Niveau 3 (Bâtiment R+6)	24
Tableau N° 10: Consommation annuelle des équipements du Niveau 4 (Bâtiment R+6)	25
Tableau N° 11: Consommation annuelle des équipements du Niveau 5 (Bâtiment R+6)	26
Tableau N° 12: Consommation annuelle des équipements du Niveau 6 (Bâtiment R+6)	27
Tableau N° 13: Consommation annuelle des autres équipements (Bâtiment R+6)	28
Tableau N° 14: Consommation annuelle des équipements du RDC (Bâtiment A)	29
Tableau N° 15: Consommation annuelle des équipements du Niveau1 (Bâtiment A)	30
Tableau N° 16: Consommation annuelle des équipements du Niveau2 (Bâtiment A)	31
Tableau N° 17 : Tableau récapitulatif de la consommation énergétique annuelle du bâtiment (R+6)	32
Tableau N° 18: Tableau récapitulatif de la consommation énergétique (Bâtiment A)	33
Tableau N° 19: Tableau récapitulatif de la consommation de l'ensemble des bâtiments	33
Tableau N° 20: Récapitulatif des conditions extérieures de base	36
Tableau N° 21: Récapitulatif des corrections de température suivant l'orientation	38
Tableau N° 22 : Bilan thermique du bâtiment A bloc A (R+1)	42
Tableau N° 23 : Bilan thermique du bâtiment A bloc B (R+1)	43
Tableau N° 24 : Bilan thermique du bâtiment A bloc C (R+1)	44
Tableau N° 25 : Bilan thermique du bâtiment A bloc D (R+1)	45
Tableau N° 26: Récapitulatif du bilan thermique du bâtiment A	46
Tableau N° 27 : Bilan thermique du bâtiment R+6 bureau 1 (RDC)	48
Tableau N° 28 : Bilan thermique du bâtiment R+6 bureau 2 à 7 (RDC)	49
Tableau N° 29 : Bilan thermique du bâtiment R+6 bureau 8 (RDC)	50
Tableau N° 30: Récapitulatif du bilan thermique du RDC de l'aile Nord du bâtiment (R+6)	51
Tableau N° 31: Bilan thermique du (Niveau 1 à 5) de l'aile Nord du bâtiment (R+6)	51
Tableau N° 32: Récapitulatif du bilan thermique du Niveau 6 de l'aile Nord du bâtiment (R+6)	52
Tableau N° 33: Récapitulatif du bilan thermique de l'aile nord du bâtiment (R+6)	52
Tableau N° 34: Choix du modèle d'unité intérieure	53
Tableau N° 35: Calcul du ratio charge sur puissance du RDC (Bâtiment R+6)	54

Tableau N° 36: Calcul du ratio charge sur puissance du Niveau 1 à 5 (Bâtiment R+6).....	54
Tableau N° 37: Calcul du ratio charge sur puissance du Niveau 6 (Bâtiment R+6)	54
Tableau N° 38: Choix du modèle d'unité intérieure des locaux du bâtiment (R+6)	55
Tableau N° 39: Choix de l'unité extérieure du bâtiment A.....	55
Tableau N° 40: Choix de l'unité extérieure de l'aile nord du bâtiment (R+6)	56
Tableau N° 41: Récapitulatif du choix des joints REFNET du bâtiment A	57
Tableau N° 42: Dimensionnement des tuyauteries du fluide frigorigène (RDC Bâtiment A)	58
Tableau N° 43: Choix des tuyauteries du fluide frigorigène (R+1 et R+2 Bâtiment A)	59
Tableau N° 44: Dimensionnement des joints REFNET (Bâtiment R+6).....	60
Tableau N° 45: Choix des tuyauteries du fluide frigorigène (Bâtiment R+6)	60
Tableau N° 46: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment A RDC)	61
Tableau N° 47: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment A R+1)	61
Tableau N° 48: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment A R+2)	61
Tableau N° 49: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment R+6)	62
Tableau N° 50 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment A (RDC).....	68
Tableau N° 51 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment A (R+1).....	69
Tableau N° 52 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment A (R+2).....	70
Tableau N° 53 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment R+6 (RDC)	71
Tableau N° 54 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment R+6 (R+1 à R+5).....	72
Tableau N° 55 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment R+6 (Niveau 6)	73
Tableau N° 56: Coût d'investissement des VRV du bâtiment A.....	74
Tableau N° 57: Coût d'investissement des VRV du bâtiment (R+6)	74
Tableau N° 58: Paramètres de facturation de janvier à avril 2003 et 2004	79
Tableau N° 59: Evaluation du % de réflexion solaire des films réfléchissants	80
Tableau N° 60: Retombées économiques et énergétiques avant et après la pose des films	81
Tableau N° 61 : Gain solaire par les vitrages avant la pose des films réfléchissants	82
Tableau N° 62 : Gain solaire par les vitrages après la pose des films réfléchissants	83
Tableau N° 63: Récapitulatif des factures électriques de la période d'analyse	85
Tableau N° 64: Description du contrat d'abonnement de la CNSS.....	86
Tableau N° 65: Récapitulatif des paramètres de la facture de 2003 (Nouveau siège)	87
Tableau N° 66: Récapitulatif des paramètres de la facture de 2003 (SMI Central)	89
Tableau N° 67: Récapitulatif des paramètres de la facture de 2003 (ex-PNUD)	90
Tableau N° 68: Paramètres d'amélioration de l'application Excel	92
Tableau N° 69: Paramètres de la facturation avant optimisation (Nouveau siège)	94
Tableau N° 70: Simulation de la situation d'optimisation avec et sans condensateurs	95
Tableau N° 71: Simulation de la situation en cas de réajustement automatique	96
Tableau N° 72: Données de la facturation avant optimisation (SMI Central).....	96

Tableau N° 73: Simulation de la situation avec et sans condensateurs (SMI Central).....	98
Tableau N° 74: Situation avant optimisation (ex-PNUD)	99
Tableau N° 75: Simulation de la situation avec et sans condensateurs (ex-PNUD).....	100
Tableau N° 76: Tableau résumé de l'analyse du système de 2 comptages.....	101
Tableau N° 77: Système de 2 comptages avec installation des condensateurs.....	102
Tableau N° 78: Résumé des 2 systèmes étudiés	102
Tableau N° 79: Situation financière en cas de réajustement automatique.....	103
Tableau N° 80: Récapitulatif des situations avant et après optimisation	104
Tableau N° 81: Récapitulatif des mesures d'économie au niveau de la climatisation	107
Tableau N° 82: Economie réalisée en cas de mesures sans investissements.....	108
Tableau N° 83: Composition du fuel utilisé	109
Tableau N° 84: Estimation du gain annuel en combustible	110
Tableau N° 85: Gains en éléments constituant le fuel des postes de consommations.....	110

I. INTRODUCTION

Dans la formation des élèves-ingénieurs de l'Ecole inter états d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (EIER), le mémoire de fin d'étude occupe une place importante. Ainsi après de nombreux projets et travaux de groupes leur permettant de se mettre en situation d'exercice du métier d'ingénieur, le mémoire permet d'apprécier leurs capacités individuelles et leur esprit d'initiative.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre mémoire dont le thème s'intitule « Audit énergétique des bâtiments de la CNSS à Ouagadougou »

L'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments constitue une source importante d'économie d'énergie dans les pays en développement. En effet, les bâtiments occupent une part importante dans la demande en énergie de ces différents pays.

La présente étude sur les bâtiments de la CNSS constitue une suite des différentes études amorcées par la structure depuis 2 ans. En effet dans le but de maîtriser sa consommation énergétique et d'éviter des factures électriques importantes, une gestion optimale de la consommation énergétique s'avère nécessaire.

Dans cette étude, il sera principalement question d'analyser les factures électriques de 3 bâtiments de la CNSS à Ouagadougou afin de les optimiser.

Nous allons également étudier les retombées technico économiques de l'installation des films réfléchissants (posés au niveau des vitrages du bâtiment R+6) sur la facturation et sur l'amélioration du confort des occupants.

Nous étudierons aussi l'installation des VRV et nous comparerons leur rentabilité financière avec les systèmes traditionnels.

Nous insisterons aussi sur la régulation des systèmes de climatisation.

A la fin de cette étude, nous allons proposer des mesures d'économie d'énergie à la CNSS dans le but d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

II.1. Création , siège et mission

C'est en 1955 que fut créée ce qui allait devenir plus tard la Caisse Nationale de Sécurité Sociale (CNSS) d'aujourd'hui après plusieurs transformations.

Son siège social se trouve à Ouagadougou, mais elle dispose aussi de cinq directions régionales à (Bobo Dioulasso, Ouahigouya, Dédougou, Fada N'gourma, Ouagadougou), de services provinciaux et de guichets de paiement dans la plupart des localités.

La CNSS est un organisme qui a pour mission de gérer le régime de sécurité sociale au Burkina Faso.

II.2. Présentation des principales directions

La CNSS est dotée d'une Direction Générale et d'un Secrétariat Général qui sont assistés dans leurs tâches par 8 directions centrales spécialisées.

- La Direction du Recouvrement et des Contentieux (DRC)

Cette direction comprend :

- Le Service Central d'Immatriculation
- Le Service des Cotisations
- Le Service du Contrôle
- Le Service du Contentieux

- La Direction des Ressources Humaines (DRH)

Elle se compose de :

- Le Service de la Paie
- Le Service Gestion du Personnel
- Le Service Formation et Stages
- Le Centre de Formation Professionnelle

- La Direction Administrative, Financière et Comptable (DAFC)

Nous avons dans cette direction :

- Le Service Comptable
- Le Service Financier et Gestion du Portefeuille
- Le Service Engagement et Equipement

- Le Service du Budget
 - La Direction de l'Informatique et de la Statistique (DIS)

Elle dispose de :

- La Cellule Data Base Administrative
 - Le Service Informatique
 - Le Service Statistique
- La Direction de la Prévention, de l'Action Sanitaire et Sociale (DPASS)

Nous notons ici :

- Le Service de Santé Maternelle et Infantile
 - Le Service de la Prévention
 - Le Service de la Promotion des Assurés Sociaux
- La Direction des Investissements et de la Gestion Immobilière (DIGI)

Elle comprend :

- Le Service Etude et Contrôle
- Le Service Entretien et Gestion des Immeubles

C'est cette direction qui nous a accueillie au cours de notre stage.

- La Direction Centrale des Prestations

Elle comprend le Service Centrale des Prestations

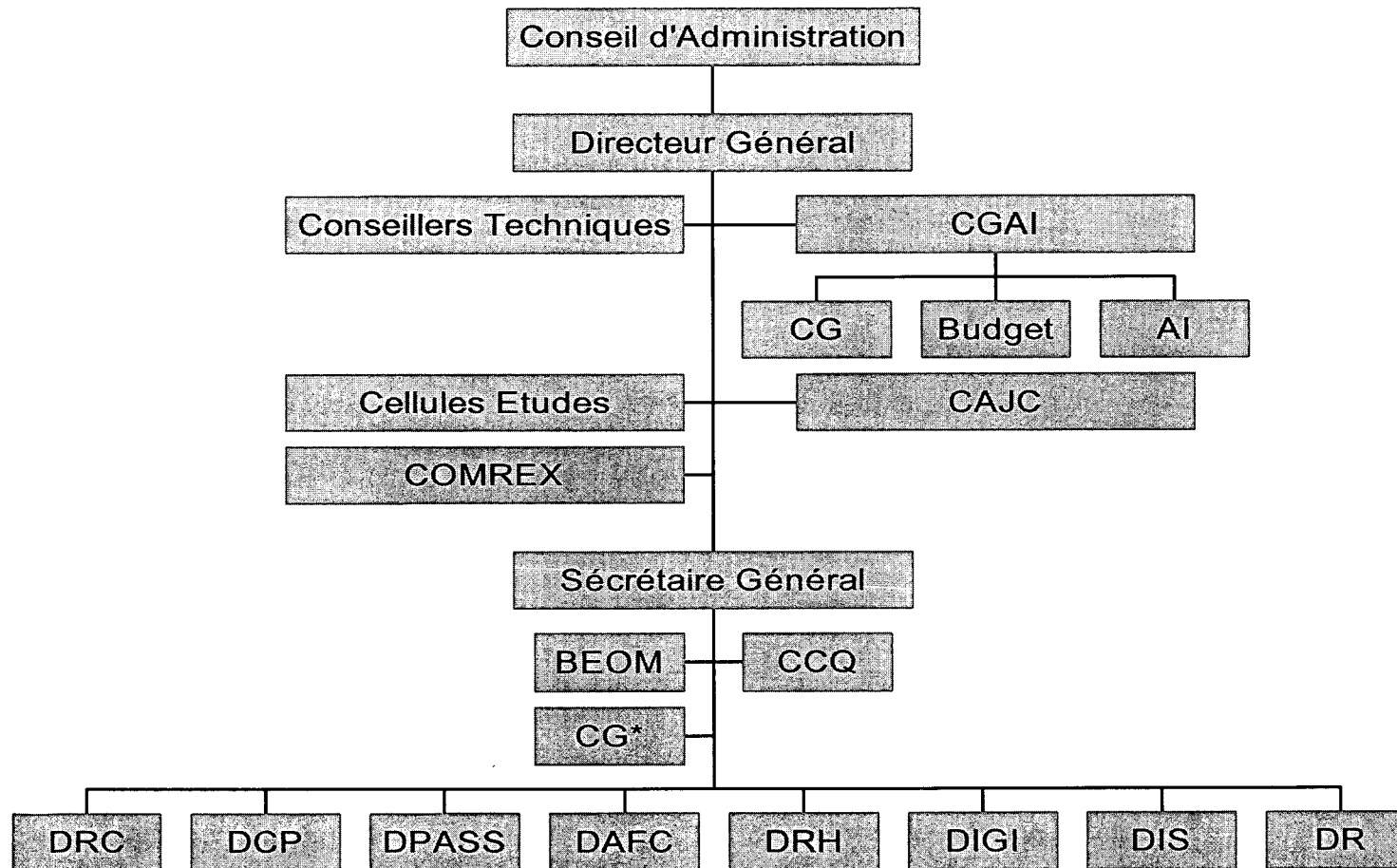
- La Direction de l'Audit Interne et du Contrôle de Gestion

Elle est rattachée à la Direction Générale et comprend :

- Le Contrôle de Gestion
- L'Audit Interne

II.3. Organigramme de la CNSS

ORGANIGRAMME DE LA CNSS BURKINA



III. OBJECTIF DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

III.1. Objectif de l'étude

Cette étude vise principalement à :

- Etudier les possibilités de faire baisser de manière substantielle les factures électriques de la CNSS associées au fonctionnement des différents postes de consommation énergétique.
- Optimiser les consommations d'énergie par la correction des dysfonctionnements et une amélioration de la gestion des postes de consommation ainsi que leur performance.
- Améliorer le confort des occupants.
- Evaluer les économies d'énergie à réaliser pour la CNSS après application des différentes mesures d'optimisation ainsi que l'estimation du retour des investissements.

Pour atteindre ces objectifs, la méthodologie décrite ci-après a été adoptée

III.2. Méthodologie de travail

Afin de bien mener l'audit énergétique, nous avons adopté une méthodologie composée de 3 phases :

III.2.1. Phase préparatoire

Cette phase consiste à approfondir nos connaissances générales en matière d'audit énergétique et prendre en compte le travail déjà effectué. Pour cela, nous avons procédé en la collecte de rapports, revues, mémoire de fin d'études et consulté des sites Internet traitant du sujet.

Nous avons en particulier exploité le travail d'audit déjà effectué au niveau du bâtiment principal.

III.2.2. Phase d'investigation

Dans cette phase, nous allons recenser au niveau des différents postes consommateurs d'énergie (climatisation, éclairage et équipements électriques) les différentes caractéristiques des appareils afin de pouvoir déterminer la consommation énergétique des différents postes et dresser la situation énergétique des bâtiments.

Nous allons ensuite exploiter les plans des 2 bâtiments et fixer les conditions externes et internes de base afin de pouvoir établir le bilan thermique des différents locaux ou bloc des bâtiments. L'objectif est de déterminer la charge thermique des bâtiments concernés et de pouvoir la comparer à la capacité du système de climatisation en place.

Enfin, nous allons recenser les différentes factures électriques de 3 bâtiments de la CNSS afin de les analyser et de les optimiser.

III.2.3. Phase de traitement des données

Dans cette phase, nous allons :

- Analyser et optimiser les factures électriques de 3 bâtiments de la CNSS (SMI Central ex-PNUD, Nouveau Siège).
- Calculer les divers ratios caractéristiques de la situation énergétique et déterminer la performance des bâtiments.
- Dresser le bilan thermique des 2 bâtiments (bâtiment A et R+6) par la méthode de Libert et dimensionner le système de climatisation (VRV) à installer dans certaines zones.
- Analyser l'impact économique sur la facturation électrique de la mise en place des films réfléchissants
- Proposer des mesures d'économie d'énergie avec ou sans investissements ainsi que leur retombée sur la réduction des gaz à effet de serre.

IV. DESCRIPTION DES BATIMENTS ET DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

IV.1. Description des bâtiments

➤ Le bâtiment R+6 et le bâtiment A

Le site de la CNSS est constitué d'un ensemble de 3 bâtiments : un bâtiment principal de 6 niveaux supérieurs plus un rez de chaussée et un sous sol et 2 bâtiments annexes dont un seul fera l'objet de notre étude. Ce bâtiment appelé bâtiment A est constitué d'un rez de chaussée et 2 niveaux supérieurs.

Situé en plein centre de la capitale du Burkina Faso, le bâtiment A et le bâtiment R+6 d'orientation respective Nord /Sud et Est /Ouest ont été mis en service en 1999.

De forme parallélépipédique et de couleur jaune pale, seul le bâtiment principal possède une protection solaire (films réfléchissants de type « Duplex silver/silver » installés en fin novembre 2003) sur l'ensemble de ces vitrages. La toiture du bâtiment principal se compose d'une dalle pleine en béton et d'un couvert perciglass recouvrant le patio qui permet l'éclairage naturel de la cour intérieure de l'immeuble pendant le jour.

Quant au bâtiment A, la toiture est essentiellement composée d'une dalle pleine en béton. La majorité des bureaux dispose de rideaux intérieurs qui sont en général baissés afin de bénéficier de l'éclairage naturel pendant la journée (l'éclairage dans les bureaux étant insuffisant).

Les 2 bâtiments présentent des vitrages sur plus de 50% des surfaces des faces externes.

Les murs extérieurs des 2 bâtiments sont composés d'agglos creux de 15 cm d'épaisseur hourdés au mortier de ciment tandis que les cloisons sont composées d'agglos creux de 10 cm d'épaisseur.

Au niveau des 2 bâtiments, les parois intérieures sont recouvertes d'un enduit au mortier de ciment de 2.5 cm d'épaisseur et de couleur jaune clair.

Les revêtements des parois extérieures sont faits avec des carreaux de couleur jaune gris.

Les planchers des bâtiments constitués de dalle en béton dosé à 350 kg/m^3 ont une épaisseur de 16cm revêtus en dessous d'un enduit de 2.5 cm d'épaisseur et au-dessus d'un revêtement aux carreaux.

Les poteaux, poutres et voiles sont en béton armé dosé à 350 kg/m^3 . Les ouvertures sont en bois (généralement les portes) et en aluminium dans l'ensemble des 2 bâtiments.



Photo N°1 : Vue de l'aile sud du bâtiment (R+6)



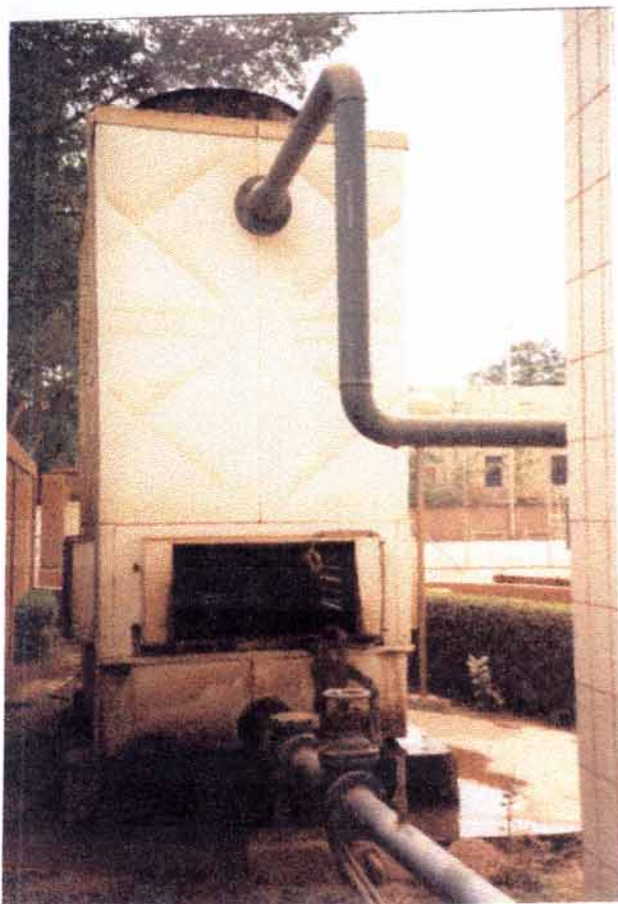
Photo N°2 : Vue de l'aile sud du bâtiment A

IV.2. Description des installations électriques

IV.2.1. Description des installations de climatisation

Le système de climatisation de la CNSS est constitué de la climatisation centrale, des VRV, des appareils individuels et d'un monobloc (alimentant uniquement la salle de conférence) pour le bâtiment (R+6) et uniquement des appareils individuels pour la bâtiment A.

➤ La climatisation centrale



PhotoN°3 : Tour de refroidissement

Elle alimente les locaux des faces Sud et Ouest des niveaux 2, 3, 4 et 5 du bâtiment (R+6) .

Nous comptabilisons 4 armoires à condenseur à eau de type COMMAND AIR ayant une puissance de 55.8 kW.

Le refroidissement des condenseurs est assuré par une tour d'eau ayant une puissance électrique de 15 kW. Une pompe de 5.5 kW assure la circulation de l'eau jusqu'aux condenseurs.

Des gaines de sections rectangulaires disposées dans les faux plafonds des couloirs assurent la distribution de l'air neuf. Des grilles de soufflage et de reprise sont installées dans les différents locaux. La vitesse de soufflage dans les différents locaux varie entre 1.5 et 3.5 m/s. La reprise se fait à travers le vide du faux plafond.

➤ Les VRV

Les VRV assurent la distribution de l'air conditionné dans les locaux situés du côté Est du bâtiment (R+6) grâce à un système multi-splits à détente directe avec une puissance et un débit de réfrigérant variable. L'unité intérieure est de type mural.

Les VRV sont constitués d'un ensemble compact d'unité extérieure qui comprend un seul compresseur spiro-orbital à vitesse variable (parfois 2 selon la puissance de l'unité), un ensemble de régulateurs de type Inverter variant de 20 à 110 Hz. L'échangeur à air est ventilé

par un ventilateur à vitesse variable. Le fluide frigorigène utilisé est du R22. Les VRV sont



Photo N°4 : Des batteries de VRV (unités extérieures)

munis d'un système de régulation et de contrôle.

Dans certains bureaux desservis par les VRV, certains occupants manquent d'éteindre les unités intérieures qui fonctionnent en continue (même pendant le week end)

➤ Les climatiseurs individuels

On distingue les splits systèmes et les climatiseurs fenêtres. Ces appareils sont implantés dans le reste des bureaux du bâtiment R+6 et dans tous les bureaux du bâtiment A. Ils sont généralement de type mural. Les climatiseurs fenêtres sont le plus souvent installé dans l'aile Nord du bâtiment (R+6). Les climatiseurs individuels sont les plus souvent de types Sharp,



Zenith Air et Command Air.

Dans les différents bureaux, la valeur de la température du local est généralement de 28°C .

Photo N°5 : Unité intérieure d'un climatiseur fenêtre

➤ Les monoblocs

Ils alimentent uniquement la salle de conférence au sixième étage. Malheureusement nous n'avons pas eu accès à ces monoblocs pour pouvoir les décrire.

IV.2.2. Description de l'éclairage

➤ L'éclairage intérieur

L'éclairage intérieur des bâtiments est pratiquement assuré par des lampes à tubes fluorescents de 36 W. Nous signalons qu'environ 3 lampes de 36 W couvrent une surface de 18 m² dans les différents locaux.

Le niveau d'éclairement est assez faible dans les différents bureaux. En effet des mesures effectuées au luxmètre nous donnent des valeurs variant entre 150 et 290 lux, (La valeur recommandée est comprise entre 400 et 500 lux). Nous mentionnons dans certains bureaux des lampes à lumière jaune qui réduisent énormément le niveau d'éclairement.

L'éclairement des couloirs est assez satisfaisant (nous avons mesuré 80 lux alors que la valeur recommandée pour la circulation des personnes est 100 lux). Nous signalons que les lampes de couloirs restent pratiquement allumées toute la journée.

Dans le hall situé au rez de chaussée des bâtiments, l'éclairement varie entre 75 et 150 lux.

Au niveau des toilettes, nous dénombrons 2 lampes de 18 W. Le positionnement des toilettes (coté Est et Ouest) des 2 bâtiments crée un éclairement assez important à cause de l'absence de rideaux sur les baies vitrées.

➤ L'éclairage extérieur

L'éclairage de la cour est assuré par 16 lampes à incandescence sodium haute pression installées dans des luminaires de formes sphériques.

Afin de favoriser l'éclairage du bâtiment(R+6) la nuit, il a été installé tout autour 6 projecteurs contenant des lampes de puissance 400 W.

Le terrain de tennis est éclairé par 8 projecteurs d'une puissance de 400 W.

IV.2.3. Description des autres installations consommatrices d'électricité



Nous énumérons dans cette partie les 2 ascenseurs du bâtiment (R+6) qui desservent tous les niveaux sauf le premier et le deuxième. Nous citerons également les photocopieuses, les destructeurs de papier, les réfrigérateurs, les micro ordinateurs, les imprimantes, les calculatrices.

Photo N° 6 : Un exemple de micro ordinateur

V. DIAGNOSTIC DES INSTALLATIONS

V.1. La situation énergétique du bâtiment

La détermination de la situation énergétique permet l'estimation de l'efficacité globale du bâtiment. Pour y parvenir, nous avons choisi une année de référence dont les caractéristiques sont mentionnées dans le Tableau N° 1

Année de référence :2003

Consommation annuelle en kWh	Facture annuelle en FCFA	Prix moyen unitaire en FCFA/ kWh
798125	90 478 234	113.4

Tableau N° 1 : Récapitulatif des données de l'année de référence

Nous précisons que la consommation énergétique annuelle est la somme des énergies actives en heures pleines, en heures de pointe et des pertes actives totales.

➤ Détermination des ratios de consommation d'énergie

Les ratios caractéristiques R_0 et R_1 font intervenir 3 paramètres essentiels : la surface climatisée, la surface totale au plancher et la consommation électrique annuelle.

Pour le bâtiment A nous avons :

surface climatisée = 855.92 m²

surface totale au plancher = 1677.15 m²

Pour le bâtiment R+6 nous avons

surface climatisée = 3244.42 m²

surface totale au plancher = 5503.91 m²

Pour l'ensemble des bâtiments (A et R+6)

surface climatisée = 4100.34 m²

surface totale au plancher = 7181.06 m²

Nous pouvons avec les données du Tableau N°1 calculer les différents ratios R_0 et R_1

R_0 est la consommation spécifique moyenne de climatisation

R_1 est la consommation spécifique moyenne

$$R_0 = \frac{\text{Consommation électrique annuelle (kWh)}}{\text{Surface climatisée (m}^2\text{)}} = 194.6 \text{ kWh/ m}^2\text{/an}$$

$$R_1 = \frac{\text{Consommation.électrique.annuelle}(kwh)}{\text{Surface.totale}(m^2)} = 111.2 \text{ kWh/ m}^2/\text{an}$$

Nous remarquons que le ratio R_0 calculé est largement supérieur à la valeur recommandée pour ce type de bâtiment (133 kWh/m²/an) [Source ;Efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale Tome 2] . Des mesures d'économie d'énergie devraient pouvoir être réalisées sur les installations afin de réduire la consommation électrique du bâtiment.

➤ Détermination des COP des différents appareils

Nous avons dans cette partie choisi quelques appareils afin de pouvoir faire des mesures.

Les différentes mesures effectuées sont les suivantes :

- La vitesse de soufflage grâce à l'anémomètre
- Les températures et humidités relatives respectivement de l'ambiance et de soufflage à l'aide d'un psychromètre
- La surface de soufflage à l'aide d'un décamètre.

- Split Système SHARP

Vitesse de soufflage : $V = 1.6 \text{ m/s}$

Surface de soufflage : $S = 0.085 \times 1 = 0.085 \text{ m}^2$

Masse volumique : $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

	Température (°C)	Humidité relative (%)	Enthalpie (Kj/kg as)
Soufflage	15	35	27
Ambiance	28	53	61

Tableau N° 2: Calcul de l'enthalpie au soufflage et dans l'ambiance

La puissance frigorifique de l'appareil est alors $Q_0 = \rho S V \Delta H$ avec ΔH la différence d'enthalpie entre l'ambiance et le soufflage

$$Q_0 = 1.2 \times 0.085 \times 1.6 \times (61 - 27) = 5.548 \text{ KW}$$

$$\text{COP} = \frac{\text{Puissance.frigorifique}}{\text{Puissanceé.électrique}} = \frac{5.548}{2.25} = 2.46$$

- Windows SHARP

Vitesse de soufflage : $V = 4.3 \text{ m/s}$

Surface de soufflage : $S = 0.11 \times 0.22 = 0.0242 \text{ m}^2$

Masse volumique : $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

	Température (°C)	Humidité relative (%)	Enthalpie (Kj/kg as)
Soufflage	12	40	19
Ambiance	28	50	58

Tableau N° 3: Calcul de l'enthalpie au soufflage et dans l'ambiance

La puissance frigorifique de l'appareil est alors $Q_0 = \rho S V \Delta H$ avec ΔH la différence d'enthalpie entre l'ambiance et le soufflage

$$Q_0 = 1.2 \times 0.0242 \times 4.3 \times (58 - 19) = 4.87 \text{ KW}$$

$$\text{COP} = \frac{\text{Puissance frigorifique}}{\text{Puissance électrique}} = \frac{4.87}{2.035} = 2.35$$

Les valeurs calculées du COP ne sont pas comprises dans l'intervalle 2.5 à 3.5 qui sont des valeurs recommandées pour apprécier le bon fonctionnement des climatiseurs fenêtres et des splits systèmes. On peut conclure que soit les appareils ne sont pas performants (appareils sous dimensionnés) soit ils sont mal entretenus dans une grande partie des bureaux des bâtiments.

V.2. Etat général des différents équipements

Nous avons constaté au cours de notre visite, un faible niveau d'éclairage dans les différents bureaux (l'éclairage dans les différents bureaux varie entre 150 et 290 Lux). Ainsi les occupants sont obligés d'abaisser les rideaux et volets afin d'augmenter le niveau d'éclairage dans les bureaux.

Nous signalons que pratiquement toutes les lampes des couloirs restent allumées pendant le jour.

Au niveau de la climatisation, nous avons constaté que certains appareils individuels ne fonctionnent pas bien. D'autres sont sous dimensionnés. Nous signalons aussi que certains bureaux disposent à la fois de Split Système et de climatisation centrale.

Nous pouvons noter que l'entretien des différents équipements est assez bien réalisé car très peu d'équipements sont en panne.

L'entretien et la maintenance des installations de climatisation sont assurés par la société SEEE dont un de ces agents est chargé de mettre en marche la climatisation centrale et de régler la température de consigne.

L'entretien des installations électriques (groupe électrogène, poste de transformateur, local de gaine) est assuré par la société SAEL.

L'entretien des équipements électriques(ordinateurs, onduleurs et autres appareils) est assuré par DATASYS.

Enfin la maintenance de l'ascenseur est assurée par la société CFAO.

VI. BILAN ENERGETIQUE DES BATIMENTS DE LA CNSS

VI.1. Détermination de la consommation énergétique annuelle

Afin d'évaluer la consommation énergétique annuelle des bâtiments de la CNSS, nous avons formulé certaines hypothèses concernant l'estimation du temps de fonctionnement des différents équipements électriques.

➤ La climatisation individuelle

D'après nos enquêtes sur le terrain, les climatiseurs individuels fonctionnent uniquement pendant les heures de travail (7H à 12H et 15H à 18H) soit 8H par jour pendant 5 jours par semaine. En considérant en moyenne 15 jours fériés par an soit 120 heures de non-fonctionnement, nous pouvons dire que la climatisation individuelle fonctionne pendant 1960 heures par an ($5 \times 8 \times 52 - 120 = 1960$ heures).

Pour tenir compte du niveau de sollicitation variable au cours de l'année (95% pendant la période chaude, 15% au cours de la période froide et 70% lors de la période intermédiaire) nous pouvons estimer le temps d'exploitation moyen à 60% soit un temps de fonctionnement de 1176 heures par an pour la climatisation individuelle. Avec un coefficient de simultanéité de 0.9 puis un coefficient d'utilisation de 0.8, nous pouvons estimer à 847 heures, le temps de fonctionnement annuel de la climatisation individuelle.

➤ La climatisation centrale

Il ressort de nos enquêtes que la climatisation centrale fonctionne de 7 H à 18 H soit 11 H par jour et pendant 5 jours par semaine. En retranchant les jours fériés (120 heures par an) et en tenant compte du coefficient d'exploitation moyen (60%) , nous pouvons estimer le temps de fonctionnement annuel de la climatisation centrale à 1644 heures. Pour tenir compte du fait que tous les appareils ne sont pas utilisés au même moment ni ne sont pas sollicités à leur maximum de puissance, nous avons choisi un coefficient de simultanéité de 0.9 puis un coefficient d'utilisation de 0.8. Ainsi le temps de fonctionnement annuel de la climatisation centrale est de 1184 heures.

Nous signalons que pour les appareils installés dans la salle de conférence, nous avons considéré un temps de fonctionnement de 4 heures par semaine soit 208 heures par an. En prenant un coefficient d'utilisation de 0.9 puis un coefficient de simultanéité de 1, nous pouvons estimer le temps de fonctionnement des monoblocs à 188 heures.

➤ L'éclairage

Nous distinguons l'éclairage intérieur et l'éclairage extérieur

Pour l'éclairage intérieur, nous avons un temps de fonctionnement de 8 heures par jour et en ôtant les jours fériés, nous avons 1960 heures de fonctionnement par an. Avec un coefficient d'utilisation de 1 puis un coefficient de simultanéité de 0.85, nous avons un temps de fonctionnement de 1666 heures.

Concernant l'éclairage extérieur, les lampes fonctionnent de 18 H à 6 H soit 12 heures par jour, ce qui correspond pour une année à 4368 heures. En utilisant un coefficient de simultanéité de 0.9 puis un coefficient d'utilisation de 1, nous avons comme temps de fonctionnement de l'éclairage extérieur la valeur 3932 heures.

Dans le cas particulier des projecteurs du terrain de sport, ils fonctionnent de 19 H à 23 H en moyenne avec un facteur de simultanéité de 0.9 puis un coefficient d'utilisation de 1 soit $4 \times 7 \times 52 \times 0.9 = 1311$ heures par an.

Pour la salle de conférence, nous avons considéré un fonctionnement hebdomadaire de 4 heures soit 208 heures par an pour les lampes halogènes qui y sont installées. Avec un facteur de simultanéité de 0.9, nous pouvons prendre comme temps de fonctionnement 188 heures.

➤ Les équipements électriques

Les ascenseurs fonctionnent en plein temps de 7 H à 7 H 30, 12 H à 12 H 30, 15 H à 15H 30 et 18H à 18H 30 (soit au total 2 heures). Avec un facteur de simultanéité de 0.8 et un coefficient d'utilisation de 0.9, nous pouvons estimer le temps de fonctionnement des ascenseurs en plein temps à 1.44 heure.

Pendant les autres heures de la journée (6 heures), on peut appliquer un coefficient de simultanéité de 0.3 puis un coefficient d'utilisation de 0.5 soit au total, les ascenseurs fonctionnent pendant 2.34 heures par jour ce qui correspond à un temps annuel de $2.34 \times (360-15) = 574$ heures.

Pour les autres équipements comme les imprimantes, les calculatrices électriques, nous avons estimé le temps de fonctionnement à 8 H par jour. En utilisant un facteur de simultanéité de 0.65 puis un coefficient d'utilisation de 1, nous trouvons un temps de fonctionnement annuel de 1274 heures pour ces équipements électriques. Dans le cas particulier des ordinateurs, pour tenir compte du fait qu'ils sont moins sollicités lorsqu'ils sont en veilleuses, nous avons pris comme facteur de simultanéité et coefficient d'utilisation respectivement les valeurs 0.75 et 0.8. Le temps de fonctionnement est alors 1176 heures

Nous présenterons dans le Tableau N° 4 un récapitulatif des différents coefficients et temps de fonctionnement estimé.

Désignation	Temps de fonction. D'un appareil (h/an)	Coefficient d'utilisation	Coefficient de simultanéité	Temps de fonction. estimé (h/an)
Clim. individuelle	1176	0.8	0.9	847
Clim. centrale	1644	0.8	0.9	1184
Clim. Salle confé	208	0.8	1	188
Eclai. intérieur	1960	1	0.85	1666
Eclai. extérieur	4368	1	0.9	3922
Projecteur	1456	1	0.9	1311
Ordinateurs	1960	0.8	0.75	1176
Autres équip.	1960	1	0.65	1274

Tableau N° 4: Récapitulatif des temps de fonctionnement des appareils

Connaissant la puissance des divers appareils ainsi que leur temps de fonctionnement, nous pouvons estimer la consommation énergétique annuelle des différents bâtiments par la relation : $\text{Consommation} = P \times T$ avec

P= puissance des appareils en kW

T = temps de fonctionnement des appareils en heures

Voici les résultats de l'estimation des consommations énergétiques annuelles pour les différents niveaux des bâtiments.

BATIMENT PRINCIPAL (SOUS-SOL)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Command Air)	10	2.25	847	19057.5
Sous Total				19057.5
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	26	0.036	1666	1559.4
Lampe fluorescent 60 cm	4	0.018	1666	119.9
Sous total				1679.3
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	15	0.35	1176	6174
Imprimante laser HP	7	0.09	1274	802.62
Imprimante	3	0.55	1274	2102.1
Scanner	1	0.01	1274	12.74
Auto commutateur	1	1.54	8736	13453
Brasseur d'air	2	0.08	1274	203.84
Disco voice	1	0.84	8736	7338.2
Pompe à eau glacée	1	2.00	2860	5720
Destructeur de papier	1	0.95	1274	1210.3
Onduleur	1	64.0	1274	8153.6
Terminaux	10	0.42	1274	5350.8
Serveur ML 350	1	0.42	1274	535.08
Serveur UNIX 1	1	2.16	1274	2751.8
Serveur UNIX 3	1	1.50	1274	1911
Serveur alpha ES 40	1	1.60	1274	2038.4
Serveur alpha DS 15	1	0.50	1274	637
Sous Total				58395
TOTAL				79132

Tableau N° 5: Consommation annuelle des équipements du sous sol (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (REZ DE CHAUSSEE)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Command Air)	12	2.25	847	22869
Climatiseur fenêtre (Sharp)	9	2.035	847	15513
Sous Total				38382
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	144	0.036	1666	6837.3
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Lampe halogène	6	0.070	1666	699.72
Sous total				7597
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	19	0.35	1176	7820.4
Imprimante laser HP	8	0.09	1274	917.28
Calculatrice électrique	9	0.01	1274	114.66
Machine à écrire électrique	1	0.072	1274	91.7
Brasseur d'air	2	0.08	1274	203.84
Réfrigérateur	1	0.175	1274	222.95
Sous Total				9371
TOTAL				55350

Tableau N° 6: Consommation annuelle des équipements du RDC (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (NIVEAU R+1)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Command Air)	9	2.25	847	17152
Climatiseur fenêtre (Sharp)	6	2.035	847	10342
Sous Total				27494
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	90	0.036	1666	5397.8
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				5457.7
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	17	0.35	1176	6997.2
Imprimante laser HP	14	0.09	1274	1605.2
Calculatrice électrique	6	0.01	1274	76.44
Cafetière	1	0.60	1274	764.4
Fax	1	0.10	1274	127.4
Réfrigérateur	1	0.175	1274	222.95
Photocopieuse	2	1.75	1274	4459
Graveur	1	0.01	1274	12.74
Sous Total				14266
TOTAL				47217

Tableau N° 7: Consommation annuelle des équipements du Niveau 1 (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (NIVEAU R+2)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Command Air)	4	2.25	847	7623
Climatiseur fenêtre (Sharp)	6	2.035	847	10342
Climatisation Centrale	1	55.8	1184	66067
Sous Total				84032
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	110	0.036	1666	6597.4
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				6657.38
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	22	0.35	1176	9055.2
Imprimante laser HP	14	0.09	1274	16052
Calculatrice électrique	26	0.01	1274	331.4
Fax	1	0.10	1274	127.4
Brasseur d'air	1	0.08	1274	101.92
Réfrigérateur	2	0.175	1274	445.9
Photocopieuse	4	1.75	1274	8918
Machine à écrire électrique	3	0.072	1274	275.18
Sous Total				20860
TOTAL				111550

Tableau N° 8: Consommation annuelle des équipements du Niveau 2 (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (NIVEAU R+3)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	2	2.25	847	3811.5
Climatiseur fenêtre (Sharp)	4	2.035	847	6894.6
Climatisation Centrale	1	55.8	1184	66067
Sous Total				76773.1
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	90	0.036	1666	5397.8
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				5457.78
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	9	0.35	1176	3704.4
Imprimante laser HP	7	0.09	1274	802.62
Calculatrice électrique	9	0.01	1274	114.66
Cafetière	1	0.60	1274	764.4
Brasseur d'air	1	0.08	1274	101.92
Photocopieuse	1	1.75	1274	2229.5
Poste téléviseur	2	0.175	1274	445.9
Réfrigérateur	1	0.175	1274	222.95
Sous Total				8387
TOTAL				90617

Tableau N° 9: Consommation annuelle des équipements du Niveau 3 (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (NIVEAU R+4)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	4	2.25	847	7623
Climatiseur fenêtre (Sharp)	4	2.035	847	6894.6
Climatisation Central	1	55.8	1184	66067
Sous Total				80584.6
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	96	0.036	1666	5757.7
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				5817.68
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	16	0.35	1176	6585.6
Imprimante laser HP	12	0.09	1274	1375.9
Calculatrice électrique	19	0.01	1274	242.06
Cafetière	3	0.60	1274	2293.2
Fax	1	0.10	1274	127.4
Réfrigérateur	1	0.175	1274	222.95
Photocopieuse	1	1.75	1274	2229.5
Sous Total				13077
TOTAL				99479

Tableau N° 10: Consommation annuelle des équipements du Niveau 4 (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (NIVEAU R+5)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	4	2.25	847	7623
Climatiseur fenêtre (Sharp)	7	2.035	847	12066
Climatisation Centrale	1	55.8	1184	66067
Sous Total				85756
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	86	0.036	1666	5157.9
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				5217.88
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	14	0.35	1176	5762.4
Imprimante laser HP	8	0.09	1274	917.28
Calculatrice électrique	5	0.01	1274	63.7
Cafetière	1	0.60	1274	764.4
Brasseur d'air	2	0.08	1274	203.84
Réfrigérateur	1	0.175	1274	222.95
Sous Total				7934
TOTAL				98908

Tableau N° 11: Consommation annuelle des équipements du Niveau 5 (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (NIVEAU R+6)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	13	2.25	847	24774.75
Diffuseur (salle de conférence)	1	16.7	188	3139.6
Sous Total				27914.35
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	146	0.036	1666	8756.5
Lampe fluorescent 60 cm	4	0.018	1666	119.95
Lampe incandescent	3	0.060	1666	299.9
Lampe halogène	16	0.070	188	210.56
Sous total				9386.91
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	9	0.35	1176	3704.4
Imprimante laser HP	9	0.09	1274	1031.9
Calculatrice électrique	2	0.01	1274	25.48
Cafetière	2	0.60	1274	1528.8
Fax	3	0.10	1274	382.2
Brasseur d'air	1	0.08	1274	101.92
Réfrigérateur	3	0.175	1274	668.85
Photocopieuse	3	1.75	1274	6688.5
Poste téléviseur	4	0.175	1274	891.8
Destructeur de papier	3	0.95	1274	3630.9
Machine à reliure électrique	1	0.072	1274	91.73
Sous Total				18747
TOTAL				56048

Tableau N° 12: Consommation annuelle des équipements du Niveau 6 (Bâtiment R+6)

BATIMENT PRINCIPAL (Autres équipements)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
VRV	6	9.8	847	49803.6
Sous total				49803.6
ECLAIRAGE				
Projecteur pour terrain de sport	8	0.40	1311	4195.2
Projecteur illuminer l'immeuble	6	0.40	3922	9412.8
Lampe d'éclairage de la cour	16	0.07	3922	4392.64
Sous total				18000.64
EQUIPEMENTS				
Ascenseur	2	15	574	17220
Tour d'eau	1	15	1184	17760
Armoire de brassage	1	0.65	1716	1115.4
Sous Total				36095
TOTAL				103900

Tableau N° 13: Consommation annuelle des autres équipements (Bâtiment R+6)

BATIMENT A (REZ DE CHAUSSEE)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	8	2.25	847	15246
Climatiseur fenêtre (Sharp)	3	2.035	847	5170.94
Sous Total				20416.94
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	72	0.036	1666	4318.27
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				4378.25
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	16	0.35	1176	6585.6
Imprimante laser HP	6	0.09	1274	687.96
Calculatrice électrique	11	0.01	1274	140.14
Brasseur d'air	17	0.08	1274	1732.64
Machine à saisir électrique	1	0.072	1274	91.73
Sous Total				9238
TOTAL				34032

Tableau N° 14: Consommation annuelle des équipements du RDC (Bâtiment A)

BATIMENT A (NIVEAU 1)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	12	2.25	847	22869
Climatiseur fenêtre (Sharp)	6	2.035	847	10341.87
Sous Total				33210.87
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	88	0.036	1666	5277.9
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				5337.88
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	14	0.35	1176	5762.4
Imprimante laser HP	12	0.09	1274	1375.92
Calculatrice électrique	17	0.01	1274	216.58
Brasseur d'air	20	0.08	1274	2038.4
Cafetière	2	0.60	1274	1528.8
Fax	1	0.10	1274	127.4
Sous Total				11050
TOTAL				49598

Tableau N° 15: Consommation annuelle des équipements du Niveau1 (Bâtiment A)

BATIMENT A (NIVEAU 2)				
Désignation	Quantité	Puissance unitaire(kW)	Temps de fonctionnement(h)	Consommation annuelle(kWh)
CLIMATISATION				
Split système (Sharp)	12	2.25	847	22869
Climatiseur fenêtre (Sharp)	6	2.035	847	10341.87
Sous Total				33210.87
ECLAIRAGE				
Lampe fluorescent 120 cm	84	0.036	1666	5037.98
Lampe fluorescent 60 cm	2	0.018	1666	59.98
Sous total				5097.96
EQUIPEMENTS				
Micro ordinateur	22	0.35	1176	9055.2
Imprimante laser HP	10	0.09	1274	1146.6
Calculatrice électrique	12	0.01	1274	152.88
Brasseur d'air	14	0.08	1274	1426.88
Photocopieuse	1	1.75	1274	2229.5
Fax	1	0.10	1274	127.4
Réfrigérateur	1	0.175	1274	222.95
Sous Total				14361
TOTAL				52670

Tableau N° 16: Consommation annuelle des équipements du Niveau2 (Bâtiment A)

Tableau récapitulatif de la consommation énergétique annuelle (Bâtiment R+6)											
Désignation	Sous sol	RDC	R+1	R+2	R+3	R+4	R+5	R+6	Equi. commun	Total (kWh)	Pou. (%)
Climatisation	19 057.5	38 382	27 494	84 032	76 773	80 584.6	85 756	27 914.4	49 803.6	489 797	66
Eclairage	1 679.4	7 597	5 457.7	6 657.4	5 457.8	5817.7	5 217.9	9 386.9	18 000.8	65 272	8.8
Equipements	58 394.9	9 371	14 265.3	20 860	8 386.6	13 076.8	7 934.3	18 746.5	36 095.4	187 131	25.2
Total	79 131.8	55 350	47 217	111 549.5	90 617.5	99 479	98 908.2	56 047.8	103 899.6	742 200	100

Tableau N° 17 : Tableau récapitulatif de la consommation énergétique annuelle du bâtiment (R+6)

Tableau récapitulatif de la consommation énergétique en kWh (BATIMENT A)					
Désignation	RDC	R+1	R+2	TOTAL	Pou. (%)
Climatisation	20416	33210.87	33210.87	86838	63.7
Eclairage	4378.25	5337.86	5097.96	14814	10.9
Equipements	9238.07	11049.5	14361.41	34649	25.4
TOTAL	34032	49598	52670	136301	100

Tableau N° 18: Tableau récapitulatif de la consommation énergétique (Bâtiment A)

En résumé pour l'ensemble des 2 bâtiments, nous avons le Tableau N° 19

Désignation	Bâtiment A (kWh)	Bâtiment principal (kWh)	TOTAL (kWh)	Pourcentage (%)
Climatisation	86838	489797	576635	65.64
Eclairage	14814	65272	80086	9.12
Equipements	34649	187131	221780	25.24
TOTAL	136301	742200	878501	100

Tableau N° 19: Tableau récapitulatif de la consommation de l'ensemble des bâtiments

Nous constatons que le bâtiment A représente environ 16% de la consommation énergétique totale de l'ensemble des 2 bâtiments contre 84% au bâtiment (R+6) . Cela peut s'expliquer par le fait qu'au niveau du bâtiment A, il y a très peu d'équipements consommateurs d'électricité comparativement au bâtiment (R+6).

Nous remarquons aussi que la consommation énergétique totale de l'ensemble des 2 bâtiments est supérieure de 10 % à celle calculée par la SONABEL (798125 kWh). Cela peut s'expliquer par le fait que nous avons pris les puissances de certains appareils dont la plaque signalétique n'était pas lisible dans la littérature De plus , malgré l'usage des coefficients d'utilisation et de simultanéité dans l'estimation du temps de fonctionnement de certains appareils, il était très difficile d'évaluer le temps de fonctionnement réel de certains appareils.

VI.2. Interprétation du bilan énergétique

➤ Le bâtiment A

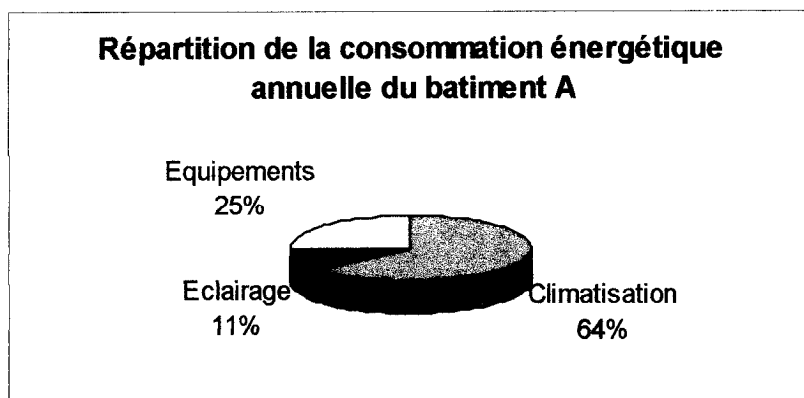


Figure N° 1: Répartition de la consommation énergétique annuelle du bâtiment A

Nous pouvons dire à partir de la Figure N°1 que la climatisation représente environ les 2/3 de la consommation énergétique du bâtiment A. Les divers équipements suivent avec le 1/4 de la consommation et enfin l'éclairage représente 10% de la consommation du bâtiment A.

➤ Le bâtiment R+6

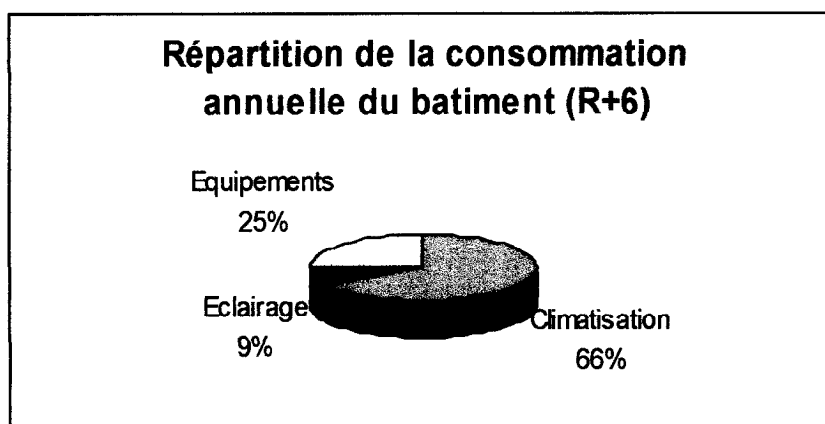


Figure N° 2: Répartition de la consommation énergétique annuelle du bâtiment (R+6)

Nous pouvons dire que la climatisation représente près des 2/3 de la consommation énergétique annuelle des bâtiments. Les autres équipements suivent avec 25% de la consommation et l'éclairage arrive en troisième position avec 9% des consommations.

➤ L'ensemble des bâtiments A et R+6

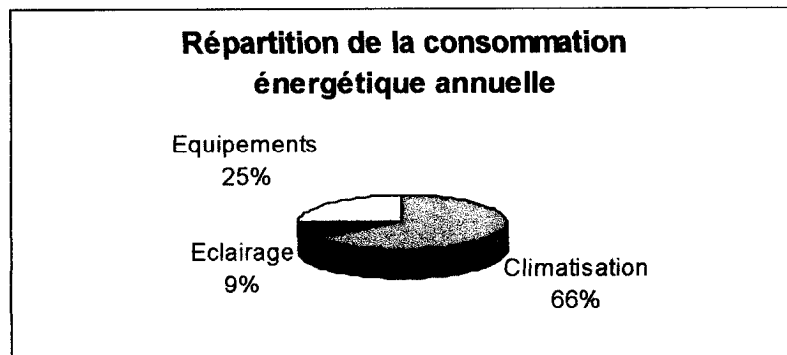


Figure N° 3: Répartition de la consommation énergétique annuelle des 2 bâtiments

Il ressort des résultats du Tableau N°19 et du graphe de la répartition de la consommation énergétique annuelle que la climatisation représente environ les 2/3 de la consommation énergétique annuelle des bâtiments (66%). Ensuite viennent les équipements électriques qui représentent 25% de cette consommation et en troisième position nous avons l'éclairage avec 9 % de la consommation. Ainsi, si nous devons préconiser des mesures d'économie, c'est au niveau de la climatisation qu'il faudra axer les mesures d'efficacité énergétique.

VII. BILAN THERMIQUE

Le bilan thermique est l'estimation de la quantité de chaleur à évacuer dans un local pour le maintenir à la température de confort comprise entre 20°C et 28 °C.

Dans le cas particulier de notre étude, nous avons choisi la méthode de Libert pour le calcul du bilan thermique. Cette méthode permet une évaluation rapide et précise des charges de climatisation des locaux.

VII.1. Base de données climatiques et météorologiques

Nous distinguons dans cette partie, les conditions intérieures et extérieures de base

VII.1.1 Mois de base

Ouagadougou étant une ville qui jouit d'un climat tropical désertique, nous avons considéré le mois d'avril comme le mois de base (le mois le plus chaud). Au cours de ce mois, l'heure de base est 14 heures.

VII.1.2. Conditions extérieures de base

Ces conditions correspondent entre autre à des températures sèches maximales qui pourront être dépassées pendant quelques heures par an au cours du mois de base. Les différentes valeurs sont résumées dans le Tableau N° 20

Désignation	Température sèche maxi (°C)	Température sèche mini (°C)	Vitesse du vent (km/h)	Direction du vent	Humidité minimale (%)
Valeur	39	28	8.3	Sud-ouest	30

Tableau N° 20: Récapitulatif des conditions extérieures de base

VII.1.3. Conditions intérieures de base

Ce sont les conditions normales recommandées en vue du confort thermique dans les 2 bâtiments. Nous avons choisi pour une journée du mois de base, une température de 24 °C et une humidité relative de 60%.

VII.2. Les charges externes

Les charges externes concernent les gains de chaleurs par les parois extérieures (murs, toits, plafonds, planchers) et les vitrages, les apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois opaques (murs et toitures) et les parois vitrées, et enfin les apports de chaleur par renouvellement d'air et infiltration.

➤ Apports de chaleur par transmission à travers les parois extérieures et les vitrages

Ces apports de chaleurs sont donnés par la formule

$$Q_{\text{pev}} = H S \Delta T$$

Où H représente le coefficient d'échange global de la paroi ou du vitrage en (W/m²°C) et S est la surface de la paroi ou du vitrage considéré en (m²) .

ΔT est l'écart de température entre l'air externe et l'air interne du local en (°C)

Dans l'établissement de ces apports, voici les hypothèses prises en compte.

- Les murs

Les murs sont constitués de maçonnerie en aggloméré creux d'épaisseur 15 cm . Nous avons $R = 0.31 \text{ m}^2\text{°C/W}$

Les enduits sont au mortier de ciment d'épaisseur 2.5 cm sur maçonnerie extérieure et intérieure. Nous avons $\lambda = 1.15 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

Pour les différents coefficients de convection extérieure h_e et intérieure h_i nous avons considéré $h_e = 9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ et $h_i = 16.7 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Le coefficient d'échange global H des murs est alors calculé par :

$$\frac{1}{H} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \sum_i \frac{e_i}{\lambda_i}$$

$$\text{nous avons dans notre cas } \frac{1}{H} = \frac{1}{9} + \frac{1}{16.7} + 0.31 + \frac{0.025 * 2}{1.15}$$

$$\text{nous trouvons } H = 1.91 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

- Les planchers et plafonds

Ce sont des dalles en béton $R = 0.31 \text{ m}^2\text{°C/W}$ de 16 cm revêtus d'un enduit de 2.5 cm d'épaisseur en dessous et un revêtement aux carreaux de 2.5 cm au-dessus ce qui donne pour le plancher fini une épaisseur de 21 cm.

Pour les différents coefficients de convection extérieure h_e et intérieure h_i , nous avons considéré $h_e = 5.9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ et $h_i = 5.9 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Concernant les carreaux, nous avons pris $\lambda = 1.15 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$

Nous trouvons alors pour coefficient d'échange global des planchers $H_{\text{plancher}} = 1.44 \text{ W/m}^2 \text{°C}$

Pour les plafonds des niveaux intermédiaires, nous avons $H_{\text{plafond}} = 2.21 \text{ W/m}^2 \text{°C}$

Pour le dernier niveau, nous avons pris $H_{\text{plafond}} = 2.03 \text{ W/m}^2 \text{°C}$

- Les vitres

Elles représentent une grande partie de la superstructure extérieure des 2 bâtiments. Elles recouvrent essentiellement les baies et font ainsi bénéficier les bâtiments d'éclairage naturel assez important. Pour les fenêtres coulissantes avec un vitrage simple et ayant une épaisseur < 6mm, la littérature propose $H = 6.1 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

➤ Apport de chaleur par rayonnement à travers les parois et les vitrages

Nous distinguons dans cette partie, les apports par les murs+ portes et les apports par les vitrages.

- Les murs + portes

Pour les apports solaires à travers les murs+porte, les planchers et les toitures, le gain calorifique se calcule par la formule $Q = H S \Delta T_f$

H est le coefficient global d'échange de la paroi. Dans notre cas $H = 1.91 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

S représente la surface en m^2 de la paroi

ΔT_f est l'écart de température suivant l'orientation de la paroi considérée

La détermination de ΔT_f fait intervenir 4 corrections.

La première correction dépend de l'orientation et de l'heure de base. Elle est notée $\Delta T_{initiale}$.

Pour la deuxième correction nous avons, suivant que $T_{eM} - T_{em} = 11^\circ\text{C}$ et $T_{eM} - T_i = 8^\circ\text{C}$ (avec T_{eM} et T_{em} les températures respectivement maximale et minimale à l'extérieure et T_i celle de l'ambiance) une valeur qui sera ajoutée à la première correction. Dans notre cas, cette valeur est 7°C . La troisième correction est due au mois de base et à l'orientation des murs du bâtiment Elle est notée F_e . La dernière correction est celle due à la teinte. Dans notre cas, nous avons des murs de teinte jaune gris ce qui correspond à $F_\alpha = 0.77$. Nous avons en conclusion que

$$\Delta T_f = (\Delta T_{initiale} + 7) * F_e * F_\alpha$$

Le Tableau N°21 présente un récapitulatif des différentes valeurs de ΔT_f

Orientation	Sud	Ouest	Nord	Est	Toit
$\Delta T_f \text{ (} ^\circ\text{C)}$	3.88	14.48	9.40	15.25	30.77 ou 10.81

Tableau N°21: Récapitulatif des corrections de température suivant l'orientation

- Les vitrages

La quantité de chaleur traversant le vitrage est $Q_{sv} = F_1 F_2 S R_v$

Avec F_1 , le coefficient d'absorption du vitrage,

F_2 est le facteur de réduction fonction du mode de protection de la fenêtre

S représente la surface vitrée en m^2

R_v l'intensité du rayonnement solaire sur le vitrage en W/m^2

Pour le bâtiment A, nous avons $F_1 = 1$ (valeur pour un vitrage clair) et pour le bâtiment R+6 on a $F_1 = 0.2$ (à cause des films réfléchissants).

Dans notre cas $F_2 = 0.45$ (car nous avons des rideaux)

- Apport de chaleur par renouvellement d'air et infiltration

Nous distinguons dans cette partie les gains sensibles et les gains latents. Les gains sensibles par renouvellement d'air sont donnés par la formule

$$Q_{sr} = 0.33 q_v \Delta T$$

Avec q_v le débit volumique de renouvellement d'air. Ce débit est le maximum entre le volume du local majoré de 1.5 et le débit de renouvellement d'air pour une personne non fumeur (18 m^3/h /personne)

ΔT différence de température entre l'extérieur et l'intérieur

Les gains latents par renouvellement d'air sont donnés par la formule

$$Q_{lr} = 0.84 q_v \Delta x$$

où Δx représente la différence de teneur en eau entre l'air extérieur et l'air intérieur ($g/kg_{air\ sec}$)

Dans le cas de notre étude, nous avons considéré que le débit d'air soufflé est supérieur au débit d'air repris, donc il n'y a pas d'infiltration.

VII.3. Les charges internes

Les charges internes concernent les apports de chaleur par les occupants, les appareils et l'éclairage.

- Apport de chaleur par les occupants

Le gain de chaleur sensible par les occupants est donné par

$$Q_{so} = n C_{so}$$

Le gain latent des occupants est donné par

$$Q_{lo} = n C_{lo}$$

Nous avons dans notre cas $C_{so} = 69.9$ W/personne et $C_{lo} = 46.4$ W/personne et n le nombre de personnes dans le local.

➤ Apport de chaleur par l'éclairage

L'apport de chaleur par l'éclairage est donné par

$Q_{\text{éclair}} = 1.25 P N$ avec P la puissance de la lampe fluorescente et N le nombre de lampes

➤ Apport de chaleur par les appareils et équipements électriques

Compte tenu de la vocation des locaux qui sont en général des bureaux, nous avons prévu dans chaque bureau un ordinateur, une imprimante, une calculatrice électrique pour la majorité des bureaux. Dans d'autres, nous avons considéré les équipements qui y sont actuellement. Les chaleurs sensibles varient suivant les différents équipements.

Afin de mieux évaluer le bilan thermique, quelques considérations complémentaires seront utilisées.

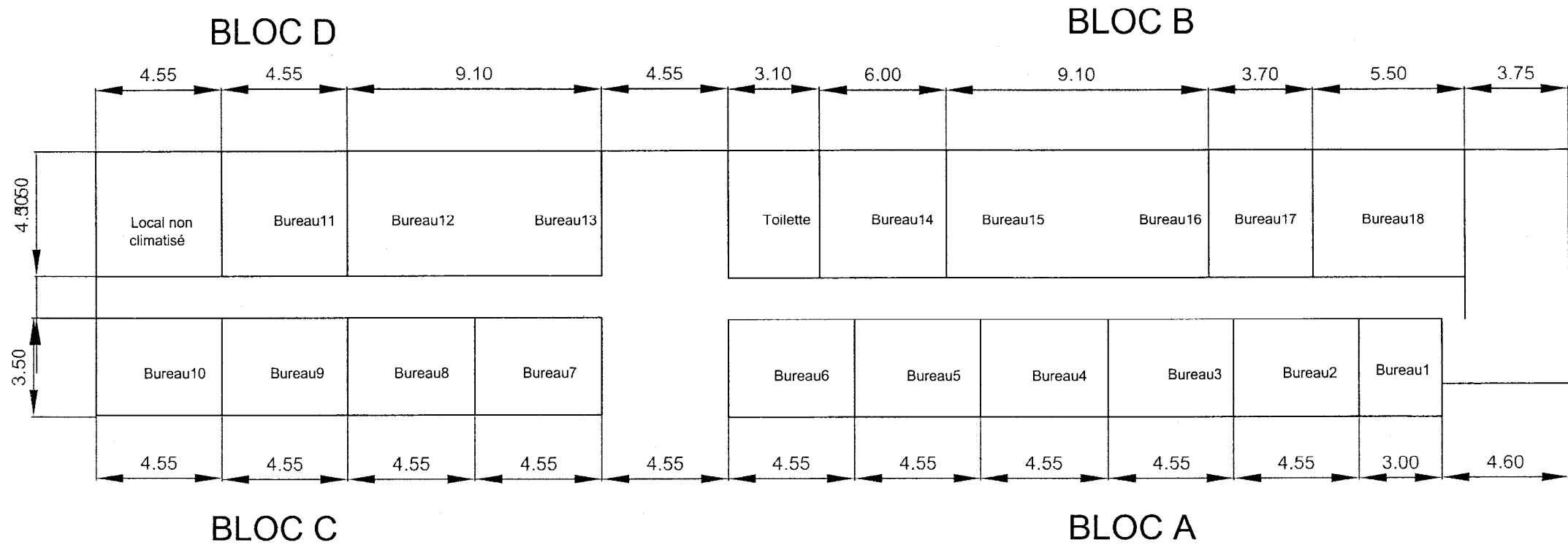
Si le local est en contact avec un couloir ou un local non climatisé alors $\Delta T = 12^\circ\text{C}$. Si le local est en contact avec un local climatisé alors $\Delta T = 0^\circ\text{C}$. Par contre si le local est en contact avec l'extérieur alors $\Delta T = 15^\circ\text{C}$

VII.4. Calcul du bilan thermique

Le calcul du bilan thermique a concerné l'ensemble des locaux du bâtiment A et une partie du bâtiment (R+6). En effet l'établissement du bilan thermique nous permettra de déterminer la puissance frigorifique des appareils de climatisation à installer dans le cas d'un nouveau système de climatisation. Comme une partie du bâtiment (R+6) dispose d'un système de climatisation centrale, une étude technique et économique de la mise en place d'un système de VRV dans les autres parties sera effectuée.

VII.4.1. Calcul du bilan thermique du bâtiment A

Nous allons présenter ici le bilan thermique du Bâtiment A (R+1) et un récapitulatif du bilan thermique du bâtiment A. Le détail des autres niveaux (RDC et R+2) est mentionné en Annexe A.1



Vue en plan Bâtiment A (R+1)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC A	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
27,3	3,5	3,4	95,55	324,87
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité Absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbre occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
11	18	198	1,5	487,31
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	30,90	1,91	12	708,23
Ouest	11,90	1,91	15	340,94
Nord	75,50	1,91	15	2163,08
Est	11,90	1,91	12	272,75
Total gain par conduction par les parois				3484,99
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	56,54	6,1	12	4138,728
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	30,9	1,91	3,88	228,99
Ouest	11,9	1,91	14,48	329,12
Est	11,9	1,91	15,25	346,62
Total gain par ensoleillement par les parois				904,73
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Sud	56,54	0,45	44	1119,49
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	11	1	765,60
Eclairage	36	26	1,25	1170,00
Divers appa,	2840	1	1	2840,00
Total des gains sensibles du local				14423,53
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	11	1	510,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	487,31	15	0,33	2412,16
Latents	487,31	1,9	0,84	777,74
Gains sensibles local et air extérieur (w)				16835,69
Gains latents local et air extérieur (w)				1288,14
Bilan thermique (w)				18123,83
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				189,68

Tableau N° 22 : Bilan thermique du bâtiment A bloc A (R+1)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC B	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
24,3	4,5	3,4	109,35	371,79
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
8	18	144	1,5	557,69
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	70,08	1,91	12	1606,23
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	28,44	1,91	15	814,81
Est	15,30	1,91	12	350,68
Total gain par conduction par les parois				3122,39
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	52,14	6,1	15	4770,81
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	28,44	1,91	9,49	515,50
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1384,30
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	52,14	0,45	44	1032,37
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	21	1,25	945,00
Divers appa,	2060	1	1	2060,00
Total des gains sensibles du local				13871,67
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	557,69	15	0,33	2760,54
Latents	557,69	1,9	0,84	890,07
Gains sensibles local et air extérieur (w)				16632,21
Gains latents local et air extérieur (w)				1261,27
Bilan thermique (w)				17893,48
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				163,63

Tableau N° 23 : Bilan thermique du bâtiment A bloc B (R+1)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC C	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m3)
18,6	3,5	3,4	65,1	221,34
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m3/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m3/h)
8	18	144	1,5	332,01
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	21,84	1,91	15	625,72
Ouest	11,90	1,91	15	340,94
Nord	49,64	1,91	12	1137,75
Est	11,90	1,91	12	272,75
Total gain par conduction par les parois				2377,15
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	40,04	6,1	15	3663,66
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	82,62	1,91	3,88	612,28
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1481,08
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	40,04	0,45	44	792,79
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	21	1,25	945,00
Divers appa,	2060	1	1	2060,00
Total des gains sensibles du local				11876,48
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m3/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	332,01	15	0,33	1643,45
Latents	332,01	1,9	0,84	529,89
Gains sensibles local et air extérieur (w)				13519,93
Gains latents local et air extérieur (w)				901,09
Bilan thermique (w)				14421,02
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				221,52

Tableau N° 24 : Bilan thermique du bâtiment A bloc C (R+1)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC D	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
13,7	4,5	3,4	61,65	209,61
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
6	18	108	1,5	314,42
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	40,47	1,91	12	927,57
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	16,38	1,91	15	469,29
Est	15,30	1,91	12	350,68
Plancher	61,43	1,44	12	1061,51
Total gain par conduction par les parois				3159,72
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	30,03	6,1	15	2747,745
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	16,38	1,91	9,49	296,90
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1165,70
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	30,03	0,45	46	621,62
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	6	1	417,60
Eclairage	36	12	1,25	540,00
Divers appa,	1545	1	1	1545,00
Total des gains sensibles du local				10197,39
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	6	1	278,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	314,42	15	0,33	1556,35
Latents	314,42	1,9	0,84	501,81
Gains sensibles local et air extérieur (w)				11753,74
Gains latents local et air extérieur (w)				780,21
Bilan thermique (w)				12533,95
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				203,31

Tableau N° 25 : Bilan thermique du bâtiment A bloc D (R+1)

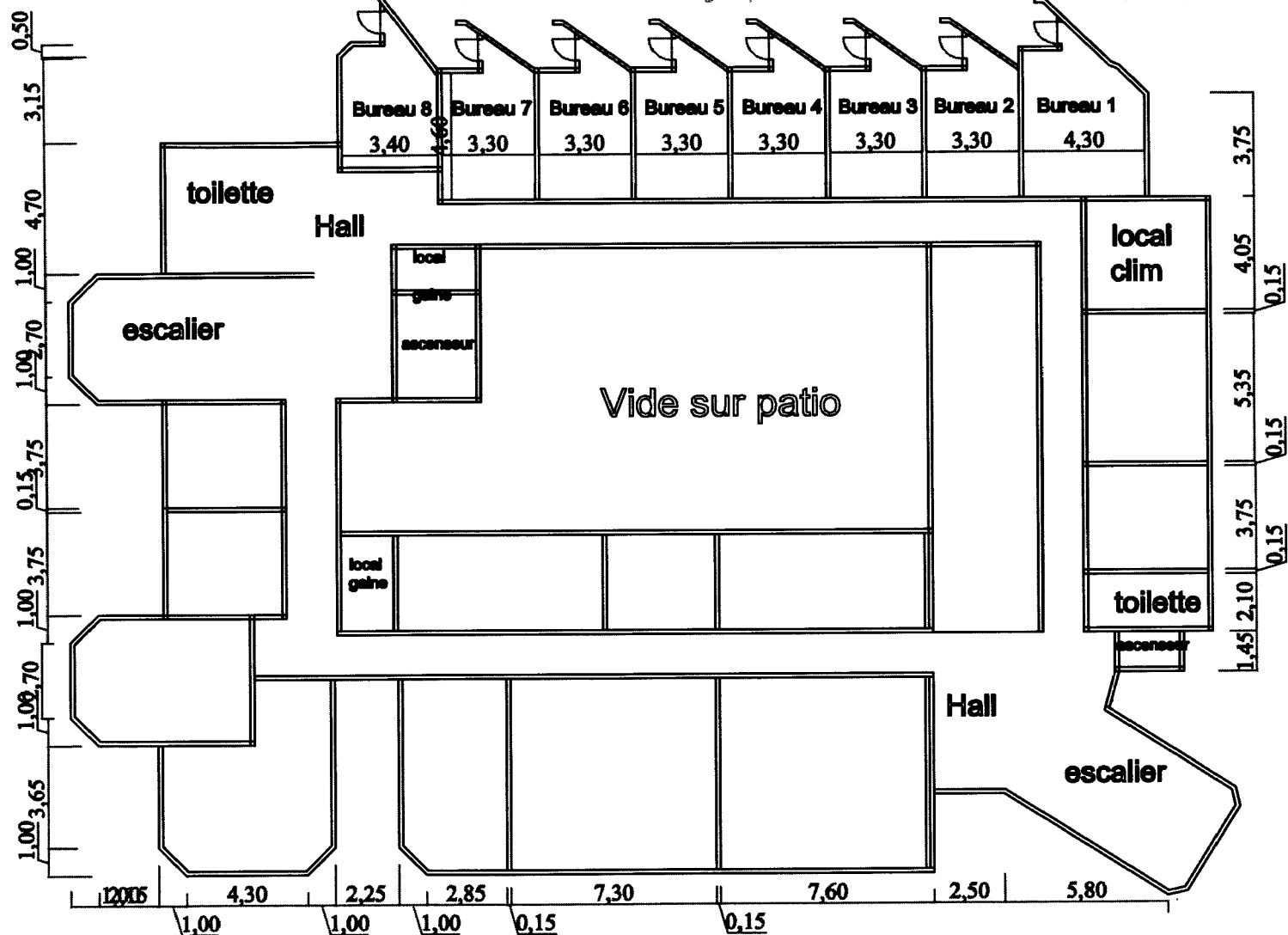
Désignation	RDC	R+1	R+2
Transmission par les parois(W)	6579	12145	22176
Transmission par les vitrages(W)	8606	15733	16356
Gain solaire par les parois(W)	2415	4935.81	28085
Gain solaire par les vitrages(W)	1910	3567	3613.2
Gain sensible interne(W)	12204	22774	21058
Gain latent interne(W)	2495	4231	4231
Sous total gains par niveau(W)	34208	62973	95519

Tableau N° 26: Récapitulatif du bilan thermique du bâtiment A

VII.4.2. Calcul du bilan thermique d'une partie du bâtiment R+6

Avant d'aborder le calcul du bilan thermique dans le bâtiment R+6, nous allons énoncer quelques hypothèses concernant la température. La température sous patio est prise égale à 36°C de même que la température dans les couloirs. La température au niveau du parking du sous sol est également de 36°C.

Nous avons choisi présenter ici le bilan thermique du RDC du bâtiment (R+6) ainsi que le récapitulatif du bilan par niveau. Le détail des autres niveaux est inscrit en Annexe A.1



PLAN DE NIVEAU DU BATIMENT (R+6)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	RDC BUREAU1	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
5,3	4,3	3,4	22,79	77,486
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	116,23
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	12,64	1,91	12	289,71
Nord	14,62	1,91	15	418,86
Est	18,02	1,91	15	516,27
Plancher	23,76	1,44	12	410,57
Total gain par conduction par les parois				1635,42
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
Est	8,16	6,1	15	746,64
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	14,62	1,91	3,88	108,35
Nord	14,62	1,91	9,49	265,00
Est	18,02	1,91	15,25	524,88
Total gain par ensoleillement par les parois				898,22
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
Sud	8,16	0,09	44	32,31
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				3929,48
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	116,23	15	0,33	575,33
Latents	116,23	1,9	0,84	185,50
Gains sensibles local et air extérieur (w)				4504,81
Gains latents local et air extérieur (w)				231,90
Bilan thermique (w)				4736,72
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				207,84

Tableau N° 27 : Bilan thermique du bâtiment R+6 bureau 1 (RDC)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	RDC BUR 2 à 7	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
4,6	3,65	3,4	16,79	57,086
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
2	18	36	1,5	85,63
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	11,80	1,91	12	270,46
Nord	14,70	1,91	15	421,16
Plancher	17,39	1,44	12	300,50
Total gain par conduction par les parois				992,11
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	14,44	1,91	3,88	107,01
Nord	14,7	1,91	9,49	266,45
Total gain par ensoleillement par les parois				373,46
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	2	1	139,20
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				2052,06
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	2	1	92,80
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	85,63	15	0,33	423,86
Latents	85,63	1,9	0,84	136,66
Gains sensibles local et air extérieur (w)				2475,92
Gains latents local et air extérieur (w)				229,46
Bilan thermique (w)				2705,39
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				161,13

Tableau N° 28 : Bilan thermique du bâtiment R+6 bureau 2 à 7 (RDC)

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	RDC BUREAU8	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
4,9	3,75	3,4	18,375	62,475
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	93,71
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	10,11	1,91	12	231,72
Ouest	16,60	1,91	15	475,59
Nord	12,75	1,91	15	365,29
Plancher	19,15	1,44	12	330,91
Total gain par conduction par les parois				1403,51
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	12,75	1,91	3,88	94,49
Ouest	16,6	1,91	14,48	459,10
Nord	12,75	1,91	9,49	231,11
Total gain par ensoleillement par les parois				784,70
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				2805,09
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	93,71	15	0,33	463,88
Latents	93,71	1,9	0,84	149,57
Gains sensibles local et air extérieur (w)				3268,97
Gains latents local et air extérieur (w)				195,97
Bilan thermique (w)				3464,93
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				188,57

Tableau N° 29 : Bilan thermique du bâtiment R+6 bureau 8 (RDC)

Le Tableau N°30 présente le bilan thermique du rez de chaussée de l'aile Nord du bâtiment

Désignation	Bureau 1	Bureau (2-7)	Bureau 8
Transmission par les parois(W)	1635	993	1404
Transmission par les vitrages(W)	888	141	141
Gain solaire par les parois(W)	899	374	785
Gain solaire par les vitrages(W)	33	7	7
Gain sensible interne(W)	1045	963	934
Gain latent interne(W)	232	230	195.97
Sous total gains par niveau(W)	4737	2706	3465
Total gains du niveau (W)	24434		

Tableau N° 30: Récapitulatif du bilan thermique du RDC de l'aile Nord du bâtiment (R+6)

Le tableau N°31 présente le bilan thermique pour un niveau compris entre le premier et le cinquième étage.

Désignation	Bureau 1	Bureau (2-7)	Bureau 8
Gain par conduction(W)	1225	692	1073
Gain par les vitrages(W)	888	141	141
Gain solaire par les murs(W)	899	374	785
Gain solaire par les vitrages(W)	39	7	7
Gain sensible interne(W)	1045	964	934
Gain latent interne(W)	232	230	196
Sous total gains par niveau(W)	3580	2405	3134
Total gains du niveau (W)	21144		

Tableau N° 31: Bilan thermique du (Niveau 1 à 5) de l'aile Nord du bâtiment (R+6)

Le tableau N°32 présente le bilan thermique du niveau 6 du bâtiment R+6

Désignation	Bureau 1	Bureau (2-7)	Bureau 8
Transmission par les parois(W)	2091	1193	1784
Transmission par les vitrages(W)	949	151	151
Gain solaire par les parois(W)	2523	1487	2106
Gain solaire par les vitrages(W)	42	7	7
Gain sensible interne(W)	996	931	975
Gain latent interne(W)	249	196	210
Sous total gains par niveau(W)	6947	3963	5232
Total gains du niveau (W)	35957		

Tableau N° 32: Récapitulatif du bilan thermique du Niveau 6 de l'aile Nord du bâtiment (R+6)

Le tableau N°33 présente un récapitulatif des gains pour les différents niveaux.

Désignation	RDC	R+1	R+2	R+3	R+4	R+5	R+6
Gains par niveau(W)	24434	21144	21144	21144	21144	21144	35957

Tableau N° 33: Récapitulatif du bilan thermique de l'aile nord du bâtiment (R+6)

VIII. ETUDE D'UN SYSTEME DE CLIMATISATION

VIII.1. Justification du choix du système VRV

Nous avons choisi pour la conception d'une nouvelle installation de climatisation, le système VRV.

Plusieurs raisons justifient ce choix :

- le système VRV est un système capable d'adapter sa puissance strictement aux besoins thermiques des locaux traités occasionnant ainsi d'énorme économie d'énergies.
- le système VRV est un système moderne, sobre en consommation, facile à installer, flexible, et conviviale.
- le système VRV dispose d'un réfrigérant (R-410 C dans notre cas) respectueux de la couche d'ozone et aussi possède un niveau sonore réduit.
- le système VRV présente un faible coût de fonctionnement car il permet à chaque zone du bâtiment d'être contrôlée individuellement.

VIII.2. Choix de l'unité intérieure

Le choix de l'unité intérieure dépend du bilan thermique (la charge de climatisation du local). Le modèle d'unité intérieure retenu est de type mural car ce modèle est plus simple à installer et est identique aux modèles existants (Split systèmes muraux).

➤ Le bâtiment A

La surface moyenne d'un bureau est pratiquement identique par niveau. Connaissant la surface totale à climatiser par niveau et suivant le bilan thermique, nous pouvons déterminer la puissance frigorifique par niveau et par bureau et choisir la puissance frigorifique de l'unité intérieure à installer. Le tableau N°34 présente les différents résultats.

Niveau	RDC	R+1	R+2
Surface climatisée (m ²)	183.6	336.2	336.2
Charge frigorifique du niveau (W)	34208	62972	95519
Ratio charge frigorifique / surface climatisée(W/m ²)	186.3	187.3	284.1
Surface moyenne d'un bureau (m ²)	18.36	18.67	18.67
Charge de climatisation d'un bureau(W)	3421	3497	5304
Modèle d'unité murale intérieure	FXAQ ₃₂ MVE	FXAQ ₃₂ MVE	FXAQ ₅₀ MVE
Puissance frigorifique nominale de l'unité(W) ¹	3600	3600	5600
Puissance frigorifique corrigée (W) ²	3400	3400	5200
Nombre d'unité murale intérieure	10	18	18

Tableau N° 34: Choix du modèle d'unité intérieure

Remarques

¹ Puissance donnée sur la base de $T_{\text{ext}} = 35^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{int sec}} = 27^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{int humi}} = 19^{\circ}\text{C}$

² Puissance corrigée donnée sur la base de $T_{\text{ext}} = 39^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{int sec}} = 26^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{int humi}} = 18^{\circ}\text{C}$. Nous signalons que la puissance frigorifique corrigée a été obtenue avec les conditions extérieures et intérieures de base (voir bilan thermique) de Ouagadougou. Nous précisons qu'au niveau du bâtiment A, les surfaces des bureaux sont pratiquement identiques.

➤ Le bâtiment R+6

Dans l'estimation du bilan thermique, nous avons calculé la charge de climatisation des différents locaux de l'aile Nord concernée par l'installation du système. Les différents résultats sont regroupés dans le Tableau N° 35

RDC			
N° Bureau	Bureau N°1	Bureau N°2 à N°7	Bureau N°8
Charge de climatisation d'un bureau(W)	4737	2705	3465
Surface climatisée (m ²)	22.8	16.8	18.4
Ratio charge frigorifique / surface climatisée(W/m ²)	207.9	161.1	188.6

Tableau N° 35: Calcul du ratio charge sur puissance du RDC (Bâtiment R+6)

R+1 à R+5			
N° Bureau	Bureau N°1	Bureau N°2 à N°7	Bureau N°8
Charge de climatisation d'un bureau(W)	3580	2405	3134
Surface climatisée (m ²)	22.8	16.8	18.4
Ratio charge frigorifique / surface climatisée(W/m ²)	157.1	143.2	170.6

Tableau N° 36: Calcul du ratio charge sur puissance du Niveau 1 à 5 (Bâtiment R+6)

R+6			
N° Bureau	Bureau N°1	Bureau N°2 à N°7	Bureau N°8
Charge de climatisation d'un bureau(W)	6698	3963	5231
Surface climatisée (m ²)	22.6	16.8	18.4
Ratio charge frigorifique / surface climatisée(W/m ²)	293.9	236	284.7

Tableau N° 37: Calcul du ratio charge sur puissance du Niveau 6 (Bâtiment R+6)

Le tableau récapitulatif du choix de l'unité intérieure est le suivant

Niveau	RDC	R+1à R+5	R+6
Surface climatisée (m ²)	141.9	141.9	141.9
Charge frigorifique du niveau (W)	24435	21144	35707
Ratio charge frigorifique / surface climatisée(W/m ²)	172.2	149	251.6
Charge de climatisation d'un bureau(W)	3055	2643	4467
Modèle d'unité murale intérieure	FXAQ ₃₂ MVE	FXAQ ₂₅ MVE	FXAQ ₅₀ MVE
Puissance frigorifique nominale de l'unité(W) ³	3600	2800	4500
Puissance frigorifique corrigée (W) ⁴	3400	2600	4200
Nombre d'unité murale intérieure	8	8	8

Tableau N° 38: Choix du modèle d'unité intérieure des locaux du bâtiment (R+6)

Remarques

³ Puissance donnée sur la base de $T_{ext} = 35^{\circ}\text{C}$ et $T_{int\ sec} = 27^{\circ}\text{C}$, $T_{int\ humi} = 19^{\circ}\text{C}$

⁴ Puissance corrigée donnée sur la base de $T_{ext} = 39^{\circ}\text{C}$ et $T_{int\ sec} = 26^{\circ}\text{C}$, $T_{int\ humi} = 18^{\circ}\text{C}$

VIII.3. Choix de l'unité extérieure

Le choix de l'unité extérieure dépend de la puissance frigorifique totale des unités intérieures. La configuration retenue est celle pour laquelle un regroupement d'unités extérieures desservira les unités intérieures d'un même niveau (voir schéma en Annexe A.2).

➤ Le bâtiment A

Le choix de l'unité extérieure porte sur la série VRV froid seul. Le modèle d'unité extérieure ainsi que leur quantité sont mentionnés dans le Tableau N°39 .Nous avons fait le choix des unités extérieures en considérant que ces dernières fonctionnent à 100% de leur capacité et en même temps.

Niveau	RDC	R+1	R+2
Somme des puissances nominales des unités intérieures(W)	36000	64800	100800
Modèle de l'unité extérieure retenue	RXYQ14MY1B	RXYQ24MY1B	RXYQ36MY1B
Composition de l'unité extérieure	RXYQ14M(1)	RXYQ10M(1) RXYQ14M(1)	RXYQ16M (1)* RXYQ10M (2)
Puissance frigorifique nominale de l'unité extérieure (kW)	40	68	100.5

Tableau N° 39: Choix de l'unité extérieure du bâtiment A

*Dans le soucis d'harmoniser la composition des unités extérieures, nous avons considéré pour le R+1 :2 unités de type RXYQ14M.

Pour le R+2 :3 unités de type RXYQ16M.

➤ Le bâtiment R+6

Les principaux résultats concernant le choix de l'unité extérieure ainsi que leur quantité sont mentionnés dans le Tableau N°40

Niveau	RDC	R+1 à R+5	R+6
Somme des puissances nominales des unités intérieures(W)	28800	22400	36000
Modèle de l'unité extérieure retenue	RXYQ10MY1B	RXYQ8MY1B	RXYQ14MY1B
Composition de l'unité extérieure	RXYQ10M(1)	RXYQ8M(1)	RXYQ14M(1)
Puissance frigorifique nominale de l'unité extérieure (kW)	28	22.4	40

Tableau N° 40:Choix de l'unité extérieure de l'aile nord du bâtiment (R+6)

Nous signalons que les résultats présentés dans la colonne (R+1 à R+5) concernent un seul niveau. Nous précisons aussi que les niveaux sont identiques de (R+1 à R+5).

VIII.4. Dimensionnement du circuit frigorifique

Ce dimensionnement consiste à déterminer :

- Les diamètres des conduites du fluide frigorigène
- Les types de raccords REFNET à placer sur les conduites.

Nous précisons ici que le té de raccordement des raccords REFNET est en cuivre.

Pour y parvenir, nous avons utilisé le catalogue DAIKIN Technical Data, VRVII SYSTEMS (voir les extraits en Annexe A.6) .

Ce dimensionnement est basé sur l'indice de combinaison. Cet indice représente la somme des indices des unités intérieures à desservir à un endroit donné du circuit frigorifique.

➤ Le bâtiment A

- Dimensionnement des joints REFNET

Le dimensionnement des joints REFNET est regroupé dans le Tableau N°41

RDC			R+1			R+2		
N° Joint	Type de joint REFNET	IC	N° Joint	Type de joint REFNET	IC	N° Joint	Type de joint REFNET	IC
J1	KHRQ22M64T7	320	J1	KHRQ22M64T7	576	J1	KHRQ22M75T7	900
J2	KHRQ22M29T7	288	J2	KHRQ22M64T7	544	J2	KHRQ22M75T7	850
J3	KHRQ22M29T7	256	J3	KHRQ22M64T7	512	J3	KHRQ22M75T7	800
J4	KHRQ22M29T7	224	J4	KHRQ22M64T7	480	J4	KHRQ22M75T7	750
J5	KHRQ22M20T7	192	J5	KHRQ22M64T7	448	J5	KHRQ22M75T7	700
J6	KHRQ22M20T7	160	J6	KHRQ22M64T7	416	J6	KHRQ22M75T7	650
J7	KHRQ22M20T7	128	J7	KHRQ22M64T7	384	J7	KHRQ22M64T7	600
J8	KHRQ22M20T7	96	J8	KHRQ22M64T7	352	J8	KHRQ22M64T7	550
J9	KHRQ22M20T7	64	J9	KHRQ22M64T7	320	J9	KHRQ22M64T7	500
			J10	KHRQ22M29T7	288	J10	KHRQ22M64T7	450
			J11	KHRQ22M29T7	256	J11	KHRQ22M64T7	400
			J12	KHRQ22M29T7	224	J12	KHRQ22M64T7	350
			J13	KHRQ22M20T7	192	J13	KHRQ22M64T7	300
			J14	KHRQ22M20T7	160	J14	KHRQ22M29T7	250
			J15	KHRQ22M20T7	128	J15	KHRQ22M29T7	200
			J16	KHRQ22M20T7	96	J16	KHRQ22M20T7	150
			J17	KHRQ22M20T7	64	J17	KHRQ22M20T7	100

Tableau N° 41: Récapitulatif du choix des joints REFNET du bâtiment A

IC : Indice de combinaison

- Dimensionnement des tuyauteries du fluide frigorigène

Le dimensionnement des tuyauteries de liquide et de gaz est consigné dans les Tableaux N°42 et 43. Pour les liaisons terminales (jonction entre raccord et unité intérieure), les dimensions des tuyaux retenus sont celles correspondant aux connexions de l'unité terminale. Pour les sorties des unités intérieures, les dimensions considérées sont celles de sortie des unités intérieures. Le dimensionnement des autres liaisons est basé sur l'indice de combinaison.

RDC		
N° Tronçon	Diamètre du tuyau (gaz)	Diamètre du tuyau (liquide)
J1-J2	7/ 8"	3/ 8"
J2-J3	7/ 8"	3/ 8"
J3-J4	7/ 8"	3/ 8"
J4-J5	5/ 8"	3/ 8"
J5-J6	5/ 8"	3/ 8"
J6-J7	5/ 8"	3/ 8"
J7-J8	5/ 8"	3/ 8"
J8-J9	5/ 8"	3/ 8"
D-J1	1"1 / 8	1/2"

Tableau N° 42: Dimensionnement des tuyauteries du fluide frigorigène (RDC Bâtiment A)

R+1			R+2		
N° Tronçon	Diamètre du tuyau de gaz	Diamètre du tuyau liquide	N° Tronçon	Diamètre du tuyau de gaz	Diamètre du tuyau liquide
J1-J2	1" 1/8	3/4"	J1-J2	1" 3/8	3/4"
J2-J3	1" 1/8	3/4"	J2-J3	1" 3/8	3/4"
J3-J4	1" 1/8	3/4"	J3-J4	1" 3/8	3/4"
J4-J5	1" 1/8	3/4"	J4-J5	1" 3/8	3/4"
J5-J6	1" 1/8	3/4"	J5-J6	1" 3/8	3/4"
J6-J7	1" 1/8	5/8"	J6-J7	1" 1/8	5/8"
J7-J8	1" 1/8	5/8"	J7-J8	1" 1/8	5/8"
J8-J9	1" 1/8	5/8"	J8-J9	1" 1/8	5/8"
J9-J10	7/8"	5/8"	J9-J10	1" 1/8	5/8"
J10-J11	7/8"	1/2"	J10-J11	1" 1/8	1/2"
J11-J12	7/8"	1/2"	J11-J12	1" 1/8	1/2"
J12-J13	5/8"	1/2"	J12-J13	1" 1/8	1/2"
J13-J14	5/8"	3/8"	J13-J14	7/8"	3/8"
J14-J15	5/8"	3/8"	J14-J15	7/8"	3/8"
J15-J16	5/8"	3/8"	J15-J16	5/8"	3/8"
J16-J17	5/8"	3/8"	J16-J17	5/8"	3/8"
D3-J1	1" 1/8	3/4"	D3-J1	1" 3/8	3/4"
D2-D3	1" 1/8	3/4"	D2-D3	1" 3/8	3/4"
D4-D3	1" 1/8	1/2"	D1-D2	7/8"	3/8"
ConduiteD1	-	1/4"	D4-D3	1" 1/8	1/2"
			ConduiteD6	7/8"	3/8"
			ConduiteD5	-	1/4"

Tableau N° 43: Choix des tuyauteries du fluide frigorigène (R+1 et R+2 Bâtiment A)

➤ Le bâtiment R+6

- Dimensionnement des joints REFNET

Les résultats du choix des raccords REFNET sont regroupés dans le Tableau N° 44

RDC			R+1 à R+5			R+6		
N° Joint	Type de joint REFNET	IC	N° Joint	Type de joint REFNET	IC	N° Joint	Type de joint REFNET	IC
J1	KHRQ22M29T7	256	J1	KHRQ22M29T7	200	J1	KHRQ22M64T7	320
J2	KHRQ22M29T7	224	J2	KHRQ22M20T7	175	J2	KHRQ22M29T7	280
J3	KHRQ22M20T7	192	J3	KHRQ22M20T7	150	J3	KHRQ22M29T7	240
J4	KHRQ22M20T7	160	J4	KHRQ22M20T7	125	J4	KHRQ22M29T7	200
J5	KHRQ22M20T7	128	J5	KHRQ22M20T7	100	J5	KHRQ22M20T7	160
J6	KHRQ22M20T7	96	J6	KHRQ22M20T7	75	J6	KHRQ22M20T7	120
J7	KHRQ22M20T7	64	J7	KHRQ22M20T7	50	J7	KHRQ22M20T7	80

Tableau N° 44: Dimensionnement des joints REFNET (Bâtiment R+6)

IC : Indice de combinaison

- Dimensionnement des tuyauteries du fluide frigorigène

Nous avons utilisé pour ce dimensionnement, les mêmes hypothèses que celles employées pour le bâtiment A. Les différents résultats sont regroupés dans le Tableau N°45

	RDC		R+1 à R+5		R+6	
N° Tronçon	Diamètre tuyau de gaz	Diamètre tuyau liquide	Diamètre tuyau de gaz	Diamètre tuyau liquide	Diamètre tuyau gaz	Diamètre tuyau liquide
J1-J2	7/8"	3/8"	5/8"	3/8"	7/8"	3/8"
J2-J3	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"	7/8"	3/8"
J3-J4	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"	7/8"	3/8"
J4-J5	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"
J5-J6	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"
J6-J7	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"	5/8"	3/8"
D-J1	7/8"	3/8"	7/8"	3/8"	1" 1/8	1/2"

Tableau N° 45: Choix des tuyauteries du fluide frigorigène (Bâtiment R+6)

VIII.5. Dimensionnement du circuit électrique

Ce dimensionnement consiste à faire le choix des différentes protections et déterminer les sections des câbles de l'ensemble des installations électriques du système de climatisation.

- Choix du disjoncteur

Le choix du disjoncteur approprié est fonction de la puissance de l'appareil à protéger. Nous avons utilisé le catalogue LEGRAND 2002 des appareillages électriques d'installation pour choisir le calibre de notre disjoncteur.

Les différents résultats sont regroupés dans les Tableaux N°46,47,48,49

RDC (Bâtiment A)		
Désignation	Notation	Type de disjoncteur
Unité extérieure	D1	DX 6000 C32
Unité intérieure	D2 à D11	DX 6000 C1
Disjoncteur principal	DG	DX 6000 C40

Tableau N° 46: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment A RDC)

R +1(Bâtiment A)		
Désignation	Notation	Type de disjoncteur
Unité extérieure	D1	DX 6000 C32
	D2	DX 6000 C32
Unité intérieure	D3 à D20	DX 6000 C1
Disjoncteur principal	DG	DX 6000 C63

Tableau N° 47: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment A R+1)

R +2(Bâtiment A)		
Désignation	Notation	Type de disjoncteur
Unité extérieure	D1	DX 6000 C32
	D2	DX 6000 C32
	D3	DX 6000 C32
Unité intérieure	D4 à D21	DX 6000 C1
Disjoncteur principal	DG	DX 6000 C100

Tableau N° 48: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment A R+2)

NB : Comprendre que dans DX 6000 C32 , 32 représente le calibre du disjoncteur.

	Type de disjoncteur(Bâtiment R+6)		
Désignation	RDC	R+1 à R+5	R+6
Unité extérieure1	DX 6000 C20	DX 6000 C16	DX 6000 C32
Unité intérieure(1à8)	DX 6000 C1	DX 6000 C1	DX 6000 C1
Disjoncteur principal	DX 6000 C25	DX 6000 C20	DX 6000 C40

Tableau N° 49: Choix du type de disjoncteur (Bâtiment R+6)

- Détermination des sections des câbles

Les différentes sections de câble du réseau sont déterminées à l'aide du catalogue « Câbles Pirelli ». Nous avons déterminé d'abord l'intensité en régime normal I_r . A cette intensité, un facteur de correction global K sera appliqué afin de déterminer l'intensité fictive $I_f = \frac{I_r}{K}$. Nous choisissons dans le catalogue, la section de câble correspondant.

Il ressort de notre étude que :

- Pour les unités extérieures du bâtiment A, leurs puissances électriques sont : une unité de 14.3 kW pour le RDC, 2 unités de 14.3 kW pour le R+1 et 3 unités de 15.6 kW pour le R+2. Le coefficient global donne $K = K_1 * K_2 * K_3 = 0.82$ (dans notre cas $K_1 = 1$, $K_2 = 0.91$ et $K_3 = 0.9$).

K_1 : facteur de correction fonction du mode de pose

K_2 :facteur de correction fonction de la température

K_3 :facteur de correction fonction de la protection et de la proximité d'un conducteur

Le facteur de puissance choisi est 0.7 pour tenir compte du démarrage des moteurs des compresseurs. Nous avons alors

Pour le RDC $I_r = 31A$ et $I_f = 37.9 A$. Nous choisissons d'après le catalogue un câble en cuivre de 6 mm² de section.

Pour le R+1, $I_r = 31A$ et $I_f = 37.9 A$. Nous choisissons pour chaque unité, un câble en cuivre de section 6 mm².

Pour le R+2, $I_r = 33.9A$ et $I_f = 41.3 A$. Les sections de câble de 6 mm² correspondent à ce courant admissible.

En résumé, les câbles d'alimentation des unités extérieures du bâtiment A ont tous une section de 6 mm². Ces câbles sont de types 5x6².

- Pour les unités extérieures du bâtiment (R+6), leurs puissances électriques sont 9 Kw pour le RDC, 6.97 kW pour chaque unité du R+1 au R+5 et 14.3 kW pour le Niveau 6. Le coefficient global donne $K = K_1 * K_2 * K_3 = 0.82$ (dans notre cas $K_1 = 1$, $K_2 = 0.91$ et $K_3 = 0.9$).

Le facteur de puissance choisi est 0.7 pour tenir compte du démarrage des moteurs des compresseurs. Nous avons alors :

Pour le RDC $I_r = 19.5A$ et $I_f = 23.8 A$. Nous choisissons d'après le catalogue un câble en cuivre de 2.5 mm^2 de section donc de type 5×2.5^2

Du niveau 1 au niveau 5, $I_r = 15.1A$ et $I_f = 18.4 A$. Les câbles en cuivre correspondant ont une section de 2.5 mm^2 donc de type 5×2.5^2 .

Pour le niveau 6, nous avons les mêmes unités extérieures que le RDC du bâtiment A, donc la section du câble en cuivre est 6 mm^2 .

- Pour les unités intérieures dans les 2 bâtiments, les puissances absorbées sont uniquement de 27 W et 22 W. Nous choisissons pour ces unités, une petite section disponible donc 1.5 mm^2 . Les câbles sont alors de type 3×1.5^2 .

- Les câbles de télécommande et de liaison sont de type 2×2.5^2 . Les câbles de télécommande représentent la liaison entre la télécommande à distance et l'unité intérieure concernée. Les câbles de liaison représentent la jonction entre les différents appareils (unités intérieures et unités extérieures) d'un regroupement donné. Dans le cas de notre étude, nous avons opté pour un groupement par niveau.

- Choix du coffret électrique

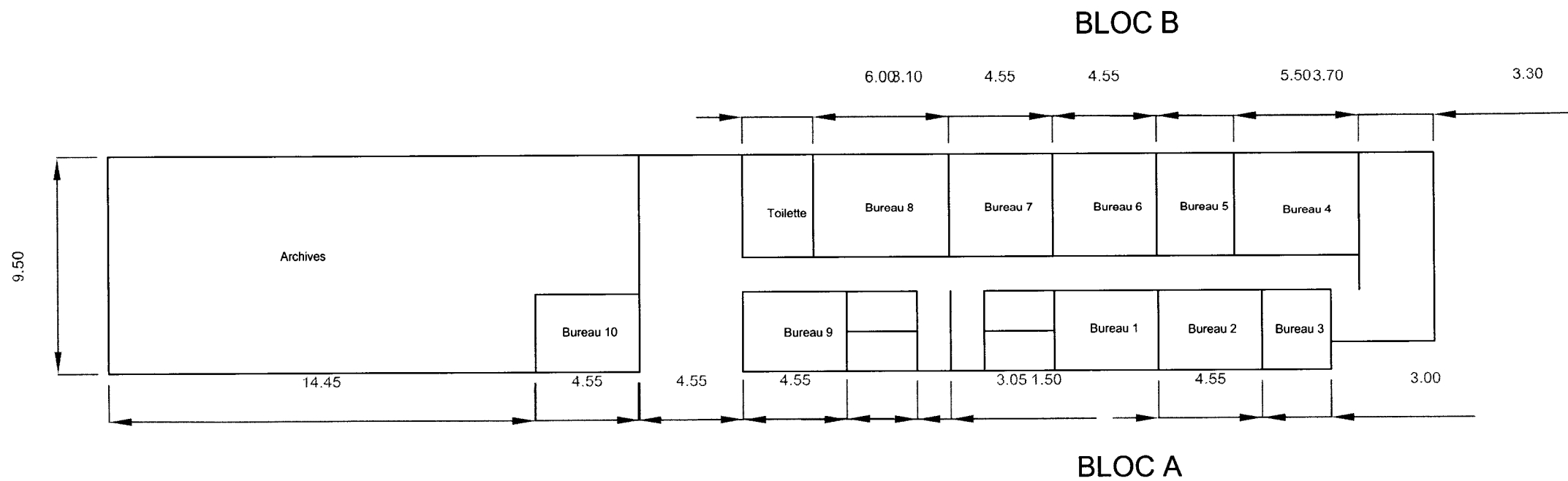
Nous avons choisi un coffret électrique de modèle EKINOXE module 13. Suivant le nombre de disjoncteurs à installer, nous avons différencié les capacités des 3 niveaux du bâtiment A.

Ainsi pour le RDC, nous avons choisi 3 rangées de module 13.

Pour le R+1 et R+2, nous avons choisi 4 rangées de module 13 afin de pouvoir installer tous les disjoncteurs.

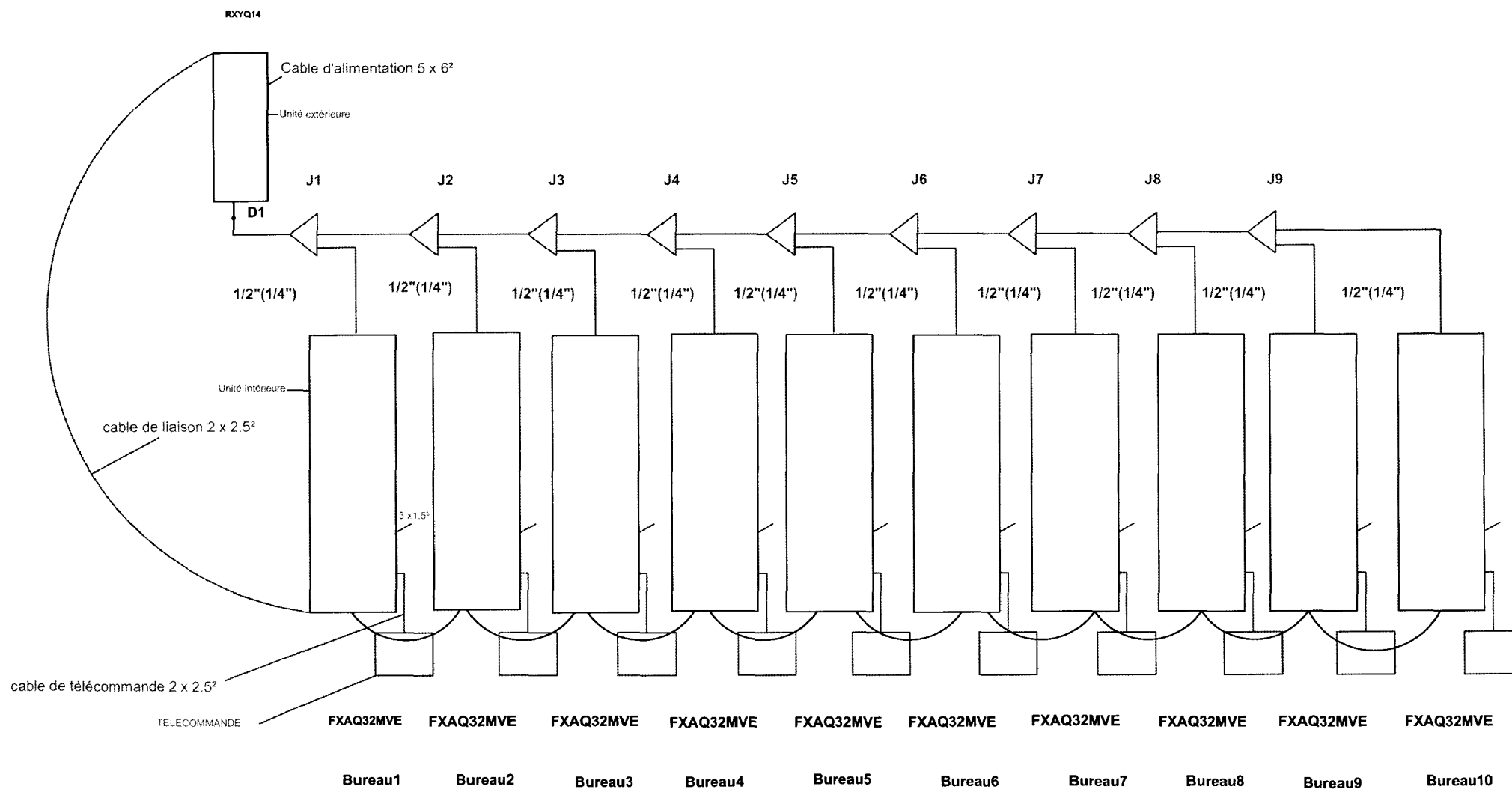
Pour le bâtiment (R+6) nous avons choisi un coffret EKINOXE module 13. Concernant la disposition, nous proposons 3 rangées de 13 modules pour tous les niveaux du bâtiment afin de pouvoir distinguer les unités intérieures et extérieures.

Nous présenterons ci-dessous le plan d'implantation des VRV du bâtiment A RDC, les autres plans sont placés en Annexe A.2.



Vue en plan du bâtiment A (RDC)

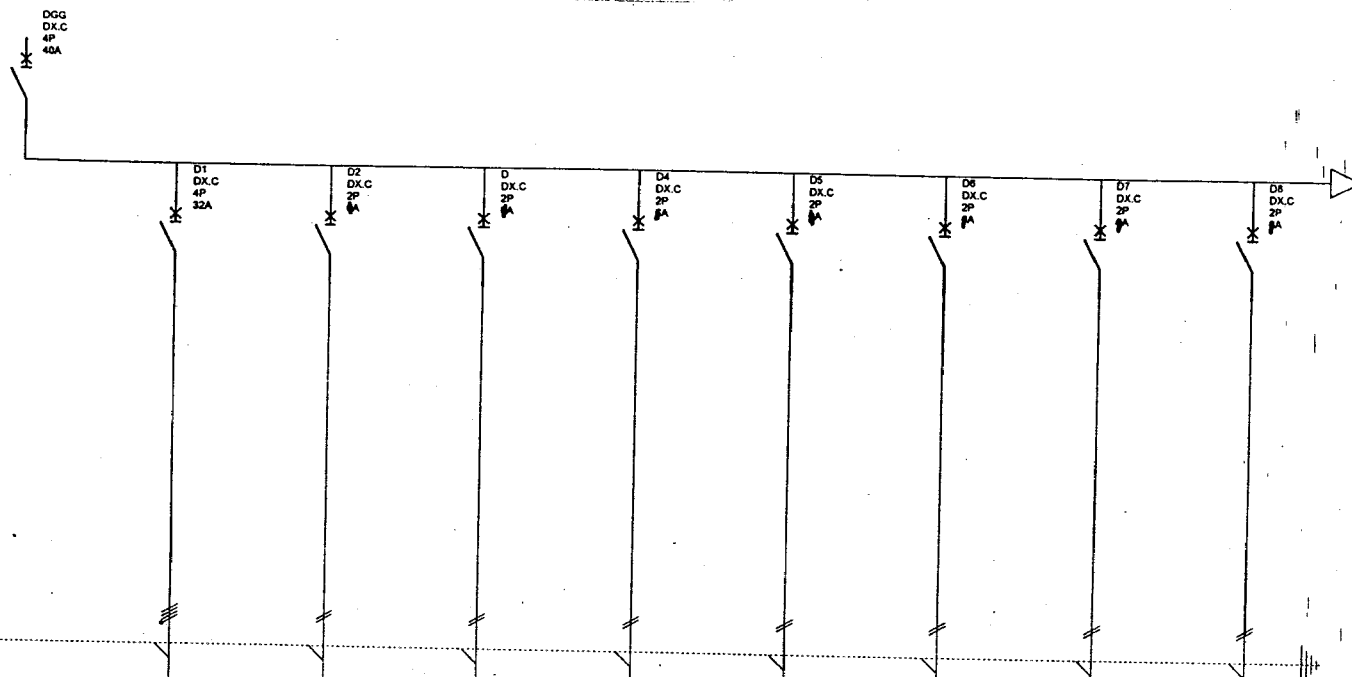
Mémoire de fin d'étude : Audit énergétique des bâtiments de la CNSS à Ouagadougou



Légende: Diamètre conduite gaz (Diamètre conduite liquide)

Plan d'implantation des unités intérieures et extérieures(RDC du batiment A)

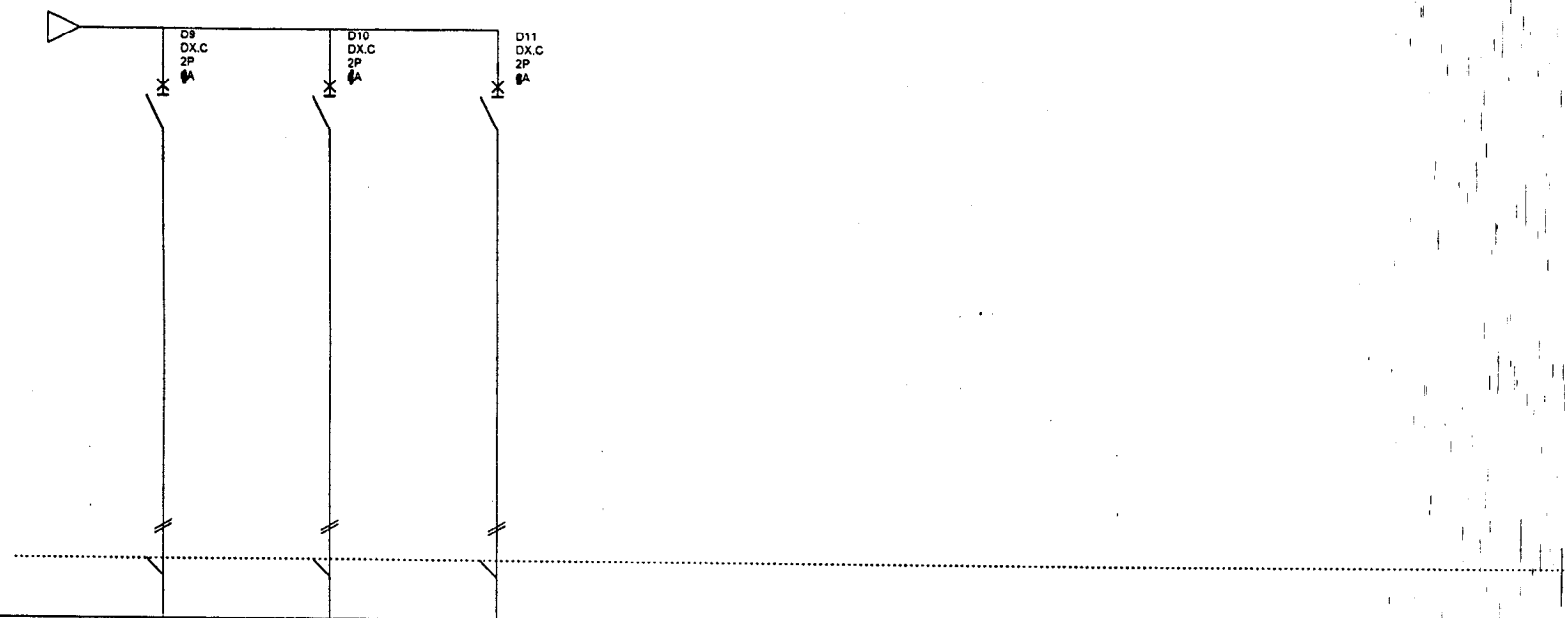
Mémoire de fin d'étude : Audit énergétique des bâtiments de la CNSS à Ouagadougou



REPERE CIRCUIT		D1	D2	D	D4	D5	D6	D7	D8
REPERE BORNES									
DESIGNATION	Venant du tableau général de la climatisation	Unité extérieure 1	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5	Unité intérieure 6 Bureau 6	Unité extérieure 7 Bureau 7
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	10 mm²	6 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (RDC)

N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C	F
N° DE PLAN :		B	E
DATE :	28 Mai 2004	A	D
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	1/3



REPÈRE CIRCUIT	D9	D10	D11						
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 8 Bureau 8	Unité intérieure 9 Bureau 9	Unité intérieure 10 Bureau 10						
LONGUEUR DE CÂBLE									
SECTION DE CÂBLE	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²						
TYPE DE CÂBLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (RDC)

N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	273		

VIII.6. Estimation du coût d'installation des VRV

Les devis estimatifs de l'installation des VRV dans le bâtiment A et dans l'aile nord du bâtiment (R+6) sont consignés dans les tableaux ci après Les différents prix sont en FCFA.

Devis estimatif de l'installation du système VRV au niveau du bâtiment A de la CNSS (RDC)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Appareillage				
I-1	Unité intérieure FXAQ32MEV	u	10	900 000	9000000
I-2	Unité extérieure RXYQ14M	u	1	7 500 000	7500000
I-3	Télécommande	u	10	100 000	1000000
	Sous total1				17500000
II	Différents joints				
II-1	Joints REFNET KHRQ22M64T7	u	1	35 000	35000
II-2	Joints REFNET KHRQ22M29T7	u	3	30 000	90000
II-3	Joints REFNET KHRQ22M20T7	u	5	25 000	125000
	Sous total2				250000
III	Tuyauterie et isolation				
III-1	Tuyauterie en cuivre (1"1/8)	ml	5	6 125	30625
III-2	Tuyauterie en cuivre (7/8")	ml	19	4 750	90250
III-3	Tuyauterie en cuivre (5/8")	ml	25	3 250	81250
III-4	Tuyauterie en cuivre (1/2")	ml	15	2 600	39000
III-5	Tuyauterie en cuivre (3/8")	ml	47	1 650	77550
III-6	Tube PVC pour condensats	ml	4	900	3600
III-7	Armaflex (1"3/8)	ml	5	3 125	15625
III-8	Armaflex (1")	ml	19	2 175	41325
III-9	Armaflex (3/4")	ml	25	1 825	45625
III-10	Armaflex (5/8")	ml	15	1 200	18000
III-11	Armaflex (1/2")	ml	47	900	42300
III-11	Isolation tube en PVC	ml	4	1500	6000
	Sous total3				491150
IV	Equipements coffret électrique				
IV-1	Disjoncteur pour unité intérieure 1 A	u	10	21 500	215000
IV-2	Disjoncteur pour unité extérieure 32A	u	2	69 000	138000
IV-3	Disjoncteur principal 40A	u	1	86 000	86000
IV-4	Câble en cuivre de section 3 x 1,5mm ²	ml	63	375	23625
IV-5	Câble en cuivre de section 5 x 6mm ²	ml	14	1 000	14000
IV-6	Câble pour télécommande 2 x 2,5mm ²	ml	10	255	2550
IV-7	Coffret électrique Ekinox de module 13	u	1	105 000	105000
	Sous total3				584175
TOTAL					18825325

Tableau N° 50 :Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment A (RDC)

Devis estimatif de l'installation du système VRV au niveau du bâtiment A de la CNSS (R+1)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Appareillage				
I-1	Unité intérieure FXAQ32MEV	u	18	900 000	16200000
I-2	Unité extérieure RXYQ14M	u	2	7 500 000	15000000
I-3	Télécommande	u	18	100 000	1800000
	Sous Total1				33000000
II	Différents joints				
II-1	Joints REFNET KHRQ22M64T7	u	9	35 000	315000
II-2	Joints REFNET KHRQ22M29T7	u	3	30 000	90000
II-3	Joints REFNET KHRQ22M20T7	u	5	25 000	125000
	Sous Total2				530000
III	Tuyauterie et isolation				
III-1	Tuyauterie en cuivre (1"1/8)	ml	52	6 125	318500
III-2	Tuyauterie en cuivre (7/8")	ml	21	4 750	99750
III-3	Tuyauterie en cuivre (5/8")	ml	58	3 250	188500
III-4	Tuyauterie en cuivre (1/2")	ml	43	2 600	111800
III-5	Tuyauterie en cuivre (3/8")	ml	36	1 650	59400
III-6	Tuyauterie en cuivre (1/4")	ml	20	1 175	23500
III-7	Tube PVC pour condensats	ml	8	900	7200
III-8	Armaflex (1"3/8)	ml	52	3 125	162500
III-9	Armaflex (1")	ml	21	2 175	45675
III-10	Armaflex (7/8")	ml	58	2 100	121800
III-11	Armaflex (5/8")	ml	43	1 200	51600
III-12	Armaflex (1/2")	ml	36	900	32400
III-12	Armaflex (3/8")	ml	20	700	14000
III-13	Isolation tube PVC	ml	8	1500	12000
	Sous Total3				1248625
IV	Equipements coffret électrique				
IV-1	Disjoncteur pour unité intérieure 1 A	u	18	21 500	387000
IV-2	Disjoncteur pour unité extérieure 32A	u	2	69 000	138000
IV-3	Disjoncteur principal 63A	u	1	135 000	135000
IV-4	Câble en cuivre de section 3 x 1,5mm ²	ml	40	375	15000
IV-5	Câble en cuivre de section 5 x 6mm ²	ml	26	1 000	26000
IV-6	Câble pour télécommande 2 x 2,5mm ²	ml	20	255	5100
IV-7	Coffret électrique Ekinox de module 13	u	1	105 000	105000
	Sous Total4				811100
TOTAL					35589725

Tableau N° 51 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment A (R+1)

Devis estimatif de l'installation du système VRV au niveau du bâtiment A de la CNSS (R+2)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Appareillage				
I-1	Unité intérieure FXAQ50MEV	u	18	1 000 000	18000000
I-2	Unité extérieure RXYQ16M	u	3	8 000 000	24000000
I-3	Télécommande	u	18	100 000	1800000
	Sous Total1				43800000
II	Différents joints				
II-1	Joints REFNET KHRQ22M75T7	u	6	40 000	240000
II-2	Joints REFNET KHRQ22M64T7	u	7	35 000	245000
II-3	Joints REFNET KHRQ22M29T7	u	2	30 000	60000
II-4	Joints REFNET KHRQ22M20T7	u	2	25 000	50000
	Sous Total2				595000
III	Tuyauteries et isolation				
III-1	Tuyauterie en cuivre (1"3/8)	ml	32	9 600	307200
III-2	Tuyauterie en cuivre (1"1/8)	ml	46	6 125	281750
III-3	Tuyauterie en cuivre (7/8")	ml	18	4 750	85500
III-4	Tuyauterie en cuivre (3/4")	ml	32	3 900	124800
III-5	Tuyauterie en cuivre (5/8")	ml	31	3 250	100750
III-6	Tuyauterie en cuivre (1/2")	ml	44	2 600	114400
III-7	Tuyauterie en cuivre (3/8")	ml	20	1 650	33000
III-8	Tuyauterie en cuivre (1/4")	ml	20	1 175	23500
III-9	Tube PVC pour condensats	ml	12	900	10800
III-10	Armaflex (1"5/8)	ml	32	3 625	116000
III-11	Armaflex (1"3/8)	ml	46	3 125	143750
III-12	Armaflex (1")	ml	18	2 175	39150
III-13	Armaflex (7/8")	ml	32	2 100	67200
III-14	Armaflex (3/4")	ml	31	1 825	56575
III-15	Armaflex (5/8")	ml	44	1 200	52800
III-16	Armaflex (1/2")	ml	20	900	18000
III-17	Armaflex (3/8")	ml	20	700	14000
III-18	Isolation tube PVC	ml	12	1 500	18000
	Sous Total3				1607175
IV	Equipements coffret électrique				
IV-1	Disjoncteur pour unité intérieure 1 A	u	18	21 500	387000
IV-2	Disjoncteur pour unité extérieure 32A	u	3	69 000	207000
IV-3	Disjoncteur principal 100A	u	1	186 800	186800
IV-4	Câble en cuivre de section 3 x 1,5mm²	ml	40	375	15000
IV-5	Câble en cuivre de section 5 x 6mm²	ml	26	1 000	26000
IV-6	Câble pour télécommande 2 x 2,5mm²	ml	20	255	5100
IV-7	Coffret électrique Ekinox de module 13	u	1	105 000	105000
	Sous Total3				931900
TOTAL					46934075

Tableau N° 52 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment A (R+2)

Devis estimatif de l'installation des VRV au niveau de l'aile nord du bâtiment R+6 de la CNSS (RDC)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Appareillage				
I-1	Unité intérieure FXAQ32MEV	u	8	900 000	7200000
I-2	Unité extérieure RXYQ10M	u	1	6 000 000	6000000
I-3	Télécommande	u	8	100 000	800000
	Sous Total1				14000000
II	Différents joints				
II-1	Joints REFNET KHRQ22M29T7	u	2	30 000	60000
II-2	Joints REFNET KHRQ22M20T7	u	5	25 000	125000
	Sous Total2				185000
III	Tuyauteries et isolation				
III-1	Tuyauterie en cuivre (7/8")	ml	12	4 750	57000
III-2	Tuyauterie en cuivre (5/8")	ml	25	3 250	81250
III-3	Tuyauterie en cuivre (1/2")	ml	8	2 600	20800
III-4	Tuyauterie en cuivre (3/8")	ml	37	1 650	61050
III-5	Tuyauterie en cuivre (1/4")	ml	8	1 175	9400
III-6	Tube PVC pour condensats	ml	5	900	4500
III-7	Armaflex (1")	ml	12	2 175	26100
III-8	Armaflex (3/4")	ml	25	1 825	45625
III-9	Armaflex (5/8")	ml	8	1 200	9600
III-10	Armaflex (1/2")	ml	37	900	33300
III-11	Armaflex (3/8")	ml	8	700	5600
III-12	Isolation tube PVC	ml	5	1 500	7500
	Sous Total3				361725
IV	Equipements coffret électrique				
IV-1	Disjoncteur pour unité intérieure 1 A	u	8	21 500	172000
IV-2	Disjoncteur pour unité extérieure 20A	u	1	52 000	52000
IV-3	Disjoncteur principal 25A	u	1	58 000	58000
IV-4	Câble en cuivre de section 3 x 1,5mm ²	ml	16	375	6000
IV-5	Câble en cuivre de section 5 x 2,5mm ²	ml	15	1 000	15000
IV-6	Câble pour télécommande 2 x 2,5mm ²	ml	10	255	2550
IV-7	Coffret électrique Ekinox de module 13	u	1	105 000	105000
	Sous Total4				410550
TOTAL					14957275

Tableau N° 53 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment R+6 (RDC)

Devis estimatif de l'installation des VRV au niveau de l'aile nord du bâtiment R+6 de la CNSS (R+1 à R+5)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Appareillage				
I-1	Unité intérieure FXAQ25MEV	u	8	850 000	6800000
I-2	Unité extérieure RXYQ8M	u	1	5 500 000	5500000
I-3	Télécommande	u	8	100 000	800000
	Sous Total1				13100000
II	Différents joints				
II-1	Joints REFNET KHRQ22M29T7	u	1	30 000	30000
II-2	Joints REFNET KHRQ22M20T7	u	6	25 000	150000
	Sous Total2				180000
III	Tuyauteries et isolation				
III-1	Tuyauterie en cuivre (7/8")	ml	12	4 750	57000
III-2	Tuyauterie en cuivre (5/8")	ml	30	3 250	97500
III-3	Tuyauterie en cuivre (1/2")	ml	8	2 600	20800
III-4	Tuyauterie en cuivre (3/8")	ml	42	1 650	69300
III-5	Tuyauterie en cuivre (1/4")	ml	8	1 175	9400
III-6	Tube PVC pour condensats	ml	12	900	10800
III-7	Armaflex (1")	ml	12	2 175	26100
III-8	Armaflex (3/4")	ml	30	1 825	54750
III-9	Armaflex (5/8")	ml	8	1 200	9600
III-10	Armaflex (1/2")	ml	42	900	37800
III-11	Armaflex (3/8")	ml	8	700	5600
III-12	Isolation tube PVC	ml	12	1 500	18000
	Sous Total3				416650
IV	Equipements coffret électrique				
IV-1	Disjoncteur pour unité intérieure 1 A	u	8	21 500	172000
IV-2	Disjoncteur pour unité extérieure 16A	u	1	43 000	43000
IV-3	Disjoncteur principal 20A	u	1	52 000	52000
IV-4	Câble en cuivre de section 3 x 1,5mm ²	ml	16	375	6000
IV-5	Câble en cuivre de section 5 x 2,5 mm ²	ml	15	1 000	15000
IV-6	Câble pour télécommande 2 x 2,5mm ²	ml	10	255	2550
IV-7	Coffret électrique Ekinox de module 13	u	1	105 000	105000
	Sous Total4				395550
TOTAL					14092200

Tableau N° 54 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment R+6 (R+1 à R+5)

Devis estimatif de l'installation des VRV au niveau de l'alle nord du bâtiment R+6 de la CNSS (NIVEAU6)					
N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
I	Appareillage				
I-1	Unité intérieure FXAQ40MEV	u	8	900 000	7200000
I-2	Unité extérieure RXYQ14M	u	1	7 500 000	7500000
I-3	Télécommande	u	8	100 000	800000
	Sous Total1				15500000
II	Différents joints				
II-1	Joints REFNET KHRQ22M64T7	u	1	35 000	35000
II-2	Joints REFNET KHRQ22M29T7	u	3	30 000	90000
II-3	Joints REFNET KHRQ22M20T7	u	3	25 000	75000
	Sous Total2				200000
III	Tuyauteries et isolation				
III-1	Tuyauterie en cuivre (1"1/8)	ml	7	6 125	42875
III-2	Tuyauterie en cuivre (7/8")	ml	12	4 750	57000
III-3	Tuyauterie en cuivre (5/8")	ml	11	3 250	35750
III-4	Tuyauterie en cuivre (1/2")	ml	15	2 600	39000
III-5	Tuyauterie en cuivre (3/8")	ml	30	1 650	49500
III-6	Tuyauterie en cuivre (1/4")	ml	8	1 175	9400
III-7	Tube PVC pour condensats	ml	24	900	21600
III-8	Armaflex (1"3/8)	ml	7	3 125	21875
III-9	Armaflex (1")	ml	12	2 175	26100
III-10	Armaflex (3/4')	ml	11	1 825	20075
III-11	Armaflex (5/8")	ml	15	1 200	18000
III-12	Armaflex (1/2")	ml	30	900	27000
III-13	Armaflex (3/8")	ml	8	700	5600
III-14	Isolation tube PVC	ml	24	1500	36000
	Sous Total3				409775
IV	Equipements coffret électrique				
IV-1	Disjoncteur pour unité intérieure 1 A	u	8	21 500	172000
IV-2	Disjoncteur pour unité extérieure 32A	u	1	69 000	69000
IV-3	Disjoncteur principal 40A	u	1	86 000	86000
IV-4	Câble en cuivre de section 3 x 1,5mm ²	ml	16	375	6000
IV-5	Câble en cuivre de section 5 x 6mm ²	ml	15	1 000	15000
IV-6	Câble pour télécommande 2 x 2,5mm ²	ml	10	255	2550
IV-7	Coffret électrique Ekinox de module 13	u	1	105 000	105000
	Sous Total4				455550
TOTAL					16565325

Tableau N° 55 : Devis estimatif de l'installation des VRV bâtiment R+6 (Niveau 6)

Nous présenterons dans les lignes ci-dessous un récapitulatif des différents coûts d'investissement.

➤ Le bâtiment A

Désignation	RDC	R+1	R+2
Montant par niveau (FCFA)	18 825 325	35 589 725	46 934 075
TVA (18%) en FCFA	3 388 559	6 406 151	8 448 134
Montant par niveau TTC (FCFA)	22 213 884	41 995 876	55 382 209
Montant total pour le bâtiment (FCFA)	119 591 968		

Tableau N° 56: Coût d'investissement des VRV du bâtiment A

➤ Le bâtiment (R+6)

Désignation	RDC	R+1 à R+5	R+6
Montant par niveau (FCFA)	14 957 275	70 461 000	16 565 325
TVA (18%) en FCFA	2 692 310	12 682 980	2 981 759
Montant par niveau TTC (FCFA)	17 649 585	83 143 980	19 547 084
Montant total pour le bâtiment (FCFA)	120 340 648		

Tableau N° 57: Coût d'investissement des VRV du bâtiment (R+6)

Nous précisons ici que les prix indiqués dans la troisième colonne du Tableau N°57 concernent l'ensemble des 5 niveaux du bâtiment (R+6).

VIII.7. Analyse financière sommaire du système des VRV

Cette analyse financière concerne les VRV installés au niveau du bâtiment A et dans l'aile Nord du bâtiment (R+6)

➤ Le bâtiment A

- Estimation de la consommation énergétique des VRV

En utilisant un coefficient de simultanéité de 0.9, un coefficient d'utilisation de 0.6, un temps de fonctionnement journalier de 8H et 15 jours fériés par an, nous avons estimé le temps de fonctionnement moyen annuel des VRV à 635 heures.

La consommation totale annuelle du bâtiment A serait :

Consommation = Puissance électrique totale X Temps de fonctionnement

$(14.3 + 23.3 + 33.6) \times 635 = 45\,212 \text{ kWh}$

Le prix moyen du kwh est $\frac{(110 + 51)}{2} = 80.5$ FCFA

En effet suivant le temps d'occupation des bureaux qui est de 8 heures par jour, nous avons constaté le même nombre d'heures de fonctionnement en heures creuses et en heures de pointe pendant la journée.

Le montant annuel de la consommation est de :

$$D_0 = 45\,212 * 80.5 = 3\,639\,566 \text{ FCFA}$$

- Estimation du coût total du système sur une période 10 ans

Nous avons supposé qu'il n'y a pas de renouvellement du matériel (donc pas d'amortissement annuel) sur la période considérée. Nous avons adopté un taux d'actualisation de 6%. Le coût total du projet serait :

$$CT_{10} = I_0 + \frac{D_1}{(1+a)} + \frac{D_2}{(1+a)^2} + \frac{D_3}{(1+a)^3} + \frac{D_4}{(1+a)^4} + \dots + \frac{D_{10}}{(1+a)^{10}}$$

Où D_i (i variant de 1 à 10) représente les dépenses d'exploitation qui comprennent la consommation énergétique et les frais généraux d'entretien.

Les frais d'entretien annuel sont évalués à 1 656 000 FCFA

Dans notre cas $D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = \dots = D_{10} = 5\,295\,566$ FCFA

et I_0 est l'investissement initial (hors TVA) . $I_0 = 101\,349\,125$ FCFA

$$CT_{10} = 140\,324\,491 \text{ FCFA}$$

- Comparaison économique avec un système traditionnel (Splits systèmes)

Dans une étude économique, les dépenses antérieures présentent très peu d'intérêt. Il faut plutôt prendre des décisions sur l'avenir. Pour cela, nous allons évaluer le système existant sur une période de 10 ans. Ne disposant pas du coût d'investissement initial des climatiseurs, nous ne pouvons donc pas calculer la Valeur Actuelle Nette de l'investissement. Il est alors difficile de faire une projection dans le futur pour évaluer le coût du système. Avec le constat que le confort est très peu assuré dans les différents bureaux pour le système actuel, nous allons comparer 2 systèmes ayant les mêmes performances. Ainsi pour avoir un système ayant une performance comparable à celle des VRV, il faut faire l'investissement qui suit :

- Installer 28 splits systèmes de 2 CV ayant un COP de 3.15
- Installer 18 splits systèmes de 3 CV ayant un COP de 3.15

Les différents coûts (hors TVA) de l'ensemble des appareils y compris équipements, tuyauteries et coût d'installation sont estimés à :

1 split de 2 CV = 1 100 000 FCFA

1 split de 3 CV = 1 500 000 FCFA

L'investissement initial $I'_0 = (28 * 1\ 100\ 000 + 18 * 1\ 500\ 000) = 57\ 800\ 000$ FCFA

La consommation énergétique annuelle est calculée par la formule :

Consommation = Puissance électrique X Temps de fonctionnement

Pour évaluer le temps de fonctionnement, nous avons utilisé un coefficient d'utilisation de 0.8.

Le temps estimé est alors égale à 847 heures. La consommation serait :

$(2 * 28 + 3 * 18) * 0.736 * 847 = 68\ 574$ kWh avec $1\text{CV} = 736$ W (puissance électrique)

Le coût de cette consommation est alors :

$D'_0 = 68\ 574 * 80.5 = 5\ 520\ 207$ FCFA

Le coût total du système sur une période de 10 ans noté CT'_{10} serait

$$CT'_{10} = I'_0 + \frac{D'_1}{(1+a)} + \frac{D'_2}{(1+a)^2} + \frac{D'_3}{(1+a)^3} + \frac{D'_4}{(1+a)^4} + \dots + \frac{D'_{10}}{(1+a)^{10}}$$

Où D'_i (i variant de 1 à 10) représente les dépenses d'exploitation qui comprennent la consommation énergétique et les frais généraux d'entretien.

Les frais d'entretien annuel sont évalués à 1 656 000 FCFA

Dans notre cas $D'_1 = D'_2 = D'_3 = D'_4 = \dots = D'_{10} = 7\ 176\ 207$ FCFA

Le coût total du système est : $CT'_0 = 110\ 616\ 884$ FCFA

Nous constatons que le système des VRV bien que économique en consommation énergétique (économie d'énergie de 23 362 kWh/an , comparé à un système de Splits de même performance) nécessite d'énorme investissement initial.

Ainsi, il est alors préférable d'installer des Splits dont les puissances sont adaptées aux différents locaux afin d'améliorer le confort et de réaliser une économie de 30 millions de FCFA(comparer au système des VRV) .

➤ Le bâtiment R+6

- Estimation du coût de la consommation énergétique annuelle des VRV

Le temps de fonctionnement choisi est 635 heures et la consommation annuelle est calculée par :

Consommation = Puissance électrique totale X Temps de fonctionnement

Elle est estimée dans notre cas à :

$(9 + 6.97 * 5 + 14.3) * 635 = 36\ 926$ kWh

Le coût annuel de cette consommation est de :

$D_0 = 36\ 926 * 80.5 = 2\ 972\ 543$ FCFA

- Estimation du coût total du système sur une période de 10 ans

Nous avons supposé qu'il n'y a pas de renouvellement du matériel (donc pas d'amortissement annuel) sur la période considérée. Nous avons adopté un taux d'actualisation de 6%. Le coût total du projet serait :

$$CT_{10} = I_0 + \frac{D_1}{(1+a)} + \frac{D_2}{(1+a)^2} + \frac{D_3}{(1+a)^3} + \frac{D_4}{(1+a)^4} + \dots + \frac{D_{10}}{(1+a)^{10}}$$

Où D_i (i variant de 1 à 10) représente les dépenses d'exploitation qui comprennent la consommation énergétique et les frais généraux d'entretien.

Les frais généraux d'entretien annuel sont évalués à 1 680 000 FCFA

Dans notre cas $D_1 = D_2 = D_3 = \dots = D_{10} = 4\,652\,543$ FCFA

et I_0 est l'investissement initial, $I_0 = 101\,983\,600$ FCFA

$CT_{10} = 136\,226\,317$ FCFA

- Comparaison économique avec un système traditionnel (Splits systèmes)

Ne disposons pas du coût d'investissement initial des climatiseurs, nous ne pouvons pas calculer la VAN de l'investissement. Avec le constat que le confort est très peu assuré dans les différents bureaux pour le système, nous allons comparer 2 systèmes ayant même performance. Ainsi pour avoir un système ayant une performance comparable à celle des VRV, il faut faire l'investissement qui suit :

- Installer 56 splits systèmes de 2 CV ayant un COP de 3.2

Avec les différents coûts proposés ci-dessus nous avons

1 climatiseur de 2 CV = 1 100 000 FCFA (hors TVA)

L'investissement initial $I'_0 = (56 * 1\,100\,000 + 18 * 1\,500\,000) = 61\,600\,000$ FCFA

La consommation énergétique annuelle est calculée par la formule :

Consommation = Puissance électrique totale X Temps de fonctionnement

Pour évaluer le temps de fonctionnement, nous avons utilisé un coefficient d'utilisation de 0.8.

Le temps estimé est alors égale à 847 heures

La consommation énergétique annuelle est estimée à :

$(2 * 56) * 0.736 * 847 = 69\,820$ kWh avec 1CV = 736 W (puissance électrique)

Le coût de cette consommation est alors :

$D'_0 = 69\,820 * 80.5 = 5\,620\,510$ FCFA

Le coût total du système sur une période de 10 ans serait

$$CT'_{10} = I'_0 + \frac{D'_1}{(1+a)} + \frac{D'_2}{(1+a)^2} + \frac{D'_3}{(1+a)^3} + \frac{D'_4}{(1+a)^4} + \dots + \frac{D'_{10}}{(1+a)^{10}}$$

Où D'_i (i variant de 1 à 10) représente les dépenses d'exploitation qui comprennent la consommation énergétique et les frais généraux d'entretien.

Les frais d'entretien annuel sont évalués à 1 680 000 FCFA

Dans notre cas $D'_1 = D'_2 = D'_3 = D'_4 = \dots = D'_{10} = 7\,300\,510$ FCFA

$CT'_{10} = 115\,331\,754$ FCFA.

Nous constatons que le système des VRV bien qu'économique en consommation énergétique (économie d'énergie de 32 894 kWh/an, comparé à un système de Splits de même performance) nécessite d'énorme investissement initial. Ainsi, il est alors préférable d'installer des Splits dont les puissances sont adaptées aux différents locaux afin d'améliorer le confort et de réaliser une économie de 21 millions de FCFA (comparer au système des VRV).

IX. EVALUATION DE L'IMPACT DES FILMS REFLECHISSANTS

Nous allons dans cette partie évaluer l'impact de la pose des films réfléchissants sur le confort des occupants et le gain financier obtenu. Pour bien étudier l'impact des films, nous allons analyser la facturation électrique de la CNSS(Nouveau siège) avant et après la pose des films.

IX.1. Etude de la facturation électrique avant et après la pose des films

Nous avons étudié les factures électriques de la période de janvier à avril des années 2003 et 2004. Les différentes données sont regroupées dans le Tableau N° 58

	2004				2003			
Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Janvier	Février	Mars	Avril
Consommation active (kWh)	48 348	42 744	61 586	82 944	45 070	57 826	55 977	70 930
Puissance enregistrée(kW)	240	217	286	341	237	280	284	319
Facture du mois (FCFA)	5687429	5074030	7158640	9385895	5415307	6823380	6660488	8197347

Tableau N° 58: Paramètres de facturation de janvier à avril 2003 et 2004

Nous signalons que les conditions de tarification des factures n'ont pas changé au cours de la période d'étude.

Nous constatons à la fin du deuxième mois après la pose des films, une augmentation de la consommation énergétique mensuelle de 7.2 % par rapport à janvier 2003. La facture mensuelle aussi augmente de 5%.

Pour le mois de mars 2004 après la pose des films, la consommation énergétique a augmenté de 10 % et la facture mensuelle a aussi augmenté de 7.6 % par rapport à 2003.

Quant au mois d'avril, nous signalons un accroissement de la consommation énergétique et de la facturation respectivement de 17% et de 14.5%.

Nous enregistrons une baisse de la consommation et la facture mensuelle de 26% pendant le mois de février.

Nous pouvons conclure à la vue de ces premiers résultats que les films réfléchissants n'ont pas abaissé la consommation énergétique ainsi que la facturation électrique de la CNSS. Plusieurs facteurs ont une influence sur les retombées de la pose des films réfléchissants.

➤ Influence des équipements neufs

L'introduction des équipements neufs peut influencer la consommation énergétique de la période. Il ressort de nos enquête et entretien que les équipements électriques n'ont pas varié de façon sensible au cours de la période d'analyse. En effet la climatisation qui représente le secteur le plus énergétivore n'a pratiquement pas connu un changement depuis janvier 2002. Seuls, 3 nouveaux splits multi-systèmes ont été remplacés au troisième niveau en mai 2004 (période ne concernant pas notre analyse). Aussi au moment où des équipements nouveaux sont installés dans les bureaux, d'autres sont retirés. Mais il faut reconnaître qu'il était difficile de prendre en compte l'influence des équipements neufs si ces derniers n'ont pas augmenté de façon sensible. Nous pouvons alors affirmer sans risque de nous tromper que les équipements neufs n'ont pas évolué de façon sensible au cours des périodes concernées.

➤ Influence des conditions climatiques

Suivant les informations que nous avons reçues à la Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie, les conditions climatiques sont restées semblables au cours des 2 dernières années (donc comprenant la période d'étude choisie). Cependant nous n'avons pas eu accès aux données de 2004 pour pouvoir faire une comparaison à notre niveau.

➤ Influence de la nature des films réfléchissants

Les films réfléchissants posés sont de type « DUPLEX silver/silver » ayant un pouvoir total de réflexion et d'absorption de 89% du rayonnement solaire d'après la documentation. Nous avons fait des expériences avec un échantillon du film afin de connaître l'efficacité du film posé. Les expériences ont été effectuées à 13 heures en mai 2004

Position vitrage+film	% total de réflexion solaire
Horizontale	81.5
Verticale	65

Tableau N° 59: Evaluation du % de réflexion solaire des films réfléchissants

Nous signalons que les expériences ont été faites sur un vitrage de 5 mm. Nous pouvons conclure que les films réfléchissants utilisés ont un pouvoir de réflexion assez appréciable.

IX.2. Interprétations des résultats

Avant d'interpréter les résultats, nous allons faire un récapitulatif des consommations enregistrées avant et après la pose des films pour les périodes considérées.

Il s'agit de :

Avant la pose : Janvier à avril 2003

Après la pose : Janvier à avril 2004

Les différents résultats sont les suivants

	Avant la pose des films	Après la pose des films
Consommation enregistrée (janvier à avril) en kWh	229 803	235 622
Facture de la période considérée en FCFA	27 096 722	27 315 998

Tableau N° 60 : Retombées économiques et énergétiques avant et après la pose des films

Nous constatons une augmentation de la consommation énergétique de 2.5 % après la pose des films réfléchissants. Une des raisons majeures de cette augmentation est que la consommation du secteur le plus énergétivore (la climatisation) n'a pas baissé.

Nous allons donner des explications sur l'accroissement de la consommation énergétique.

➤ Au niveau des climatiseurs individuels

En général, la température de consigne de ces appareils est de 26°C. Le mode de régulation est la régulation tout ou rien. Nous avons constaté que beaucoup d'appareils sont sous dimensionnés (ils ont une puissance frigorifique de 1 CV alors qu'il en fallait au moins 2 CV) Avec ce sous dimensionnement, les compresseurs fonctionnent à tout moment et en plein régime ce qui rend le système de régulation inefficace même en période froide. Il est alors impossible d'économiser de l'énergie. Ainsi les films réfléchissants n'ont aucun effet sur la consommation énergétique.

➤ Au niveau des VRV

D'après nos enquêtes, il ressort que le système de régulation fonctionne toujours. Mais force est de constater que dans beaucoup de bureaux, la température du local est maintenue par les occupants à 18°C. Comme la puissance des appareils est généralement fonction de la température de consigne (24°C le plus souvent), les compresseurs des unités extérieures ne régulent pas correctement.

➤ Au niveau de la climatisation centrale

La régulation de l'armoire de climatisation fonctionne uniquement en période froide (novembre à décembre). Au delà de cette période, la régulation devient inefficace à cause de la puissance frigorifique limitée des armoires, ce qui oblige les compresseurs à fonctionner pendant toute la journée (7H à 18H). Il s'avère très difficile de prétendre à économiser de l'énergie sur la climatisation centrale dans ces conditions malgré l'installation des films réfléchissants.

IX.3. Etude théorique de l'impact des films réfléchissants

Nous allons dans cette partie évaluer le gain solaire à travers les vitrages avant et après la pose des films réfléchissants et déterminer le gain d'énergie que l'on économiserait. Nous allons ensuite supposer que ce gain est équivalent à la charge frigorifique d'un appareil de climatisation de COP = 3. Ainsi connaissant le temps de fonctionnement moyen de l'appareil, nous pouvons déterminer le gain théorique occasionné par la mise en place des films réfléchissants.

➤ Evaluation du gain solaire avant la pose des films réfléchissants

Le gain solaire est calculé par la formule $G = F_1 F_2 S R_v$

Où S représente la surface du vitrage (m²)

R_v l'intensité du rayonnement solaire sur les vitrages (W/m²)

F_1 le coefficient fonction de la protection $F_1 = 0.45$

F_2 le coefficient fonction de la protection du vitrage $F_2 = 1$

Les différents résultats sont mentionnés dans le Tableau N° 61

Vitrage	Surface (m ²)	coeff. ($F_1 * F_2$)	Flux (W/m ²)	Gain (W)
Sud	374.5	0.45	44	7415
Est	167.9	0.45	44	3324
Ouest	218.1	0.45	327	32093
Nord	14.2	0.45	46	294
TOTAL				43127

Tableau N° 61 :Gain solaire par les vitrages avant la pose des films réfléchissants

➤ Evaluation du gain solaire après la pose des films réfléchissants

Le gain solaire est calculé par la formule $G = F_1 F_2 S R_v$

Où S représente la surface du vitrage (m²)

R_v l'intensité du rayonnement solaire sur les vitrages (W/m²)

F_1 le coefficient fonction de la protection $F_1 = 0.45$

F_2 le coefficient fonction de la protection du vitrage $F_2 = 0.2$

Les différents résultats sont consignés dans le Tableau N° 62

Vitrage	Surface (m ²)	coeff. ($F_1 * F_2$)	Flux (W/m ²)	Gain (W)
Sud	374.5	0.09	44	1483
Est	167.9	0.09	44	665
Ouest	218.1	0.09	327	6419
Nord	14.2	0.09	46	59
TOTAL				8625

Tableau N° 62 : Gain solaire par les vitrages après la pose des films réfléchissants

➤ Evaluation du gain théorique

Le gain solaire économisé par la mise en place des films réfléchissants est :

$$\text{Gain} = (43\,127 - 8\,625) = 34\,502 \text{ W}$$

En supposant que ce gain représente la puissance frigorifique d'un appareil de climatisation de COP = 3, nous pouvons déterminer la puissance électrique correspondant. Cette puissance électrique est égale à 11 501 W.

Le temps de fonctionnement moyen annuel est estimé à 847 heures et le prix moyen du kWh est pris égale à 100 FCFA.

Le gain théorique est alors $GT = 11,5 * 847 * 100 = 974\,050 \text{ FCFA}$.

L'installation des films réfléchissants fait gagner à la CNSS un gain théorique annuel de 974 050 FCFA. Ce gain théorique n'est valable que si :

- Les appareils de climatisation existants sont correctement dimensionnés
- Le système de régulation fonctionne bien (bon réglage des thermostats, thermostats fonctionnels).

IX.4. Conclusion partielle

Nous pouvons affirmer que malgré l'investissement occasionné par l'installation des films réfléchissants, aucune économie n'est réalisée pour le moment sur la consommation énergétique et par conséquent sur la facturation électrique. Seul le confort des occupants se trouve légèrement amélioré.

L'installation des films réfléchissants devrait être précédée d'une étude sur les systèmes de régulation des appareils de climatisation, ce qui aurait permis d'accompagner l'installation des films par des mesures de :

- Révision de la régulation des systèmes de climatisation

- Programmation des températures de consigne des appareils de climatisation à des niveaux optimums.

Il faut toutefois noter l'effet appréciable des films sur le meilleur confort des occupants.

X.ETUDE DE LA FACTURATION ELECTRIQUE DES BATIMENTS DE LA CNSS

X.1. Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude est de procéder à l'optimisation des factures électriques de la CNSS. L'optimisation consiste à l'analyse des factures électriques sur une période donnée pour rechercher les possibilités de réduction du montant de la facturation électrique.

Les mesures d'optimisation peuvent concerner suivant l'étude effectuée :

- La révision du contrat d'abonnement à la SONABEL (augmentation ou diminution de la puissance souscrite)
- La mise en place de batteries de condensateurs (compensation réactive) .

Dans notre cas, nous allons analyser les factures électriques mensuelles de trois (3) bâtiments de la CNSS (Nouveau Siège, le SMI Central, l'ex-PNUD) sur une période d'au moins un (1) an. Dans le cas particulier de notre étude, les factures électriques dont nous disposons pour les différents bâtiments sont indiquées dans le Tableau N° 63

BATIMENTS	FACTURE ANALYSEE
CNSS Nouveau siège	Janvier 2003 à Décembre 2003
CNSS SMI Central	Janvier 2003 à Décembre 2003
CNSS ex-PNUD	Janvier 2003 à Décembre 2003

Tableau N° 63: Récapitulatif des factures électriques de la période d'analyse

X.2. Description des contrats d'abonnement

La CNSS a souscrit auprès de la SONABEL des abonnements. Les différents éléments du contrat d'abonnement sont présentés dans le Tableau N° 64

Désignation	CNSS Nouveau Siège	CNSS SMI Central	CNSS ex-PNUD
N° Abonné	AC 0101810	AD 0202810	AD 0202800
N° Police	184 A	120351 S	98905 F
Mode d'abonnement	MT	MT	MT
Puissance des transformateurs (KVA)	630	200	50
Puissance souscrite (KW)	135	180	50
Puissance des condensateurs (KVA _r)	0	0	0
Coef.de pertes actives consommées	0,011	0,014	0,022
Coef.de pertes actives horaires	1,3	0,55	0,19
Coef.de pertes réactives consommées	0,04	0,04	0,04
Coef.de pertes réactives horaires	11,5	4,4	1,45
Coef. Comptage consommation	1	1	1
Coef. Comptage horaire	1	1	1
Tarif primes fixes(FCFA)	53656	53656	53656
Tarif heures pleines (FCFA/kWh)	51	51	51
Tarif heures de pointes (FCFA/kWh)	110	110	110
Location compteur(FCFA)	4658	4658	4658
Entretien compteur (FCFA)	1271	1271	1271

Tableau N° 64: Description du contrat d'abonnement de la CNSS

X.3. Profils de consommation

X.3.1. La CNSS Nouveau Siège

Les données relatives à toutes les factures électriques du Nouveau Siège de la CNSS pendant la période de Janvier à Décembre 2003 sont consignées dans le Tableau N° 65

Période	Energie Active HPL	Energie Active HPT	Energie Réactive	Heure de Fonctionnement	Puissance Enregistrée	Facture du mois
	KWh	KWh	kVarh	heures	kW	FCFA
Jan 03	25708	19362	25534	719	237	5 415 307
Fév 03	32391	25435	28966	768	280	6 823 380
Mar 03	31127	24850	25201	598	284	6 660 488
Avr 03	39731	31199	31841	669	319	8 197 547
Mai 03	49622	39157	36905	814	358	10 055 778
Jui 03	40838	31930	38385	760	338	8 450 112
Jul 03	30491	24537	26517	573	324	6 731 303
Aou 03	56160	41910	37089	1176	324	10 747 048
Sep 03	21914	16372	16222	456	324	5 083 101
Oct 03	29558	23506	21609	549	279	6 356 272
Nov 03	44936	34920	18888	816	304	8 804 246
Déc 03	35605	27010	21105	792	258	7 153 652
Moyenne	36507	28349	27355	724	302	7 539 853
Total	438081	340188	328262	8690		90 478 234

Tableau N° 65: Récapitulatif des paramètres de la facture de 2003 (Nouveau siège)

Nous avons choisi l'année 2003 comme année de référence car c'est l'année pour laquelle nous avons reçu l'intégralité des factures électriques mensuelles. Nous remarquons pendant l'année 2003 un dépassement de puissance allant jusqu'à 265% de la puissance souscrite en Mai 2003. Nous pouvons signaler que pendant toute l'année 2003, la puissance souscrite a été dépassée ce qui occasionne pour la CNSS des pénalités de dépassement de puissance de 6.63 millions FCFA. Le pic de puissance enregistrée pendant le mois de mai peut s'expliquer par le fait que pendant ce mois (un des mois de forte chaleur) les différents appareils de climatisation sont le plus sollicités. La climatisation, étant le secteur qui consomme le plus d'énergie dans un bâtiment, sollicite une puissance assez importante pendant son fonctionnement.

La figure N°4 présente la répartition de la facture annuelle suivant les différentes rubriques utilisées par la société d'électricité(SONABEL).

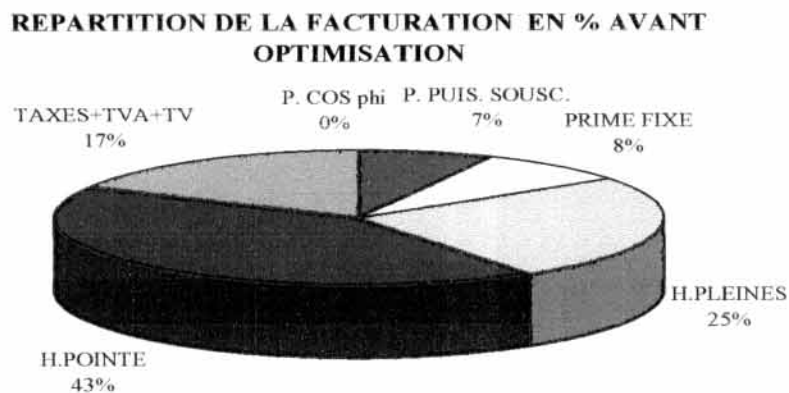


Figure N° 4: Répartition de la consommation avant optimisation (Nouveau siège)

Ce graphe indique que 43% de la consommation énergétique du bâtiment se situe pendant les heures de pointes (au Burkina Faso ces heures sont 10H-14H et 16H-19H). Ceci s'explique par le fait que les heures de pointe coïncident avec les heures de plein service. Nous pouvons aussi signaler que les pénalités de dépassement de puissance représentent 7 % de la facture annuelle. Enfin nous pouvons noter l'absence de pénalités pour un mauvais facteur de puissance. En effet, le facteur de puissance moyen de la CNSS Nouveau Siège est de l'ordre de 0.87 donc compris entre 0.8 et 0.9 ce qui l'épargne des pénalités.

X.3.2. La CNSS SMI Central

Les factures analysées concernent la période de Janvier à Décembre 2003. Cette période a été considérée comme l'année de référence car elle correspond à une période où nous disposons de l'intégralité des données. Les données relatives à ces différentes factures sont consignées dans le Tableau N° 66

Période	Energie Active HPL	Energie Active HPT	Energie Réactive	Heure de Fonctionnement	Puissance Enregistrée	Facture du mois
	kWh	kWh	kVArh	heure	kW	FCFA
Jan 03	900	538	488	768	08	1 612 605
Fév 03	1580	2406	2400	720	54	1 669 156
Mar 03	2520	1042	1310	720	61	1 450 572
Avr 03	7423	5248	6128	668	81	2 164 336
Mai 03	11290	7882	8964	815	98	2 769 848
Jui 03	6709	4434	5830	702	84	2 030 987
Jul 03	4446	3203	4055	623	84	1 761 208
Aou 03	6055	4945	6068	1075	60	2 186 352
Sep 03	4282	3240	4076	600	60	1 754 610
Oct 03	4920	3491	4622	780	66	1 875 405
Nov 03	7583	5316	6672	840	73	2 220 165
Déc 03	4265	3151	4225	743	45	1 808 354
Moyenne	5164	3741	4570	755	65	1 941 967
Total	61973	44896	54838	9054		23 303 598

Tableau N° 66: Récapitulatif des paramètres de la facture de 2003 (SMI Central)

Nous remarquons que la puissance maximale enregistrée est de 98 kW. Nous pouvons mentionner que la moitié de la puissance souscrite n'a été dépassée qu'une seule fois au cours de l'année 2003. La CNSS est ainsi contrainte à payer des pénalités de sous consommation de 2.2 millions FCFA en 2003.

La figure N°5 montre la répartition de la facture électrique annuelle en fonction des rubriques utilisées par la société d'électricité (SONABEL)

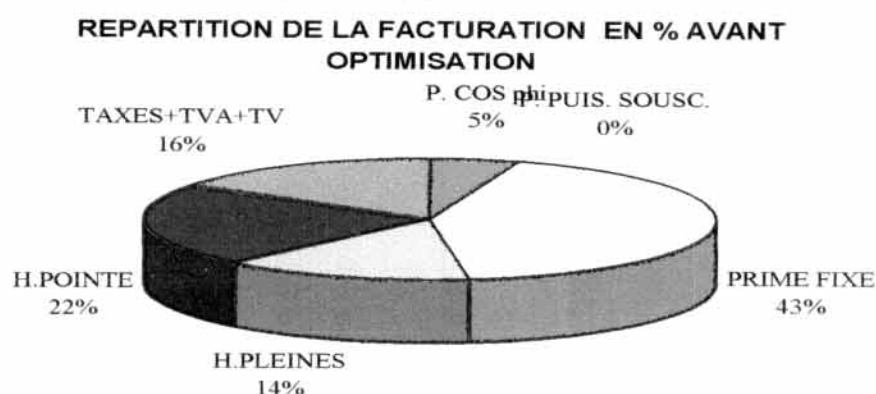


Figure N° 5: Répartition de la consommation avant optimisation (SMI Central)

Il ressort de cette répartition que les primes fixes représentent 43% de la facture annuelle. Ce pourcentage élevé s'explique par le fait que la puissance souscrite est largement supérieure aux différentes puissances enregistrées au cours de l'année de référence (année 2003). Nous pouvons aussi signaler les pénalités dues à un mauvais facteur de puissance qui représentent 5 % de la facture électrique annuelle. Ces pénalités s'expliquent par le fait que le facteur de puissance moyen de l'installation est 0.71 qui est inférieur à 0.8 (le facteur de puissance minimum pour éviter les pénalités).

X.3.3. La CNSS ex-PNUD

Le troisième lot de factures analysées dans le cadre de notre étude concerne le bâtiment de la CNSS ex-PNUD pour la période de Janvier à Décembre 2003. Nous tenons à vous signaler que n'ayant pas les factures du mois de janvier 2003, nous avons pris en remplacement la moyenne des factures des mois de novembre et décembre 2002. L'année de référence est l'année 2003. Les données relatives aux factures électriques pour la période de référence sont mentionnées dans le Tableau N° 67

Periode	Energie Active HPL	Energie Active HPT	Energie Réactive	Heure de Fonctionnement	Puissance Enregistrée	Facture du mois
	KWh	kWh	kVArh	heure	kW	FCFA
Jan 03	2820	2227	6056	671	35.22	919 299
Fév 03	2403	2029	5723	719	38.44	884 654
Mar 03	3100	2792	7105	647	38.44	1 027 625
Avr 03	4080	3264	8576	668	44.14	1 159 804
Mai 03	5270	4319	10937	815	45.24	1 405 330
Jui 03	4074	3220	8501	702	45.88	1 153 109
Jul 03	2977	2427	6404	623	35.4	953 527
Aou 03	4609	3652	10233	761	37.95	1 288 398
Sep 03	2703	2301	6150	600	37.95	923 985
Oct 03	2707	2136	5765	507	36.53	880 789
Nov 03	4473	3441	9265	840	39.73	1 228 160
Déc 03	2915	2253	6420	743	35.4	945 868
Moyenne	3511	2838	7595	691	39	1 064 212
Total	42131	34061	91135	8296		12 770 548

Tableau N° 67: Récapitulatif des paramètres de la facture de 2003 (ex-PNUD)

Nous remarquons que la puissance souscrite n'a jamais été dépassée au cours de l'année 2003. Le maximum de puissance atteinte au cours de cette année est de 45.88KW. La figure N°6 montre la répartition de la facture électrique annuelle en fonction des rubriques utilisées par la société d'électricité (SONABEL).

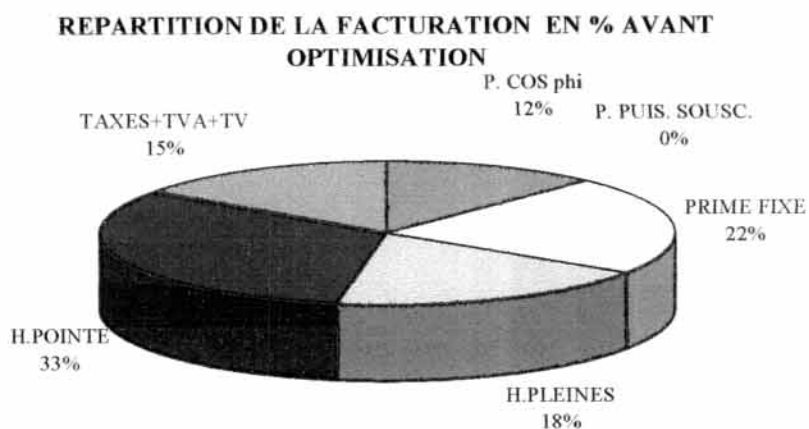


Figure N° 6: Répartition de la consommation avant optimisation (ex-PNUD)

Il ressort de ce graphe que les primes fixes représentent 22% de la facture électrique annuelle de la CNSS. Nous pouvons aussi signaler que les pénalités d'un mauvais facteur de puissance s'élèvent à 12% de la facture annuelle. Ceci s'explique par le fait que le facteur de puissance de l'installation 0.59 est inférieur à 0.8.

X.4. Optimisation des factures électriques

L'optimisation des factures est une opération qui se déroule en deux (2) phases. La première phase consiste à vérifier les factures électriques de la SONABEL. La deuxième phase consiste à rendre les primes fixes et les différentes pénalités les plus minimales possibles. Pour réduire les primes fixes, nous comparerons la puissance souscrite aux puissances atteintes et nous choisirons la plus petite des quatre (4) plus grandes puissances atteintes au cours de l'année. Ainsi les pénalités de sous consommation et de dépassement de puissance seront réduites. Enfin nous pouvons réduire les pénalités d'un mauvais facteur de puissance en installant une batterie de condensateurs. Nous améliorons ainsi le facteur de puissance.

L'optimisation s'est effectuée à l'aide d'une application EXCEL mis à notre disposition que nous avons actualisée et améliorée.

X.4.1. Présentation de l'application d'optimisation de la facturation électrique

L'application a été développée par THIOMBIANO Godefroy (consultant dans le domaine de l'énergie) il y a environ 10 ans dans le cadre des études énergétiques des bâtiments administratifs.

Cette application permet de vérifier d'une part la facturation électrique et dans un second temps de l'optimiser.

Dans le souci d'amélioration de la fonctionnalité de l'application, nous avons voulu l' actualiser, la rendre plus présentable et ainsi corriger certaines imperfections et insuffisances.

Le tableau N° 68 présente les modifications apportées à l'application.

Désignation de la feuille	Avant modification	Après modification
Page d'accueil	Pas de page	Introduction d'une page présentant les principales feuilles de l'application
Taxes télé et TVA	Ces taxes ne sont pas dissociées et la TVA de 15% est toujours présente	Séparation de la taxe télé de la taxe TVA et application de la TVA de 18%
Dépense annuelle de références (DAR)	Pas de réajustement automatique de la SONABEL	Introduction de réajustement automatique si plus petite des 4 plus grandes puissances > PS.
Dépense annuelle de références	Il existe une seule DAR (Dépense Annuelle de Référence)	Introduction d'une nouvelle DAR2 qui calcule la facture en cas de réajustement par SONABEL
Tableau de résumé	-	Présentation du résumé dans le cas d'un ajustement automatique.

Tableau N° 68: Paramètres d'amélioration de l'application Excel

Nous tenons à signaler que nous n'avons pas pu actualiser les prix des condensateurs.

Nous présenterons ci après la page d'accueil que nous avons élaboré pour l'application.

APPLICATION D'ANALYSE DE LA FACTURATION ELECTRIQUE



Edition de Juin 2004. Version 1.0

Pour Microsoft Excel 2000. Série

Windows

Concepteur KODJO G. David

Avertissement : Ceci est une propriété de l'E cole

Inter - Etats d'Ingénieurs de l'E quipeme.

*Rural (E.I.E.R). Toute reproduction partielle ou
complète de cette feuille est interdite.*

CONSTANTE

DONNEES

TABLEAU 1

TABLEAU 2

DAR

DAR2

FACT.OPT

TAB.RESUM

X.4.2. Optimisation de la facture électrique de la CNSS Nouveau Siège

Avant de procéder à l'optimisation, une présentation de la facturation électrique actuelle de la CNSS Nouveau Siège s'avère primordiale. Les résultats de cette présentation sont consignés dans le Tableau N° 69

Paramètres	Valeur
Puissance moyenne atteinte (KW)	302
Puissance Souscrite (KW)	135
Facteur de Puissance moyenne	0.87
Puissance des batteries de Condensateurs existantes (kVAr)	0
Puissance Apparente moyenne (kVA)	348
Pénalités dues au facteur de puissance COSphi (FCFA)	0
Pénalités dues aux dépassements de puissance souscrite (FCFA)	6 629 700
Pénalités de sous consommation (FCFA)	0
Pénalités Totales (FCFA)	6 629 700
Montant de la facture avant optimisation (FCFA)	90 478 234
Prix du kWh avant optimisation (FCFA)	113

Tableau N° 69: Paramètres de la facturation avant optimisation (Nouveau siège)

Il ressort de cette présentation que la puissance souscrite (135 kW) est largement dépassée par rapport à la puissance moyenne enregistrée (302 kW). Ce dépassement de puissance occasionne des pénalités de 6.63 millions FCFA environ. Si la Société d'électricité (SONABEL) devait appliquer les clauses du contrat signé avec la CNSS, cette dernière payerait 96.85 millions pour la facture annuelle de 2003 au lieu de 90.48 millions. Dans ces conditions, le prix du kWh serait de 121 FCFA au lieu de 113 FCFA comme c'est le cas actuellement. Dans le cas de notre optimisation, nous allons analyser les possibilités d'augmentation de la puissance souscrite et l'installation des batteries de condensateurs.

X.4.2.1. Ajustement de la puissance souscrite

Dans le but de réduire les pénalités de dépassement de puissance, nous allons procéder à l'augmentation de la puissance souscrite. Cette augmentation a pour conséquence un accroissement des primes fixes. Par application des textes de la SONABEL, nous proposons de souscrire à la plus petite des quatre (4) plus grandes puissances enregistrées au cours de l'année de référence soit 319 kW (la valeur 320 kW sera retenue). Cette souscription réduit les pénalités de dépassement de puissance de 6.41 millions FCFA mais elle augmente les primes fixes annuelles de 10 millions FCFA environ. Nous tenons à signaler que si la

SONABEL avait ajusté automatiquement la puissance souscrite, l'accroissement des primes fixes serait de 12 millions FCFA environ. En effet les textes de la SONABEL stipulent que l'abonné a droit à 3 dépassements de puissance par an. S' il atteint 4 dépassements, il est automatiquement ajusté au maximum des puissances atteintes. Nous signalons que ces textes ne sont pas retro actifs.

X.4.2.2. Amélioration du facteur de puissance

Afin de mieux exploiter les bonifications accordées par la SONABEL du fait d'un bon facteur de puissance, nous proposons l'installation des batteries de condensateurs. Nous allons dimensionner les condensateurs en posant :

$1+m = 0.93$ où m est un coefficient de minoration. Cette équation vient du fait que la SONABEL réduit la facture électrique d'un coefficient de 0.92 (bonification maximale accordée) si l'abonné dispose d'un bon facteur de puissance. Nous avons choisi 0.93 pour ne pas être à la limite d'utilisation de la formule.

$$\text{Or } m = \frac{(P - 0.48)}{6} = -0.07 \text{ alors } P = 0.06$$

P représente T_g (ϕ)

$$\text{De plus } P = \frac{\text{Consommation..réactive} + \text{perte.réactive} - \text{Energie.réactive.produite}}{\text{Total.aktif} + \text{perte.active}}$$

$$P = \frac{(328262 + 113066 - 8690 * P_c)}{438081 + 340188 + 11181 + 8675} = 0.06$$

$P_c = 45.27$ KVAR avec P_c la puissance des batteries de condensateurs à installer.

Nous choisissons des batteries de condensateurs de 45 KVAR

➤ Conclusion partielle

Nos différentes analyses seront résumées dans le Tableau N° 70

Paramètres	Sans condensateurs	Avec condensateurs
Puissance à souscrire (kW)	320	320
Puis. des condo. à installer (kVAR)	0	45
Facteur de puissance	0.87	0.99
Investissement à réaliser (FCFA)	0	1 800 000
Montant annuel de la facture (FCFA)	94 611 615	88 631 918
(+) Gain/(-) perte annuel (le) (FCFA)	- 4 133 381	+1 846 316
Prix du kWh (FCFA)	119	111

Tableau N° 70: Simulation de la situation d'optimisation avec et sans condensateurs

Après la comparaison des résultats du Tableau N°55 , nous proposons la souscription à une puissance de 320 kW et l'installation des batteries de condensateurs de 45 kVAr. Le montant de la facture annuelle serait alors de 88 631 918 FCFA. Le prix du kWh passerait à 111 FCFA et le gain annuel serait de 1 846 316 FCFA.

Dans le cas d'un ajustement automatique, nous aurons la situation suivante

Paramètres	Sans condensateurs	Avec condensateurs
Puissance à souscrire (kW)	358	358
Puis. des condo. à installer (kVAr)	0	35
Facteur de puissance	0.87	0.98
Investissement à réaliser (FCFA)	0	1 400 000
Montant annuel de la facture (FCFA)	96 748 339	92 107 222
(+) Gain/(-) perte annuel (le) (FCFA)	- 6 270 105	- 1628 988
Prix du kWh (FCFA)	121	115

Tableau N° 71: Simulation de la situation en cas de réajustement automatique

Il ressort que dans le cas du réajustement automatique, la CNSS ne pourra faire aucune économie. Le cas le plus favorable est une perte annuelle de 1.6 millions (par rapport à la situation actuelle) malgré un investissement de 1.4 millions de FCFA.

X.4.3. Optimisation de la facture électrique de la CNSS SMI Central

Le Tableau N° 72 présente la situation actuelle de la facturation au sein de la SMI Central

Paramètres	Valeur
Puissance moyenne atteinte (kW)	65
Puissance Souscrite (kW)	180
Facteur de Puissance moyenne	0.71
Puissance des batteries de Condensateurs existantes (kVAr)	0
Puissance Apparente moyenne (KVA)	87
Pénalités dues au facteur de puissance COSphi (FCFA)	1 202 545
Pénalités dues aux dépassements de puissance souscrite (FCFA)	0
Pénalités de sous consommation (FCFA)	1 864 841
Pénalités Totales (FCFA)	3 067 386
Montant de la facture avant optimisation (FCFA)	23 303 598
Prix du kWh avant optimisation (FCFA)	206

Tableau N° 72:Données de la facturation avant optimisation (SMI Central)

Nous remarquons que la puissance souscrite n'a jamais été atteinte au cours de l'année 2003. Une seule fois plus de la moitié de la puissance souscrite a été dépassée (Mai 2003 avec 98kW) . Nous devons alors réduire les pénalités de sous consommation et les primes fixes en diminuant la puissance souscrite. Nous remarquons également que les pénalités d'un mauvais facteur de puissance sont de 1.21 millions FCFA.

X.4.3.1. Ajustement de la puissance souscrite

Afin de pouvoir bénéficier des trois (3) dépassements de puissance que nous accorde la société d'électricité (SONABEL), nous souscrivons à la plus petite des quatre (4) plus grandes puissances enregistrées au cours de l'année de référence. Ainsi nous choisissons 73 kW comme la nouvelle puissance à souscrire (la valeur 75 kW sera retenue). Avec cette nouvelle puissance, le prix du kWh initialement à 206 FCFA passe à 144 FCFA et la facture annuelle passe de 23.31 millions FCFA à 16.3 millions FCFA ce qui fait une économie d'environ 7.04 millions FCFA la première année.

X.4.3.2. Amélioration du facteur de puissance.

Avec un facteur de puissance de 0.71 qui est inférieur à 0.8 , la CNSS SMI Central a payé à la SONABEL, des pénalités d'un mauvais facteur de puissance d'environ 1.21 millions FCFA. Nous devons alors relever le facteur de puissance afin de réduire voire annuler ces pénalités. Pour y parvenir, nous allons installer des batteries de condensateurs.

➤ Dimensionnement des batteries de condensateurs

Dans le but de pouvoir bénéficier des bonifications accordées par la SONABEL, nous allons prendre :

$1+m = 0.93$ où m est un coefficient de minoration. Cette équation vient du fait que la SONABEL réduit la facture électrique d'un coefficient de 0.92 (bonification maximale accordée) si l'abonné dispose d'un bon facteur de puissance. Nous avons choisi 0.93 pour ne pas être à la limite d'utilisation de la formule

$$\text{Or } m = \frac{(P - 0.48)}{6} = -0.07 \text{ alors } P = 0.06$$

$$\text{De plus } P = \frac{\text{Consommation..réactive} + \text{perte.réactive} - \text{Energie.réactive.produite}}{\text{Total.actif} + \text{perte.active}}$$

P représente T_g (ϕ)

$$P = \frac{(54838 + 42031 - 9054 * P_c)}{61973 + 44896 + 3751 + 2726} = 0.06$$

$$P_c = 9.94 \text{ kVAR}$$

Nous proposons d'installer des batteries de condensateurs de 10 kVAR

Avec l'installation des condensateurs, le facteur de puissance passe de 0.71 à 0.99 ce qui nous donne droit à des bonifications annuelles de 770 065 FCFA. Le prix du kWh passe de 144 FCFA à 128 FCFA, de même que le coût annuel de la facture électrique qui passe de 16.2 millions FCFA à 15.51 millions FCFA. En intégrant l'investissement initial concernant les condensateurs, nous réalisons la première année une économie de 8.4 millions FCFA.

X.4.3.3. Conclusion partielle

Après avoir analysé la situation de l'optimisation nous allons regrouper les différentes options dans le Tableau N° 73

Paramètres	Sans condensateurs	Avec condensateurs
Puissance à souscrire (kW)	75	75
Puis. des condo. à installer (kVAR)	0	10
Facteur de puissance	0.71	0.99
Prix du kWh (FCFA)	144	128
Investissement à réaliser (FCFA)	0	400 000
Economie réalisable dès la 1 ^{ère} année(FCFA)	7 037 794	8 392 643

Tableau N° 73: Simulation de la situation avec et sans condensateurs (SMI Central)

Il ressort de nos analyses que l'option la plus optimale pour la CNSS SMI Central est la souscription à une puissance de 75 kW et l'installation d'une batterie de condensateurs de 10 kVAR. Avec ces nouvelles dispositions, la CNSS SMI Central réaliserait une économie de 8 392 643 FCFA la première année.

X.4.4. Optimisation de la facture électrique de la CNSS ex-PNUD

Avant de procéder à l'optimisation de la facture électrique du bâtiment, nous allons vous présenter dans le Tableau N° 74 , la situation actuelle de la facturation dans le bâtiment.

Paramètres	Valeur
Puissance moyenne atteinte (kW)	39
Puissance Souscrite (kW)	50
Facteur de Puissance moyenne	0.59
Puissance des batteries de Condensateurs existantes (kVAr)	0
Puissance Apparente moyenne (kVA)	66
Pénalités dues au facteur de puissance COSphi (FCFA)	1 762 583
Pénalités dues aux dépassements de puissance souscrite (FCFA)	0
Pénalités de sous consommation (FCFA)	0
Pénalités Totales (FCFA)	1 762 583
Montant de la facture avant optimisation (FCFA)	12 770 547
Prix du kWh avant optimisation (FCFA)	161

Tableau N° 74: Situation avant optimisation (ex-PNUD)

Il ressort de cet état des lieux de la facturation électrique que la puissance souscrite (50 kW) n'a jamais été dépassée au cours de l'année 2003. Nous remarquons aussi que le facteur de puissance 0.59 nous donne droit à des pénalités de près de 1.8 millions FCFA.

X.4.4.1. Ajustement de la puissance souscrite

Pour pouvoir bénéficier du contrat signé avec la SONABEL qui stipule que le consommateur a droit à trois (3) dépassements de puissance sans pénalités, nous proposons de souscrire à une nouvelle puissance de 40 kW . La prime fixe est alors réduite et le prix du kWh passe de 161 FCFA à 152 FCFA soit une réduction de 9 FCFA. L'économie réalisée sans investissements la première année est de 701 985 FCFA.

X.4.4.2. Amélioration du facteur de puissance

Le facteur de puissance actuelle des installations est de 0.59. Cette valeur inférieure à 0.8 occasionne des pénalités d'environ 1.8 millions FCFA. Afin de pouvoir améliorer le facteur de puissance et réduire les pénalités, nous proposons l'installation des batteries de condensateurs.

➤ Dimensionnement des batteries de condensateurs

Pour exploiter les bonifications que la SONABEL nous accorde, nous allons dimensionner la batterie de condensateurs en posant

$1+m = 0.93$ où m représente le coefficient de minoration. Cette équation vient du fait que la SONABEL réduit la facture électrique d'un coefficient de 0.92 (bonification maximale

accordée) si l'abonné dispose d'un bon facteur de puissance. Nous avons choisi 0.93 pour ne pas être à la limite d'utilisation de la formule

$$\text{Or } m = \frac{(P - 0.48)}{6} = -0.07 \text{ alors } P = 0.06$$

$$\text{De plus } P = \frac{\text{Consommation..réactive} + \text{perte.réactive} - \text{Energie.réactive.produite}}{\text{Total.actif} + \text{perte.active}}$$

P représente Tg (phi)

$$P = \frac{(92055 + 15744 - 8318 * P_c)}{80173} = 0.06 \text{ où } P_c \text{ est la capacité des condensateurs}$$

$$P_c = 12.38 \text{ kVAr}$$

Nous proposons alors l'installation d'une batterie de condensateurs de 15 kVAr .Le facteur de puissance passe de 0.59 à 0.97 annulant ainsi les pénalités. Nous bénéficions alors de bonifications de 653 000 FCFA environ. L'ajustement de la puissance souscrite et l'installation des batteries de condensateurs fait passer le prix du kWh de 161 FCFA à 118 FCFA. Avec un investissement initial de 600 000 FCFA, nous réalisons dès la première année une économie d'environ 2.83 millions FCFA.

X.4.4.3 Conclusion partielle

Les nouvelles dispositions (nouvelle puissance à souscrire et installation d'une batterie de condensateurs) nous permettent de réduire les pénalités et primes fixes ; ce qui a pour conséquence la baisse de la facture électrique. Le Tableau N° 75 nous fait un récapitulatif des différentes options et une proposition de l'option la plus optimale.

Paramètres	Sans condensateurs	Avec condensateurs
Puissance à souscrire (kW)	40	40
Puis. des condo. à installer (kVAr)	0	15
Facteur de puissance	0.59	0.97
Prix du kWh (FCFA)	152	118
Investissement à réaliser (FCFA)	0	600 000
Economie réalisable dès la 1 ^{ère} année(FCFA)	701 985	2 824 913

Tableau N° 75: Simulation de la situation avec et sans condensateurs (ex-PNUD)

Nous constatons à partir de ce tableau que l'option la plus optimale pour la CNSS ex-PNUD est la souscription à une puissance de 40 kW et l'installation des batteries de condensateurs de 15 kVAr.

X.5. Etude du système de deux comptages

L'étude de ce système vient d'une demande expresse formulée par la CNSS suite à une lettre d'avertissement de la SONABEL leur proposant de réviser la puissance souscrite à la hausse. Cette étude concerne uniquement le Nouveau siège de la CNSS qui connaît tous les mois un dépassement de la puissance souscrite.

Il ressort de nos relevés (voir détails des équipements au niveau du bilan énergétique) dans les différents bureaux et vu l'équipement électrique dont disposent les différents bâtiments (le bâtiment A et le R+6) que nous pouvons attribuer 15 % de la consommation électrique actuelle de la CNSS au bâtiment A ; le reste est pour le R+6 (85%).

Nous choisissons d'étudier 2 options :

1^{ère} option : Souscription à un système de 2 comptages sans batteries de condensateurs.

Avec ce système de 2 comptages, la situation de l'année de référence serait :

Paramètres	R+6	Bâtiment A
Puis. moyenne atteinte (kW)	257	46
Puissance à souscrire (kW)	275	50
Facteur de puissance	0.86	0.64
Montant annuel de la facture (FCFA)	80 790 210	17 391 138
Prix du kwh (FCFA)	119	134

Tableau N° 76:Tableau résumé de l'analyse du système de 2 comptages

Dans ce cas nous avons

Montant annuel total de la facture : 98 181 348 FCFA

Montant d'installation du système : 1 444 882 FCFA

Montant annuel total à payer : 99 626 230 FCFA

Nous notons une perte par rapport à la situation actuelle de 9 147 996 FCFA. Si la SONABEL avait ajusté automatiquement la CNSS ,cette perte serait de 2 877 891 FCFA.

Le montant de l'installation vient d'un devis de la SONABEL

2^{ème} option : Souscription à un système de 2 comptages avec des batteries de condensateurs

Nous avons dans ce cas choisi des condensateurs de telle sorte que nous ayons la bonification optimale afin d'améliorer le facteur de puissance.

Paramètres	R+6	Bâtiment A
Puissance à souscrire (kW)	275	50
Batterie de condensateurs (kVAr)	30	15
Facteur de puissance	0.98	0.99
Montant annuel de la facture (FCFA)	77 081 805	14 506 587
Prix du kwh (FCFA)	113	112

Tableau N° 77: Système de 2 comptages avec installation des condensateurs

Dans ce cas nous avons

Montant annuel total de la facture : 91 588 392 FCFA

Montant d'installation du système : 1 444 882 FCFA

Montant des condensateurs : 1 800 000 FCFA

Montant annuel total à payer : 94 833 274 FCFA

Nous mentionnons une perte de 4 355 040 FCFA par rapport à la facture annuelle actuelle. Si la SONABEL avait ajusté automatiquement la CNSS, l'économie la première année serait de 1 915 065 FCFA.

Nous dirons ici que la deuxième option est beaucoup plus rentable que la première. Le système de comptage avec installation des batteries de condensateurs serait plus rentable que le système sans batterie.

➤ Conclusion partielle

Nous allons comparer dans le Tableau N° 78, le système de 2 comptages au système unique. Dans les 2 cas nous choisissons l'option avec augmentation de la puissance souscrite et installation des batteries de condensateurs.

Paramètres	Augmenter puissance. + pose de condensateurs	Système de 2 comptages avec condensateurs
Montant annuel de la facture(FCFA)	88 631 918	91 588 392
Invest. Condensateur (FCFA)	1 800 000	1 800 000
Invest. Installation système (FCFA)	0	1 444 882
(+) Gain/(-) Perte annuel (le) (FCFA)	+1 846 316	-1 110 158
(+) Economie/ (-) perte réalisée la 1 ^{ère} année (FCFA)	46 316	-4 355 040

Tableau N° 78: Résumé des 2 systèmes étudiés

Si la SONABEL avait ajusté automatiquement la puissance de la CNSS pour cause de dépassement de puissance, le tableau résumé serait le suivant

Paramètres	Augmentation puissance+ pose condensateur	Système de 2 comptages avec condensateurs
Montant annuel de la facture(FCFA)	88 631 918	91 588 392
Invest. Condensateur (FCFA)	1 800 000	1 800 000
Invest. Installation système (FCFA)	0	1 444 882
(+) Gain/(-) Perte annuel (le) (FCFA)	+8 116 421	+5 159 947
(+) Economie/ (-) perte réalisée la 1 ^{ère} année (FCFA)	+ 6 316 421	+1 915 065

Tableau N° 79: Situation financière en cas de réajustement automatique

Il ressort de ces résultats que le système unique d'augmentation de puissance à 320 kW avec installation d'une batterie de condensateurs de 45 kVAr est plus rentable que le système d'une souscription de 2 comptages.

X.6. Récapitulatif des différents résultats de l'optimisation

Le Tableau N° 80 récapitule les différents résultats de l'optimisation

	CNSS Nouveau siège		CNSS ex PNUD		CNSS SMI Central	
	Avant optimisation	Après optimisation	Avant optimisation	Après optimisation	Avant optimisation	Après optimisation
Puissance à souscrire (kW)	135	320	50	40	180	75
Puissance des condensateurs(kVA)	0	45	0	15	0	10
Facteur de puissance	0.87	0.99	0.59	0.97	0.71	0.99
Montant de la facture (FCFA)	90 478 234	88 631 918	12 770 547	9 345 635	23 303 598	14 510 955
Prix du kWh (FCFA)	113	111	161	118	206	128
Investissement (FCFA)	-	1 800 000	-	600 000	-	400 000
Gain brut annuel (FCFA)	-	1 846 316	-	3 424 913	-	8 792 643
Temps de retour	-	12 mois	-	2 mois	-	16 jours
Economie réalisée la 1ere année (FCFA)	-	46 316	-	2 824 913	-	8 392 643

Tableau N° 80: Récapitulatif des situations avant et après optimisation

XI. MESURES D'ECONOMIE D'ENERGIE

L'objectif des mesures est de permettre à la CNSS d'économiser de l'énergie mais aussi de l'argent. Pour cela nous allons proposer un ensemble de mesures de 2 ordres : les mesures sans investissements et les mesures avec investissements.

XI.1. Mesures avec investissements

XI.1.1. Au niveau de la climatisation

Des mesures de régulation des heures de mise en service de la climatisation seront proposées dans l'ensemble des 2 bâtiments. Ainsi un groupe de climatiseurs va fonctionner sur un système d'horloges programmables. En fonction des horaires programmés, le système donne l'autorisation pour la mise en marche des appareils. Nous avons proposé pour notre étude 3 horloges. Tous les climatiseurs individuels et la climatisation centrale seront chacun connectés à un système d'horloges programmables pour le bâtiment (R+6). Le sous-sol sera épargné par ces mesures à cause de la présence de la salle des machines qui a besoin de la climatisation en permanence. Aussi nous dispensons le niveau 6 du bâtiment (R+6) des ces mesures parce que les locaux de ce niveau abritent les hauts responsables de l'établissement qui travaillent le plus souvent à des heures tardives et le week-end. Pour le bâtiment A tous les climatiseurs individuels seront installés sur un système d'horloges programmables.

➤ Estimation du coût d'investissement du système

Chaque système d'horloges est constitué d'une horloge programmable, d'un contacteur et d'un disjoncteur qui a pour rôle de protéger l'installation. Le choix des différents contacteurs est fait en calculant la charge par la formule $P = \sqrt{3} U I \cos \Phi$ avec $U = 380 \text{ V}$ et $\cos \Phi = 0.8$. Nous pouvons, connaissant la puissance de tous les appareils de climatisation qui seront installés, déterminer la charge I et choisir le contacteur.

▪ La climatisation centrale

Nous avons $I = 424 \text{ A}$, nous choisissons un contacteur de 430 A.

L'investissement est estimé à :

1 Contacteur de 430 A = 1 100 000 FCFA

Disjoncteur (430 A) + Horloge = 329 900 FCFA

Soit au total pour la climatisation centrale l'investissement s'élève à 1 429 900 FCFA

- Les VRV

Concernant les VRV, il existe des programmeurs pour ces systèmes. Malheureusement, nous n'avons pas pu avoir les coûts des différents programmeurs.

- Les climatiseurs individuels du bâtiment (R+6)

Nous avons $I = 300 \text{ A}$, nous choisissons un contacteur de 300 A. Les coûts d'acquisition s'élèvent à :

1 Contacteur de 300 A = 810 000 FCFA

Disjoncteur (300 A)+ Horloge = 269 900 FCFA

Au total l'investissement initial est estimé à 1 079 900 FCFA

- Les climatiseurs individuels du bâtiment A

Nous avons $I = 188 \text{ A}$, nous choisissons un contacteur de 190 A. L'investissement est alors :

1 Contacteur de 190 A = 525 000 FCFA

Disjoncteur (190 A)+ Horloge = 219 900 FCFA

Au total nous avons un investissement initial de 744 900 FCFA

En résumé l'achat de matériel pour le système d'horloge coûtera 3 254 700 FCFA (TTC)

- Estimation du gain annuel et de l'économie réalisée

Le système sera programmé comme suit :

- Pendant la période froide (novembre à janvier soit 12 semaines), nous proposons un temps de fonctionnement de 5H par jour soit de (10H à 12H et de 15H à 18H) pendant 5 jours dans la semaine (de lundi à vendredi). Le temps de fonctionnement annuel est estimé alors à : $(5 * 5 * 12 - 45) * 0.8 * 0.9 * 0.8 = 147 \text{ heures}$

Nous précisons que 0.8, 0.9 et 0.8 représentent respectivement les coefficients d'utilisation de simultanéité et d'exploitation.

Les différentes consommations sont calculées par la formule :

Consommation = Puissance électrique X Temps de fonctionnement

- Pendant les autres périodes (environ 40 semaines), les appareils fonctionneront uniquement pendant les heures de travail donc pendant 8 heures. Le temps de fonctionnement serait :

$(8 * 5 * 40 - 75) * 0.8 * 0.9 * 0.7 = 769 \text{ heures}$

Nous signalons que 0.7 représente le coefficient d'exploitation moyen

Les différentes consommations sont les suivantes

Climatisation centrale : $4 * 55.8 * (769 + 147) = 204 452 \text{ kWh}$

Climatiseurs individuels : $255 * (769 + 147) = 233 580 \text{ kWh}$

La consommation totale est alors estimée à 438 032 kWh. Le gain annuel est alors :

Gain annuel : $(529\,663 - 49\,804 - 438\,032) = 41\,827$ kWh

Où la consommation des VRV est estimée à 49 804 kWh et celle du reste des bâtiments (non compris le sous sol et le niveau 6) est de 529 663 kWh

Le prix moyen du kwh est de 85 FCFA si nous considérons 98.2 FCFA comme tarif pendant la période froide et 80.5 FCFA comme tarif pendant les autres périodes de l'année.

L'économie réalisée est alors : $85 * 41\,827 = 3\,555\,295$ FCFA

Voici le tableau résumé suite à l'application des mesures d'économies

Investissement en FCFA	Gain annuel en kwh	Prix du kwh en FCFA	Economie réalisée en FCFA	Temps de retour
3 254 700	41 827	85	3 555 295	11.2 mois

Tableau N° 81: Récapitulatif des mesures d'économie au niveau de la climatisation

Ces différentes mesures nécessitent l'adhésion de la Direction et du personnel même si l'on doit revoir les heures de programmation.

XI.1.2. Au niveau de l'éclairage

Les différentes mesures prises sont les suivantes :

- Le remplacement des lampes de couleur jaune par celles de couleur blanche plus efficaces en éclairage.
- Il y a des possibilités d'introduire des lampes à ballast électronique mais elles sont moins intéressantes.

XI.2. Mesures à faible coût d'investissement

XI.2.1. Au niveau de la climatisation

Les mesures à mettre en application sont les suivantes :

- Sensibiliser les occupants à fermer les ouvertures des locaux climatisés. Pour cela derrière chaque porte, placer des affiches de sensibilisation comme « refermez moi ».
- Sensibiliser les occupants à éteindre les climatiseurs avant de quitter les bureaux à midi et/ou le soir.
- Procéder à l'entretien périodique des filtres, condenseurs ainsi que tous les équipements entrant dans le fonctionnement des systèmes de climatisation (tour d'eau, pompes...)
- Sensibiliser les occupants afin qu'ils évitent de descendre en dessous de la température de consigne dans les différents bureaux. En effet en descendant largement en

dessous de la température de consigne, la régulation du compresseur des différents appareils devient inefficace ce qui augmente énormément la consommation d'énergie.

- Placer des registres sur la bouche de soufflage (cas de la climatisation centrale) en cas d'absence de longue période dans le local.

XI.2.2. Au niveau de l'éclairage

Certaines zones des bâtiments bénéficient de l'éclairage naturel. Afin de pouvoir économiser l'éclairage artificiel, il faut :

- Eteindre systématiquement toutes les lampes de couloir du bâtiment A et de l'aile nord du bâtiment (R+6). En effet le bâtiment A possède une énorme baie vitrée qui fait bénéficier les couloirs de l'éclairage naturel. L'aile Nord du bâtiment (R+6) bénéficie de l'éclairage du vide du patio. Voici l'économie réalisée par extinction des lampes de couloir.

Nombre de lampes	Investissement en FCFA	Gain annuel en kwh	Prix moyen du kwh en FCFA	Economies faites en FCFA	Temps de retour
79	0	4739	80.5	381 418	immédiat

Tableau N° 82: Economie réalisée en cas de mesures sans investissements

- Extinction de toutes les lampes des couloirs pendant la pause de midi et des lampes des toilettes après usage.

XI.2.3. Au niveau des autres équipements

Il faut sensibiliser le personnel afin qu'ils mettent hors tension les équipements électriques à la fin de la journée. Cette sensibilisation se fera par des affiches et des autocollants.

XII. ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

L'utilisation des fluides frigorigènes s'accompagne d'une augmentation de leur teneur dans l'atmosphère. Ces différents fluides sont des sources importantes de gaz à effet de serre notamment le CO₂ et le H₂O de même que l'énergie consommée. Ces gaz à effet de serre modifient le climat ainsi que notre environnement immédiat. En diminuant la consommation énergétique, nous réduisons aussi la quantité d'émission de ces gaz.

XII.1. La combustion complète

Au cours de la combustion, les éléments constituant le carburant se combinent avec l'oxygène de l'air pour produire non seulement un dégagement de chaleur mais aussi des gaz comme le dioxyde de carbone CO₂ et la vapeur d'eau H₂O qui sont majoritaires.

Les différentes équations de formation des gaz sont les suivantes :

Pour le Carbone $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Pour l'Hydrogène $2H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$

Pour le Soufre $S + O_2 \rightarrow SO_2$

Ces différents gaz à effet de serre représentent une réelle menace pour notre climat et donc pour notre environnement.

XII.2. Evaluation du volume de gaz

XII.2.1. Composition du fuel utilisé

Dans la littérature, nous avons les proportions moyennes des composants du fuel utilisé au Burkina Faso. Les différentes valeurs sont consignées dans le Tableau N° 83

Composant	C(%)	S(%)	H(%)	O(%)	N(%)	PCI(%)
Valeurs	85	2	11.5	0.7	0.8	11.3

Tableau N° 83: Composition du fuel utilisé

XII.2.2. Evaluation des gains en combustibles

La détermination des gains en combustible est donnée par la formule

$$QC = \frac{\text{Energie.annuelle.consommée}(kwh)}{\text{Puissance.calorifique}(kwh / g)}$$

Les différents résultats sont les suivants

Poste de consommation	Economie en énergie (kwh)	Quantité de combustible utilisée(Kg)
Climatisation	41 827	3.70
Eclairage	4 739	0.42
Total	46 566	4.12

Tableau N° 84: Estimation du gain annuel en combustible

XII.2.3. Evaluation des gains des éléments combustibles

En connaissant le gain en combustible de chaque poste de consommation et la proportion des différentes composantes du fuel, nous pouvons déterminer le gain des éléments du combustible.

Gain de l'élément = Gain du combustible X % de l'élément

Voici le tableau récapitulatif des différents résultats

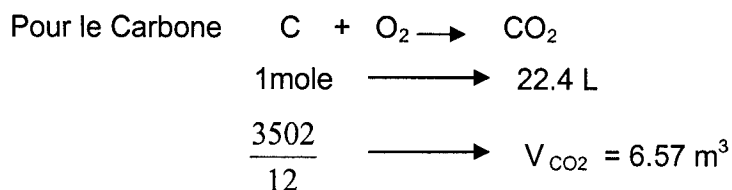
Poste de consommation	Gain en combustible (g/an)	Gain en Carbone (g/an)	Gain en Hydrogène (g/an)	Gain en Soufre(g/an)
Climatisation	3700	3145	426	74
Eclairage	420	360	49	8.4
Total	4120	3502	475	82.4

Tableau N° 85: Gains en éléments constituant le fuel des postes de consommations

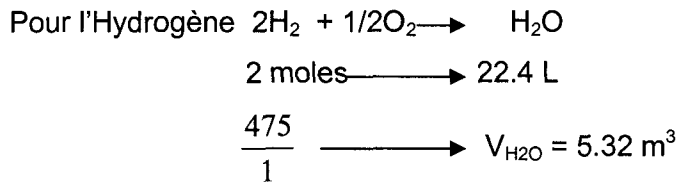
XII.2.4. Calcul du volume de gaz

Après avoir déterminé le gain des différents éléments du combustible, nous pouvons calculer le volume des différents gaz à effet de serre

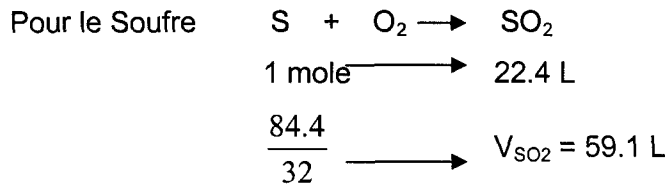
➤ Pour le carbone



➤ Pour l'Hydrogène



➤ Pour le Soufre



La mise en place des mesures d'économie réduira le CO_2 de $6.6 \text{ m}^3/\text{an}$, le H_2O de $5.3 \text{ m}^3/\text{an}$ et le SO_2 de $59 \text{ dm}^3/\text{an}$. Ces différents taux représentent une réduction de 5.3 % de ces gaz à effet de serre les plus importants.

XIII. RECOMMANDATIONS

A la fin de notre audit, nous avons formulé quelques recommandations afin d'optimiser la consommation énergétique de la CNSS et d'améliorer le confort dans les différents bureaux.

➤ Au niveau de la climatisation

- La sensibilisation du personnel aux mesures d'économie d'énergie. Pour cela il faut rappeler, à l'aide des affiches et autocollants, aux occupants des bureaux d'éteindre la climatisation en cas d'absence de longue durée.
- Le placement d'une régulation horaire et d'un programmeur dans le but de réduire le temps de fonctionnement des climatiseurs.
- Il faut veiller à l'entretien préventif des appareils de climatisation par le nettoyage régulier des filtres des climatiseurs. De plus, l'entretien diminue le coût d'exploitation et accroît la durée de vie des appareils.
- Il faut réduire les infiltrations d'air autour des climatiseurs fenêtres en améliorant l'étanchéité.

➤ Au niveau de l'éclairage

- Sensibiliser le personnel à éteindre les lampes électriques en cas d'absence du bureau.
- Eteindre les lampes de couloirs pendant toute la journée au niveau de l'aile nord du bâtiment R+6 et pendant la pause de midi dans le reste des 2 bâtiments.
- Remplacer toutes les lampes fluorescentes jaunes par des lampes blanches.
- Eteindre les lampes des toilettes après usage des salles de toilette.

➤ Au niveau des équipements divers

- Mettre hors tension les appareils et équipements qui consomment l'électricité en cas d'absence de longue durée.

➤ Au niveau de la facturation électrique

- Augmenter la puissance souscrite à la CNSS Nouveau Siège de 135 kW à 320 kW et installer des batteries de condensateurs de 45 kVAr.
- Abaisser la puissance souscrite à la SMI Central de 180kW à 75 kW et installer des batteries de condensateurs de 10 kVAr.
- Abaisser la puissance souscrite au niveau de l'ex PNUD de 50 kW à 40 kW et installer des batteries de condensateurs de 15 kVAr.

XIV. CONCLUSION

Les résultats des travaux réalisés dans le cadre du présent mémoire montrent que les installations de la CNSS nécessitent des mesures d'économie d'énergie.

En effet les différents ratios caractéristiques de la situation énergétique des bâtiments sont supérieurs aux normes recommandées pour les locaux à vocation de bureau.

Malgré les contraintes liées à la non disponibilité des plans du bâtiments (R+6) et l'accès à certains équipements, ce travail nous a permis d'approfondir l'étude réalisée sur le bâtiment principal et d'analyser les retombées des différentes mesures proposées au cours du précédent audit.

Ce travail nous a permis de diriger la CNSS vers des mesures appropriées, souvent rentables.

Il reviendra à la CNSS de réaliser la mise en œuvre des mesures préconisées afin d'atteindre l'objectif économique visé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **NGUYEN** Van Loc . Savoir utiliser le diagramme de l'air humide .2000.
- [2] **SEMPORE** F. Ventilation , climatisation conditionnement d'air. EIER,2003.
- [3] **COULIBALY** Y. Calcul de charges frigorifiques de climatisation. EIER,2002.
- [4] **CARRIER** ,Manuel Carrier 1^{ère} et 2^{ème} partie, Carrier international LTD , New York, Carrier corporation,2^{ème} édition,1960.
- [5] **IEPF**, Efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale Tome 1 et 2.2000.
- [6] **BAGRE** O. Cours d'électrotechnique.ETSHER,1998.
- [7] **MITO** consult. Audit énergétique du bâtiment principal de la CNSS.2002.
- [8] **DAIKIN**. VRV II Systems technical data.2003.
- [9] **LEGRAND**. Catalogue 2002 appareillage électrique d'installation.2002.
- [10] **BOURGEOIS** R. ,COGNIEL D. Mémo Tech électricité.1985.
- [11] **CABLES PIRELLI**. Catalogue câbles et fils isolés.1994.

ANNEXES

PLAN DE L'ANNEXE

A.1. CALCUL DU BILAN THERMIQUE	II
A.2. SCHEMA D'IMPLANTATION DES VRV.....	XXII
A.3. SCHEMA ELECTRIQUE DU SYSTEME VRV	29
A.4. PLAN DE NIVEAU DES BATIMENTS	44
A.5. TABLEAU RESUME DE L'OPTIMISATION DE LA FACTURATION.....	49
A.6. EXTRAIT DE CATALOGUE DES VRV	53

A.1. CALCUL DU BILAN THERMIQUE

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A RDC	BLOC A	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
27	3,5	3,4	94,5	321,3
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
10	18	180	1,5	481,95
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	44,37	1,91	15	1271,20
Ouest	12,07	1,91	12	276,64
Nord	71,64	1,91	12	1641,99
Est	12,07	1,91	12	276,64
Total gain par conduction par les parois				3466,48
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	41,14	6,1	15	3764,31
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	44,37	1,91	3,88	328,82
Ouest	12,07	1,91	14,48	333,82
Est	12,07	1,91	15,25	351,57
Total gain par ensoleillement par les parois				1014,20
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Sud	41,14	0,45	44	814,57
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	10	1	696,00
Eclairage	36	12	1,25	540,00
Divers appa,	2575	1	1	2575,00
Total des gains sensibles du local				12870,56
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	10	1	464,00
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	481,95	15	0,33	2385,65
Latents	481,95	1,9	0,84	769,19
Gains sensibles local et air extérieur (w)				15256,22
Gains latents local et air extérieur (w)				1233,19
Bilan thermique (w)				16489,41
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				174,49

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A RDC	BLOC B	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
24,3	4,5	3,4	109,35	371,79
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occu,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
8	18	144	1,5	557,69
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	68,53	1,91	12	1570,71
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	29,34	1,91	15	840,59
Est	15,30	1,91	12	350,68
Total gain par conduction par les parois				3112,65
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	52,91	6,1	15	4841,265
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	29,34	1,91	9,49	531,81
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1400,61
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Sud	52,91	0,45	46	1095,24
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	14	1,25	630,00
Divers appa,	2060	1	1	2060,00
Total des gains sensibles du local				13696,57
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	557,69	15	0,33	2760,54
Latents	557,69	1,9	0,84	890,07
Gains sensibles local et air extérieur (w)				16457,11
Gains latents local et air extérieur (w)				1261,27
Bilan thermique (w)				17718,37
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				162,03

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC A	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
27,3	3,5	3,4	95,55	324,87
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité Absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbre occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
11	18	198	1,5	487,31
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	30,90	1,91	12	708,23
Ouest	11,90	1,91	15	340,94
Nord	75,50	1,91	15	2163,08
Est	11,90	1,91	12	272,75
Total gain par conduction par les parois				3484,99
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	56,54	6,1	12	4138,728
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	30,9	1,91	3,88	228,99
Ouest	11,9	1,91	14,48	329,12
Est	11,9	1,91	15,25	346,62
Total gain par ensoleillement par les parois				904,73
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Sud	56,54	0,45	44	1119,49
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	11	1	765,60
Eclairage	36	26	1,25	1170,00
Divers appa,	2840	1	1	2840,00
Total des gains sensibles du local				14423,53
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	11	1	510,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	487,31	15	0,33	2412,16
Latents	487,31	1,9	0,84	777,74
Gains sensibles local et air extérieur (w)				16835,69
Gains latents local et air extérieur (w)				1288,14
Bilan thermique (w)				18123,83
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				189,68

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC B	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
24,3	4,5	3,4	109,35	371,79
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
8	18	144	1,5	557,69
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	70,08	1,91	12	1606,23
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	28,44	1,91	15	814,81
Est	15,30	1,91	12	350,68
Total gain par conduction par les parois				3122,39
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coe trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	52,14	6,1	15	4770,81
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	28,44	1,91	9,49	515,50
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1384,30
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	52,14	0,45	44	1032,37
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	21	1,25	945,00
Divers appa,	2060	1	1	2060,00
Total des gains sensibles du local				13871,67
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	557,69	15	0,33	2760,54
Latents	557,69	1,9	0,84	890,07
Gains sensibles local et air extérieur (w)				16632,21
Gains latents local et air extérieur (w)				1261,27
Bilan thermique (w)				17893,48
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				163,63

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC C	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
18,6	3,5	3,4	65,1	221,34
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
8	18	144	1,5	332,01
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	21,84	1,91	15	625,72
Ouest	11,90	1,91	15	340,94
Nord	49,64	1,91	12	1137,75
Est	11,90	1,91	12	272,75
Total gain par conduction par les parois				2377,15
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	40,04	6,1	15	3663,66
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	82,62	1,91	3,88	612,28
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1481,08
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	40,04	0,45	44	792,79
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	21	1,25	945,00
Divers appa,	2060	1	1	2060,00
Total des gains sensibles du local				11876,48
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	332,01	15	0,33	1643,45
Latents	332,01	1,9	0,84	529,89
Gains sensibles local et air extérieur (w)				13519,93
Gains latents local et air extérieur (w)				901,09
Bilan thermique (w)				14421,02
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				221,52

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+1	BLOC D	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
13,7	4,5	3,4	61,65	209,61
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
6	18	108	1,5	314,42
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	40,47	1,91	12	927,57
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	16,38	1,91	15	469,29
Est	15,30	1,91	12	350,68
Plancher	61,43	1,44	12	1061,51
Total gain par conduction par les parois				3159,72
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	30,03	6,1	15	2747,745
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	16,38	1,91	9,49	296,90
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Total gain par ensoleillement par les parois				1165,70
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	30,03	0,45	46	621,62
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	6	1	417,60
Eclairage	36	12	1,25	540,00
Divers appa,	1545	1	1	1545,00
Total des gains sensibles du local				10197,39
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	6	1	278,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	314,42	15	0,33	1556,35
Latents	314,42	1,9	0,84	501,81
Gains sensibles local et air extérieur (w)				11753,74
Gains latents local et air extérieur (w)				780,21
Bilan thermique (w)				12533,95
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				203,31

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+2	BLOC A	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
27,3	3,5	3,4	95,55	324,87
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
11	18	198	1,5	487,31
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	30,90	1,91	15	885,29
Ouest	11,90	1,91	12	272,75
Nord	75,50	1,91	12	1730,46
Est	11,90	1,91	15	340,94
Plafond	106,47	2,21	15	3529,48
Total gain par conduction par les parois				6758,91
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	56,54	6,1	15	5173,41
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	30,9	1,91	14,48	854,60
Ouest	11,9	1,91	9,49	215,70
Est	11,9	1,91	15,25	346,62
Toit	106,47	2,21	30,77	7240,14
Total gain par ensoleillement par les parois				8657,05
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Sud	56,54	0,45	44	1119,49
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	11	1	765,60
Eclairage	36	26	1,25	1170,00
Divers appa,	1545	1	1	1545,00
Total des gains sensibles du local				25189,46
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	11	1	510,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	487,31	15	0,33	2412,16
Latents	487,31	1,9	0,84	777,74
Gains sensibles local et air extérieur (w)				27601,62
Gains latents local et air extérieur (w)				1288,14
Bilan thermique (w)				28889,76
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				302,35

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+2	BLOC B	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m ²)	Volume(m ³)
24,3	4,5	3,4	109,35	371,79
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m ³ /h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m ³ /h)
8	18	144	1,5	557,69
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	70,08	1,91	12	1606,23
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	28,44	1,91	15	814,81
Est	15,30	1,91	12	350,68
Plafond	109,35	2,21	15	3624,95
Total gain par conduction par les parois				6747,34
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	52,14	6,1	15	4770,81
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m ²)	Coef tran(w/m ² °C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	28,44	1,91	9,49	515,50
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Toit	109,35	2,21	30,77	7435,99
Total gain par ensoleillement par les parois				8820,29
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m ²)	Gains (w)
Nord	52,14	0,45	46	1079,30
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	21	1,25	945,00
Divers appa,	2060	1	1	2060,00
Total des gains sensibles du local				24979,54
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m ³ /h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	557,69	15	0,33	2760,54
Latents	557,69	1,9	0,84	890,07
Gains sensibles local et air extérieur (w)				27740,08
Gains latents local et air extérieur (w)				1261,27
Bilan thermique (w)				29001,34
Ratio Puissance/Surface (w/m ²)				265,22

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+2	BLOC C	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
18,6	3,5	3,4	65,1	221,34
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
8	18	144	1,5	332,01
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	21,84	1,91	15	625,72
Ouest	11,90	1,91	15	340,94
Nord	49,64	1,91	12	1137,75
Est	11,90	1,91	12	272,75
Plafond	65,10	2,21	15	2158,07
Total gain par conduction par les parois				4535,21
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	40,04	6,1	15	3663,66
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	21,84	1,91	3,88	161,85
Ouest	11,9	1,91	14,48	329,12
Est	11,9	1,91	15,25	346,62
Toit	65,1	2,21	30,77	4426,91
Total gain par ensoleillement par les parois				5264,50
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Sud	40,04	0,45	44	792,79
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	20	1,25	900,00
Divers appa,	1545	1	1	1545,00
Total des gains sensibles du local				17257,96
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	8	1	371,20
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	332,01	15	0,33	1643,45
Latents	332,01	1,9	0,84	529,89
Gains sensibles local et air extérieur (w)				18901,41
Gains latents local et air extérieur (w)				901,09
Bilan thermique (w)				19802,50
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				304,19

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT A R+2	BLOC D	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m ²)	Volume(m ³)
13,7	4,5	3,4	61,65	209,61
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m ³ /h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m ³ /h)
6	18	108	1,5	314,42
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	40,47	1,91	12	927,57
Ouest	15,30	1,91	12	350,68
Nord	16,38	1,91	15	469,29
Est	15,30	1,91	12	350,68
Plafond	61,43	2,21	15	2036,40
Total gain par conduction par les parois				4134,62
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	30,03	6,1	15	2747,745
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m ²)	Coe tran(w/m ² °C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Ouest	15,3	1,91	14,48	423,15
Nord	16,38	1,91	9,49	296,90
Est	15,3	1,91	15,25	445,65
Toit	61,43	2,21	30,77	4177,34
Total gain par ensoleillement par les parois				5343,05
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m ²)	Gains (w)
Nord	30,03	0,45	46	621,62
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	8	1	556,80
Eclairage	36	12	1,25	540,00
Divers appa,	1545	1	1	1545,00
Total des gains sensibles du local				15488,83
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	6	1	278,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m ³ /h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	314,42	15	0,33	1556,35
Latents	314,42	1,9	0,84	501,81
Gains sensibles local et air extérieur (w)				17045,18
Gains latents local et air extérieur (w)				780,21
Bilan thermique (w)				17825,39
Ratio Puissance/Surface (w/m ²)				289,14

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	RDC BUREAU1	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
5,3	4,3	3,4	22,79	77,486
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	116,23
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	12,64	1,91	12	289,71
Nord	14,62	1,91	15	418,86
Est	18,02	1,91	15	516,27
Plancher	23,76	1,44	12	410,57
Total gain par conduction par les parois				1635,42
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
Est	8,16	6,1	15	746,64
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	14,62	1,91	3,88	108,35
Nord	14,62	1,91	9,49	265,00
Est	18,02	1,91	15,25	524,88
Total gain par ensoleillement par les parois				898,22
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
Sud	8,16	0,09	44	32,31
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				3929,48
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	116,23	15	0,33	575,33
Latents	116,23	1,9	0,84	185,50
Gains sensibles local et air extérieur (w)				4504,81
Gains latents local et air extérieur (w)				231,90
Bilan thermique (w)				4736,72
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				207,84

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	RDC BUR 2 à 7	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
4,6	3,65	3,4	16,79	57,086
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
2	18	36	1,5	85,63
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	11,80	1,91	12	270,46
Nord	14,70	1,91	15	421,16
Plancher	17,39	1,44	12	300,50
Total gain par conduction par les parois				992,11
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	14,44	1,91	3,88	107,01
Nord	14,7	1,91	9,49	266,45
Total gain par ensoleillement par les parois				373,46
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	2	1	139,20
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				2052,06
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	2	1	92,80
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	85,63	15	0,33	423,86
Latents	85,63	1,9	0,84	136,66
Gains sensibles local et air extérieur (w)				2475,92
Gains latents local et air extérieur (w)				229,46
Bilan thermique (w)				2705,39
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				161,13

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	RDC BUREAU8	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m ²)	Volume(m ³)
4,9	3,75	3,4	18,375	62,475
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m ³ /h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m ³ /h)
1	18	18	1,5	93,71
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	10,11	1,91	12	231,72
Ouest	16,60	1,91	15	475,59
Nord	12,75	1,91	15	365,29
Plancher	19,15	1,44	12	330,91
Total gain par conduction par les parois				1403,51
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m ²)	Coef tran(w/m ² °C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	12,75	1,91	3,88	94,49
Ouest	16,6	1,91	14,48	459,10
Nord	12,75	1,91	9,49	231,11
Total gain par ensoleillement par les parois				784,70
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m ²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				2805,09
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m ³ /h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	93,71	15	0,33	463,88
Latents	93,71	1,9	0,84	149,57
Gains sensibles local et air extérieur (w)				3268,97
Gains latents local et air extérieur (w)				195,97
Bilan thermique (w)				3464,93
Ratio Puissance/Surface (w/m ²)				188,57

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	NIV INT BUR 1	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
5,3	4,3	3,4	22,79	77,486
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	116,23
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	12,64	1,91	12	289,71
Nord	14,62	1,91	15	418,86
Est	18,02	1,91	15	516,27
Total gain par conduction par les parois				1224,84
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
Est	8,16	6,1	15	746,64
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	14,62	1,91	3,88	108,35
Nord	14,62	1,91	9,49	265,00
Est	18,02	1,91	15,25	524,88
Total gain par ensoleillement par les parois				898,22
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
Est	8,16	0,09	44	32,31
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				2772,27
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	116,23	15	0,33	575,33
Latents	116,23	1,9	0,84	185,50
Gains sensibles local et air extérieur (w)				3347,60
Gains latents local et air extérieur (w)				231,90
Bilan thermique (w)				3579,50
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				157,06

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	NIV INT BUR 2 à 7	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m3)
4,6	3,65	3,4	16,79	57,086
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m3/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m3/h)
2	18	36	1,5	85,63
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	11,80	1,91	12	270,46
Nord	14,70	1,91	15	421,16
Total gain par conduction par les parois				691,61
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	14,44	1,91	3,88	107,01
Nord	14,7	1,91	9,49	266,45
Total gain par ensoleillement par les parois				373,46
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	2	1	139,20
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				1751,56
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	2	1	92,80
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m3/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	85,63	15	0,33	423,86
Latents	85,63	1,9	0,84	136,66
Gains sensibles local et air extérieur (w)				2175,42
Gains latents local et air extérieur (w)				229,46
Bilan thermique (w)				2404,89
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				143,23

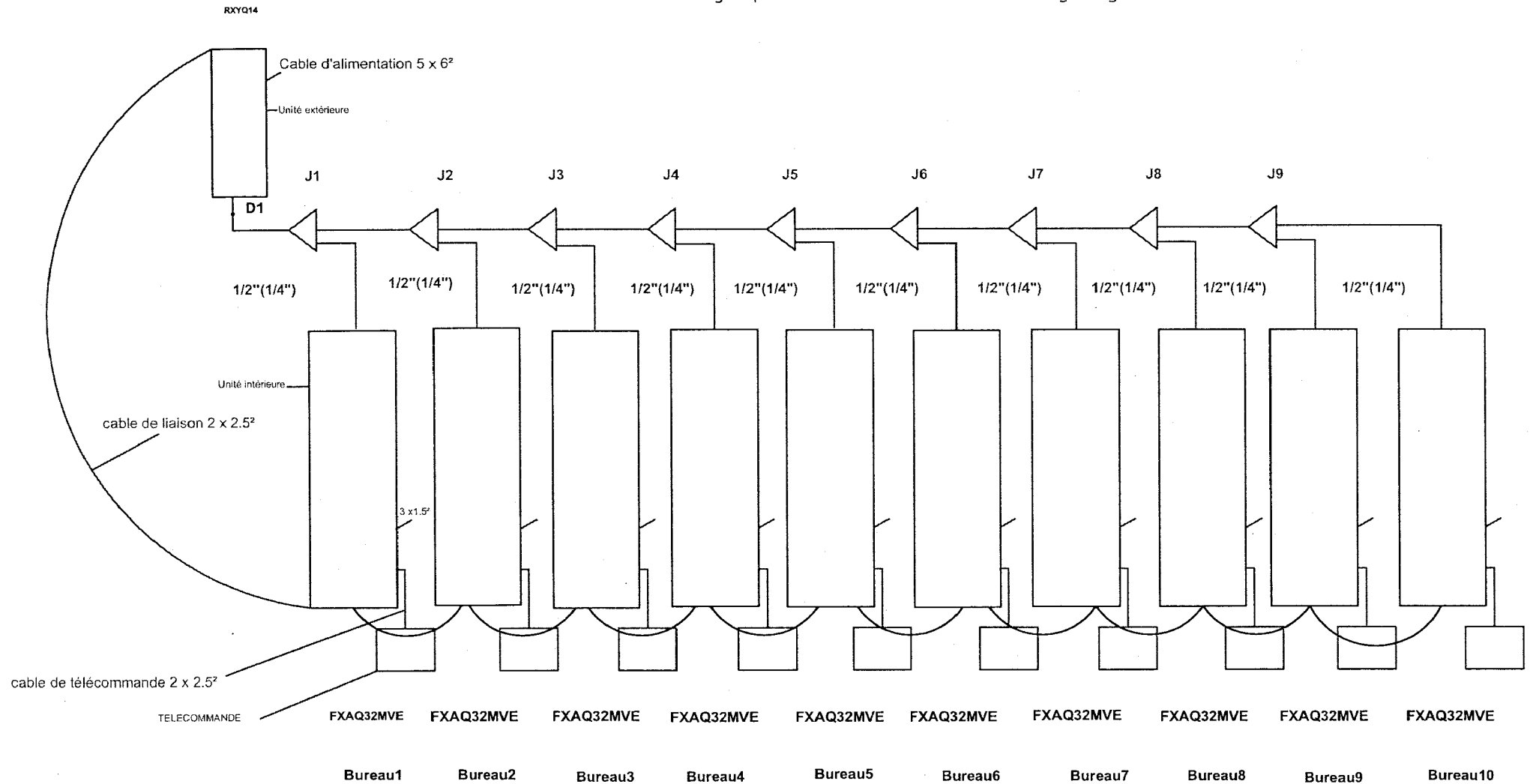
FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	NIV INT BUR 8	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
4,9	3,75	3,4	18,375	62,475
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	93,71
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	10,11	1,91	12	231,72
Ouest	16,60	1,91	15	475,59
Nord	12,75	1,91	15	365,29
Total gain par conduction par les parois				1072,60
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,54	6,1	15	140,91
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coe tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	12,75	1,91	3,88	94,49
Ouest	16,6	1,91	14,48	459,10
Nord	12,75	1,91	9,49	231,11
Total gain par ensoleillement par les parois				784,70
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,54	0,09	46	6,38
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				2474,18
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	93,71	15	0,33	463,88
Latents	93,71	1,9	0,84	149,57
Gains sensibles local et air extérieur (w)				2938,06
Gains latents local et air extérieur (w)				195,97
Bilan thermique (w)				3134,02
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				170,56

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	NIVEAU6 BUREAU1	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
5,3	4,3	3,7	22,79	84,323
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	126,48
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	13,93	1,91	12	319,28
Nord	15,91	1,91	15	455,82
Est	19,61	1,91	15	561,83
Plafond	22,72	2,21	15	753,17
Total gain par conduction par les parois				2090,09
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,65	6,1	15	150,975
Est	8,72	6,1	15	797,88
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	15,91	1,91	3,88	117,91
Nord	15,91	1,91	9,49	288,38
Est	19,61	1,91	15,25	571,19
Toit	22,72	2,21	30,77	1545,00
Total gain par ensoleillement par les parois				2522,48
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,65	0,09	46	6,83
Sud	8,72	0,09	44	34,53
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				6072,39
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	126,48	15	0,33	626,10
Latents	126,48	1,9	0,84	201,87
Gains sensibles local et air extérieur (w)				6698,48
Gains latents local et air extérieur (w)				248,27
Bilan thermique (w)				6946,75
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				304,82

FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	NIV 6 BUR 2 à 7	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m ²)	Volume(m ³)
4,6	3,65	3,7	16,79	62,123
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup,(m ³ /h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m ³ /h)
1	18	18	1,5	93,18
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	10,84	1,91	12	248,45
Nord	13,51	1,91	15	387,06
Plafond	16,79	2,21	15	556,59
Total gain par conduction par les parois				1192,10
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef trans(w/m ² °C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,65	6,1	15	150,975
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m ²)	Coe tran(w/m ² °C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	13,51	1,91	3,88	100,12
Nord	13,51	1,91	9,49	244,88
Toit	16,79	2,21	30,77	1141,75
Total gain par ensoleillement par les parois				1486,75
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m ²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m ²)	Gains (w)
Nord	1,65	0,09	46	6,83
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				3306,26
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m ³ /h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	93,18	15	0,33	461,26
Latents	93,18	1,9	0,84	148,72
Gains sensibles local et air extérieur (w)				3767,52
Gains latents local et air extérieur (w)				195,12
Bilan thermique (w)				3962,64
Ratio Puissance/Surface (w/m ²)				236,01

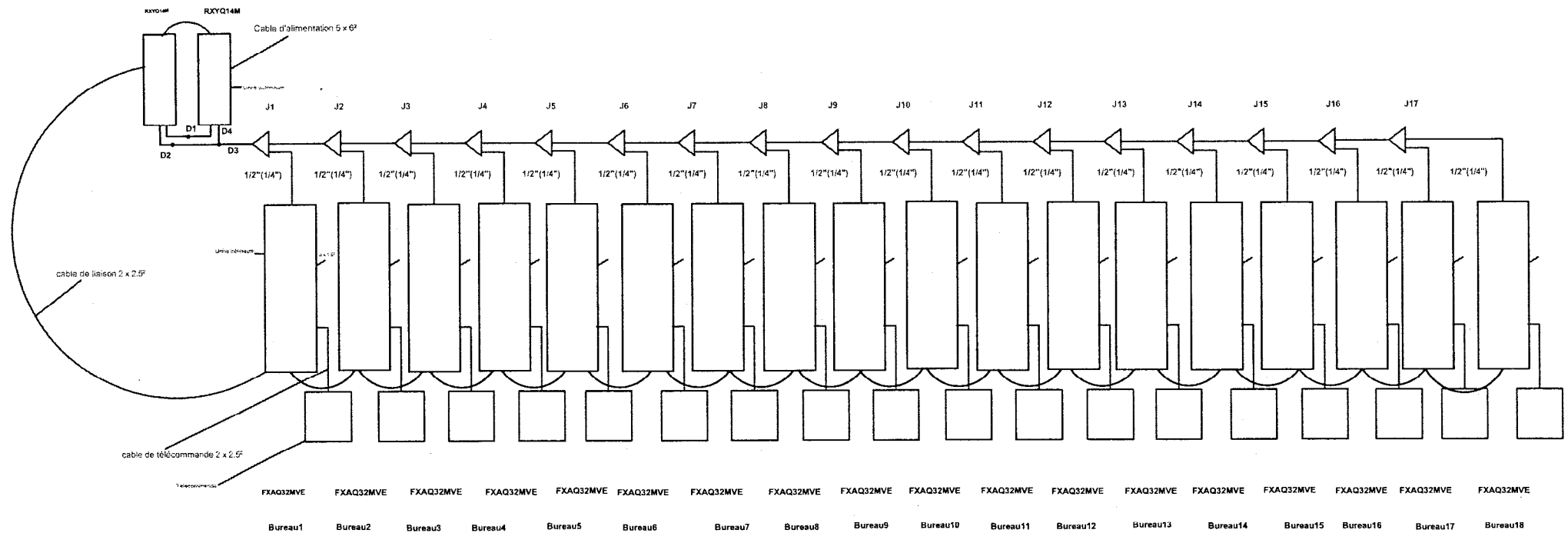
FEUILLE DE CALCUL - BILAN THERMIQUE				
Projet	Niveau	Local	Heure-Mois	Latitude
CNSS	BAT R+6	NIVEAU 6 BUR 8	14 h Avril	12° Nord
Dimension du local				
Longueur(m)	Largeur(m)	Hauteur(m)	Surface(m²)	Volume(m³)
4,9	3,75	3,7	18,375	67,9875
Conditions	Température Sèche (°C)	Humidité Relative (%)	Humidité absolue(g/kg as)	
Extérieures	39	30	13,3	
Intérieures	24	60	11,4	
Différence	15		1,9	
Air Extérieur				
Nb occupants	Débit AE/occup	Débit A E suivant nbr occup.(m³/h)	Taux renouvel, AE	Débit AE sui tx renou(m³/h)
1	18	18	1,5	101,98
TRANSMISSION PAR LES PAROIS				
Murs	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Sud	11,24	1,91	12	257,62
Ouest	18,13	1,91	15	519,42
Nord	13,88	1,91	15	397,66
Plafond	18,38	2,21	15	609,30
Total gain par conduction par les parois				1784,00
TRANSMISSION PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef trans(w/m²°C)	Dif temp,(°C)	Gains (w)
Nord	1,65	6,1	15	150,975
ENSOLEILLEMENT PAR LES MURS+PORTE				
Murs+porte	Surface(m²)	Coef tran(w/m²°C)	Dif temp, fict(°C)	Gains (w)
Sud	13,88	1,91	3,88	102,86
Ouest	18,13	1,91	14,48	501,42
Nord	13,88	1,91	9,49	251,59
Toit	18,38	2,21	30,77	1249,87
Total gain par ensoleillement par les parois				2105,74
ENSOLEILLEMENT PAR LES VITRAGES				
Vitrage	Surface(m²)	Coef (F1*F2)	Flux (w/m²)	Gains (w)
Nord	1,65	0,09	46	6,83
GAINS INTERNES				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupant	69,6	1	1	69,60
Eclairage	36	3	1,25	135,00
Divers appa,	265	1	1	265,00
Total des gains sensibles du local				4517,15
CHALEUR LATENTE				
Nature	Appot Unit, (W)	Quantité	Coef	Gains (w)
Occupants	46,4	1	1	46,40
GAINS DUS A L'AIR EXTERIEUR				
	Débit AE (m³/h)	Diff tem,/ humid	Coef	Gains (w)
Sensibles	101,98	15	0,33	504,81
Latents	101,98	1,9	0,84	162,76
Gains sensibles local et air extérieur (w)				5021,96
Gains latents local et air extérieur (w)				209,16
Bilan thermique (w)				5231,12
Ratio Puissance/Surface (w/m²)				284,69

A.2. SCHEMA D'IMPLANTATION DES VRV

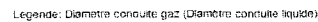


Légende: Diamètre conduite gaz (Diamètre conduite liquide)

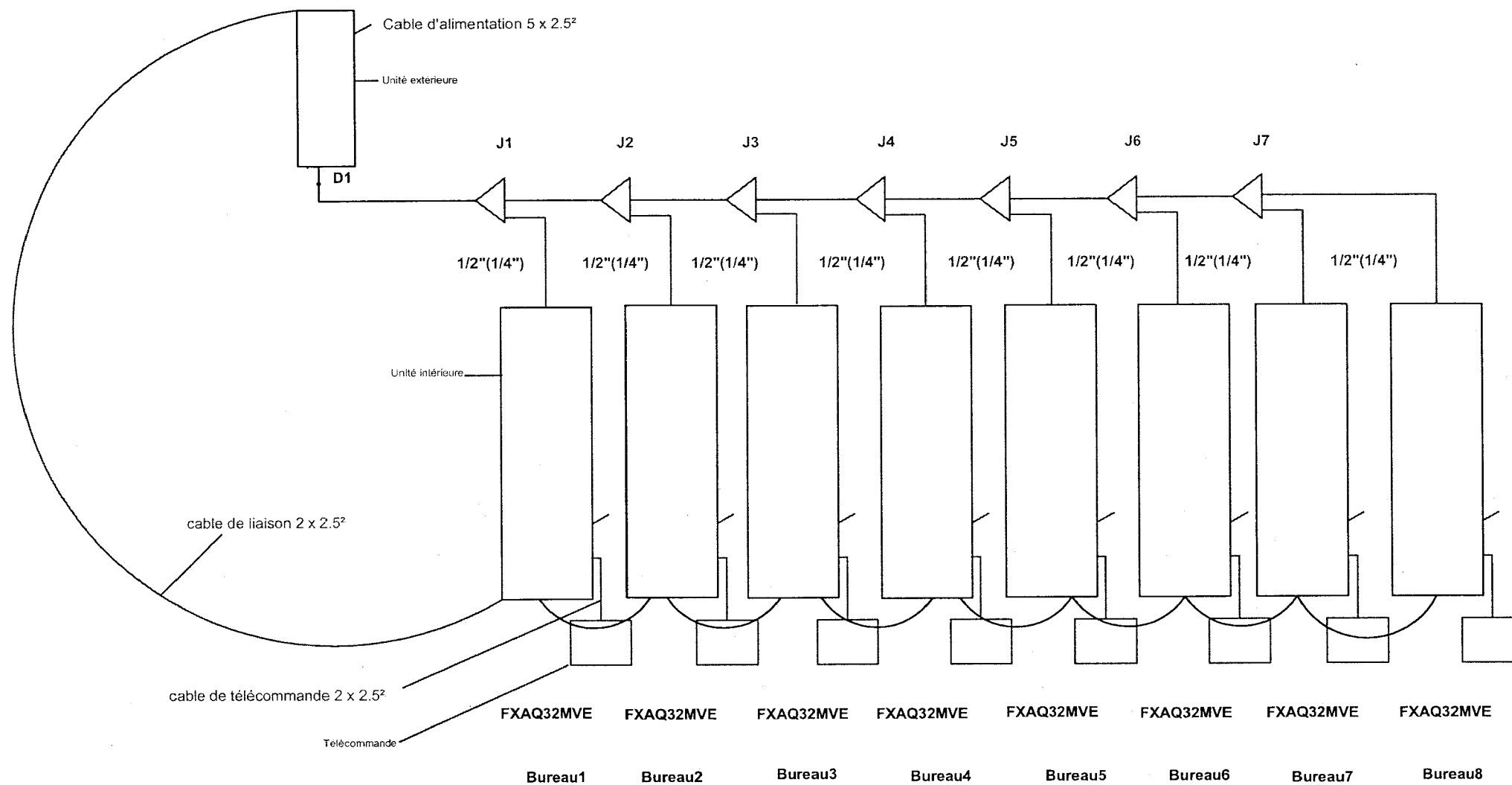
Plan d'implantation des unités intérieures et extérieures(RDC du batiment A)



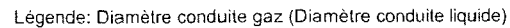
Plan d'implantation des unités intérieures et extérieures (R+1 du bâtiment A)



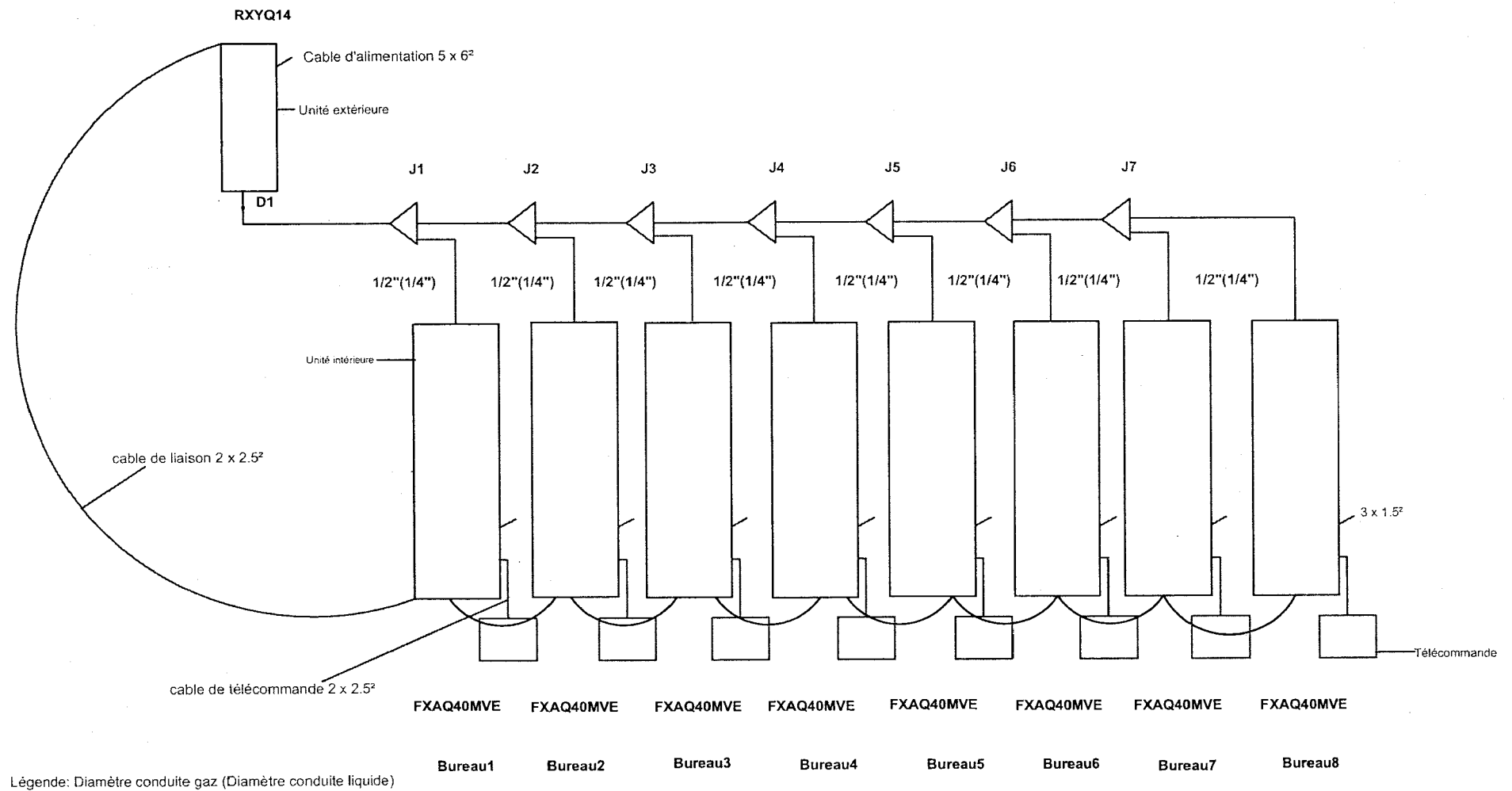
Présenté et soutenu par KODJIC G. David



Plan d'implantation des unités intérieures et extérieures(RDC du bâtiment R+6)

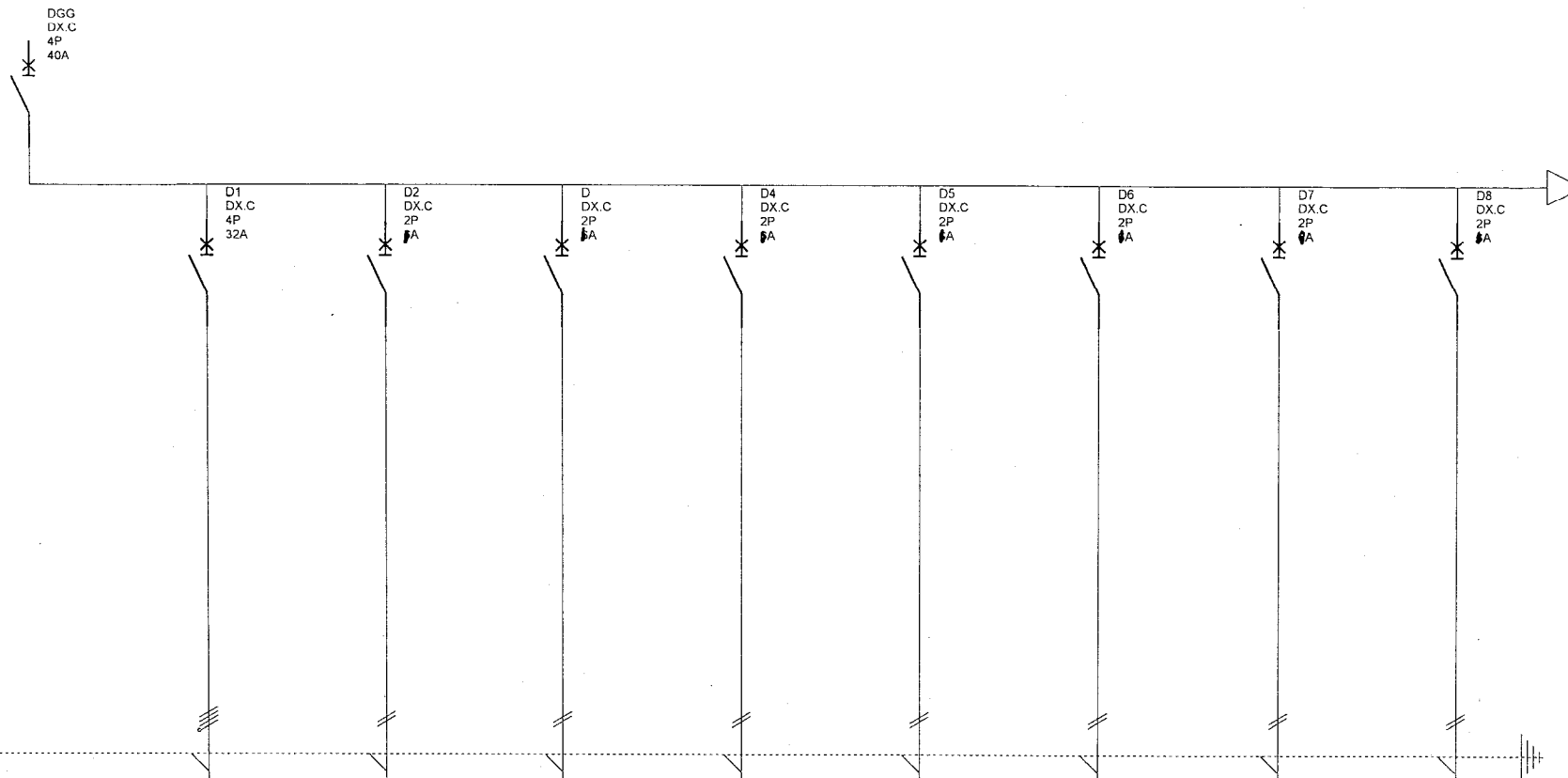


Plan d'implantation des unités intérieures et extérieures(Niveau 1 à Niveau 5 du bâtiment R+6)



Plan d'implantation des unités intérieures et extérieures (Niveau 6 du bâtiment R+6)

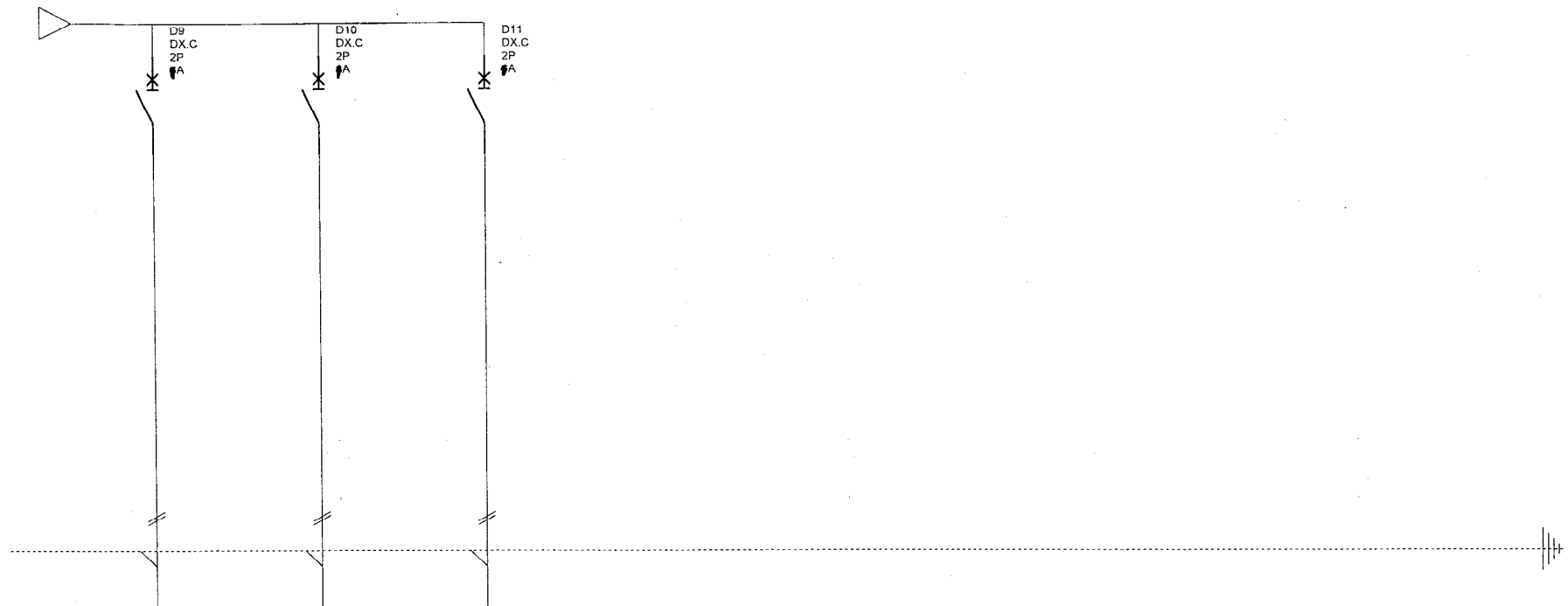
A.3. SCHEMA ELECTRIQUE DU SYSTEME VRV



REPERE CIRCUIT		D1	D2	D	D4	D5	D6	D7	D8
REPERE BORNES									
DESIGNATION	Venant du tableau général de la climatisation	Unité extérieure 1	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5	Unité intérieure 6 Bureau 6	Unité extérieure 7 Bureau 7
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	10 mm²	6 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (RDC)

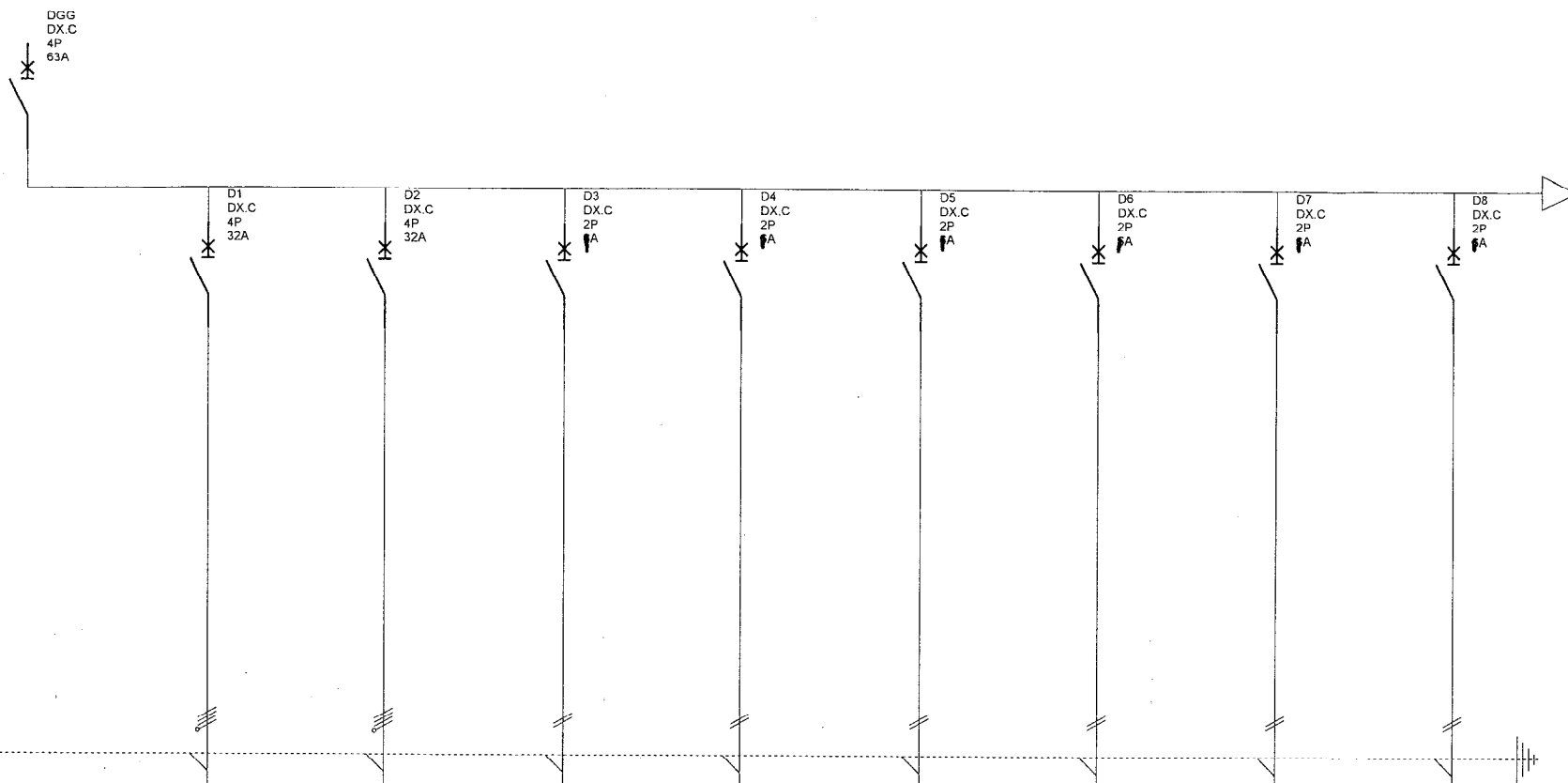
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C	F
N° DE PLAN :		B	C
DATE :	28 Mai 2004	A	C
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	1 / 3



REPÈRE CIRCUIT	D9	D10	D11						
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 8 Bureau 8	Unité intérieure 9 Bureau 9	Unité intérieure 10 Bureau 10						
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²						
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (RDC)

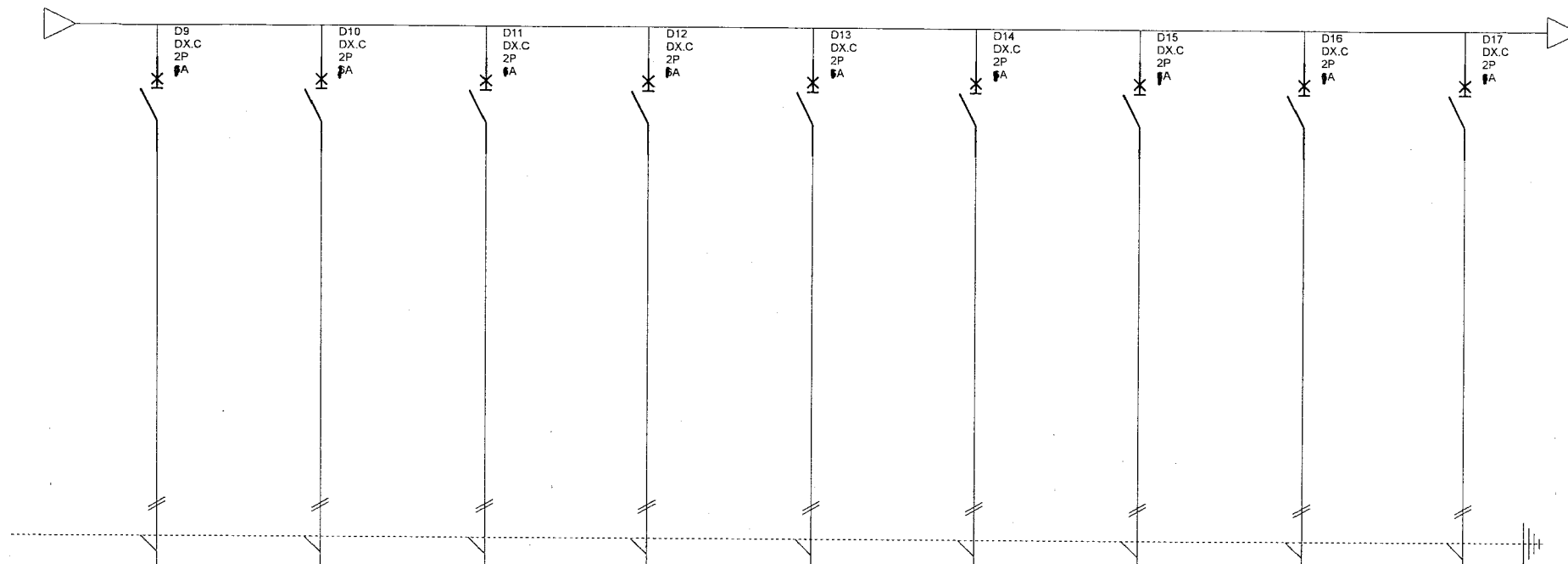
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
		Dessiné	KODJO David	N° FOLIO :	2 / 3



REPÈRE CIRCUIT		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Venant du tableau general de climatisation	Unité extérieure 1	Unité extérieure 2	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5	Unité intérieure 6 Bureau 6
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	10 mm²	6 mm²	6 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BÂTIMENT A (NIVEAU 1)

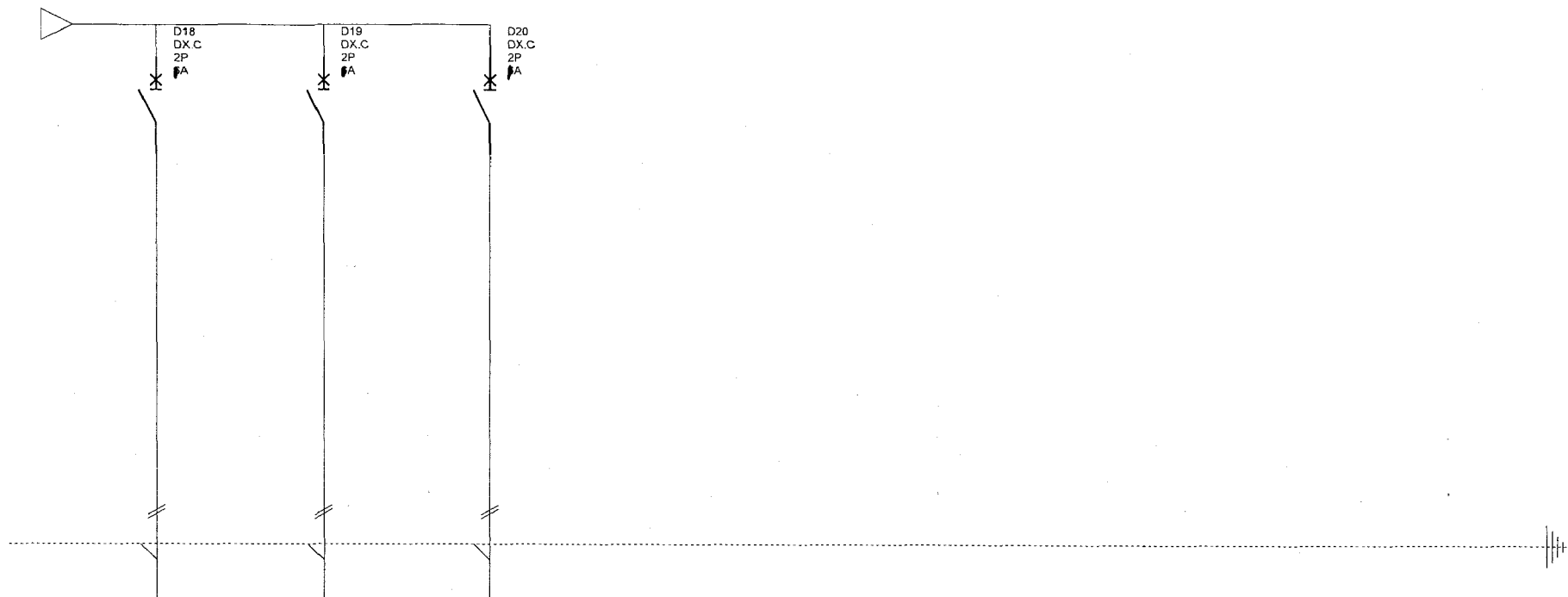
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :		1 / 3	



REPÈRE CIRCUIT	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 7 Bureau 7	Unité intérieure 8 Bureau 8	Unité intérieure 9 Bureau 9	Unité intérieure 10 Bureau 10	Unité intérieure 11 Bureau 11	Unité intérieure 12 Bureau 12	Unité intérieure 13 Bureau 13	Unité intérieure 14 Bureau 14	Unité intérieure 15 Bureau 15
LONGUEUR DE CÂBLE									
SECTION DE CÂBLE	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CÂBLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (NIVEAU 1)

N° AFFAIRE :	Mémoire F13	IC	F
N° DE PLAN :		B	E
DATE :	28 Mai 2004	A	D
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	2 / 3



REPÈRE CIRCUIT	D18	D19	D20						
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 16 Bureau 16	Unité intérieure 17 Bureau 17	Unité intérieure 18 Bureau 18						
LONGUEUR DE CÂBLE									
SECTION DE CÂBLE	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²						
TYPE DE CÂBLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (NIVEAU
1) :

N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	3 / 3		

DGG
DXH.C
4P
100A

D1
DX.C
4P
32A

D2
DX.C
4P
32A

D3
DX.C
4P
32A

D4
DX.C
2P
16A

D5
DX.C
2P
16A

D6
DX.C
2P
16A

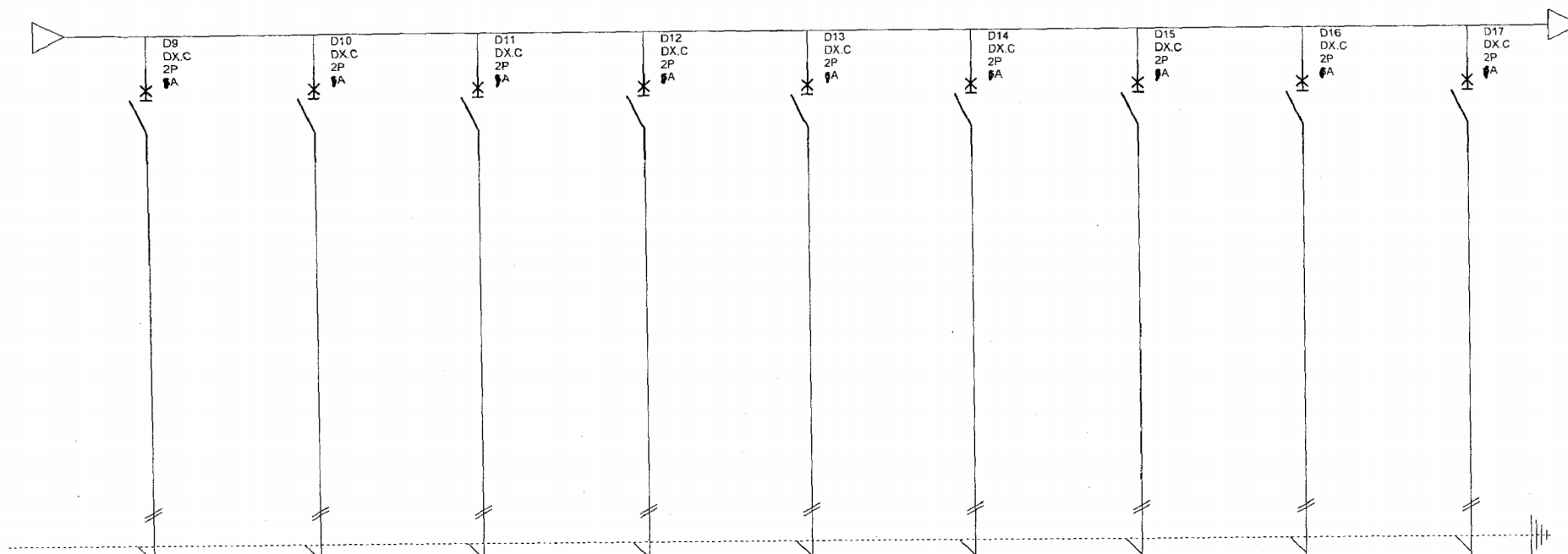
D7
DX.C
2P
16A

D8
DX.C
2P
16A

REPÈRE CIRCUIT		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Venant du tableau général de climatisation	Unité extérieure 1	Unité extérieure 2	Unité extérieure 3	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	10 mm²	6 mm²	6 mm²	6 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (NIVEAU 2)

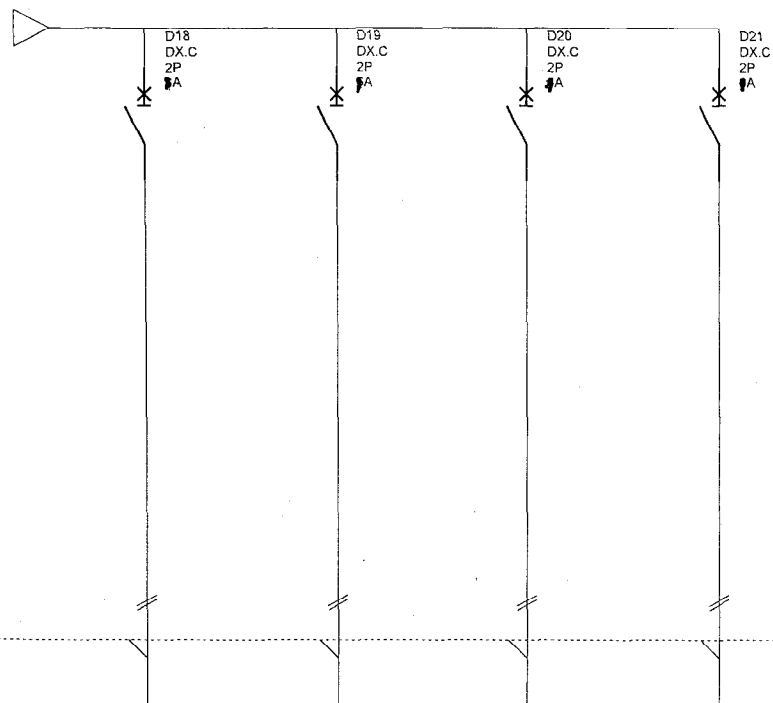
N° AFFAIRE :	Mémoire FI3	C		F	
N° D' PLAN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		C	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	1 / 3		



REPERE CIRCUIT	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
REPERE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 6 Bureau 6	Unité intérieure 7 Bureau 7	Unité intérieure 8 Bureau 8	Unité intérieure 9 Bureau 9	Unité intérieure 10 Bureau 10	Unité intérieure 11 Bureau 11	Unité intérieure 12 Bureau 12	Unité intérieure 13 Bureau 13	Unité intérieure 14 Bureau 14
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (NIVEAU 2) ;

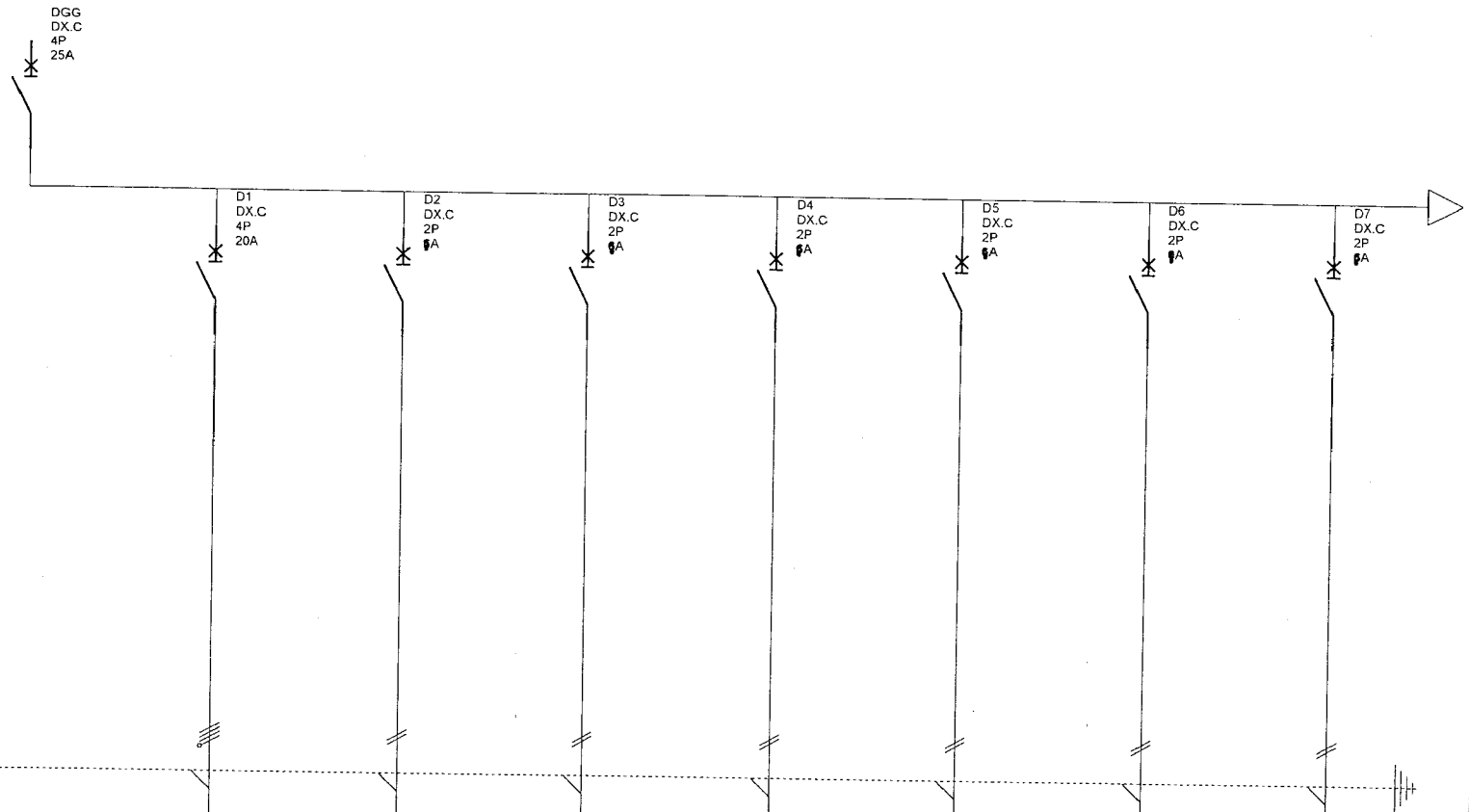
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C	F
N° DE PLAN :		B	E
DATE :	28 Mai 2004	A	D
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	2 / 3



REPÈRE CIRCUIT	D18	D19	D20	D21					
REPÈRE BORNES									
DÉSIGNATION	Unité intérieure 15 Bureau 15	Unité intérieure 16 Bureau 16	Unité intérieure 17 Bureau 17	Unité intérieure 18 Bureau 18					
LONGUEUR DE CÂBLE									
SECTION DE CÂBLE	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²					
TYPE DE CÂBLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT A (NIVEAU 2)

N° AFFAIRE :	Mémoire FI3	C	F
N° DE PLAN :		B	E
DATE	28 Mai 2004	A	D
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	3 / 3



REPÈRE CIRCUIT			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION		Venant du tableau général de climatisation	Unité extérieure 1	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5	Unité intérieure 6 Bureau 6
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE		6 mm ²	2.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT R+6 (RDC)

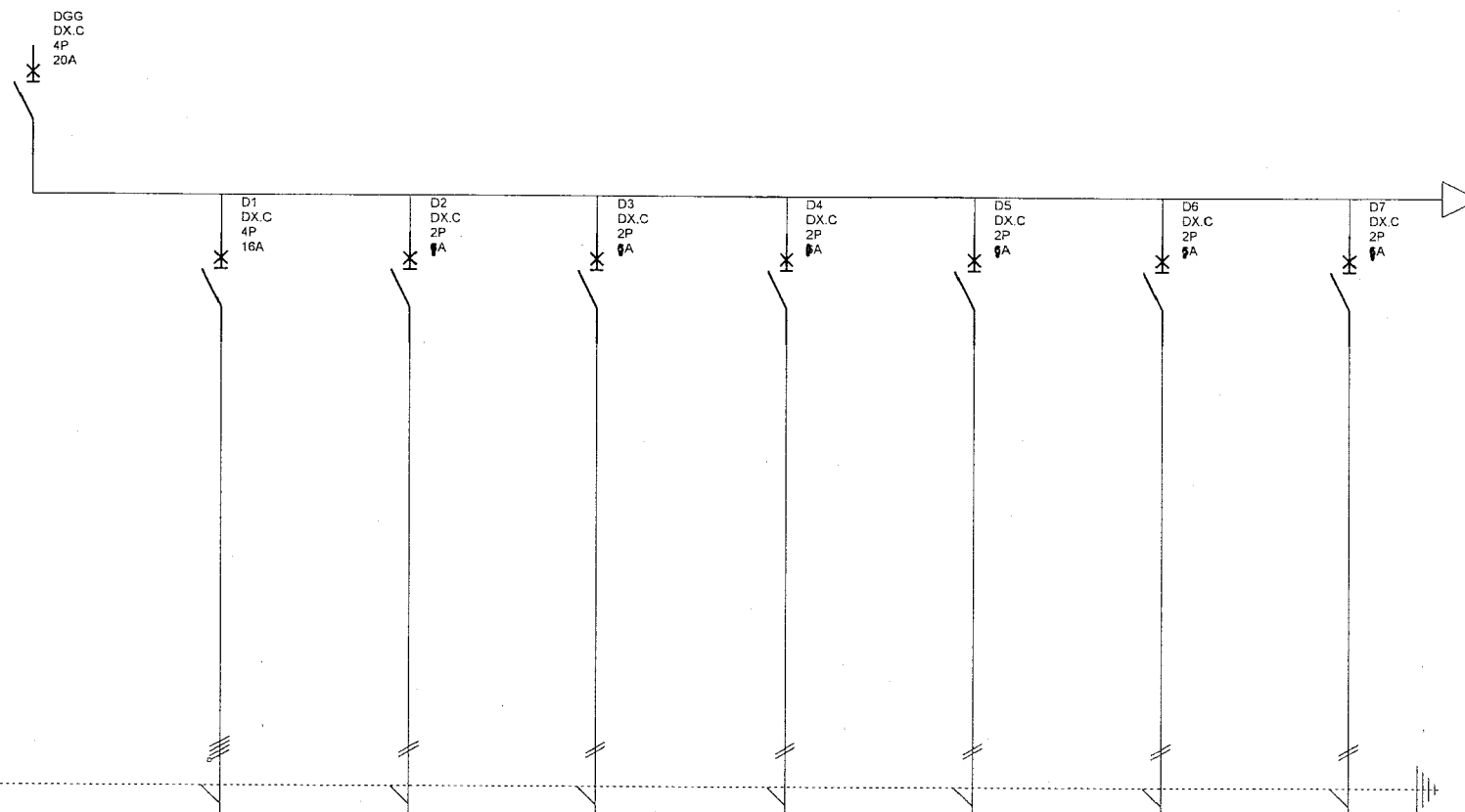
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
DE N° AN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	1 / 2		



REPÈRE CIRCUIT	D8	D9							
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 7 Bureau 7	Unité intérieure 8 Bureau 8							
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	1.5 mm²	1.5 mm²							
TYPE DE CABLE									

SCHEMA EL.ECTRIQUEDES VRV DU BATIMENT R+6 (RDC)

N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		D		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	2 / 2		



REPÈRE CIRCUIT			D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION		Venant du tableau général de climatisation	Unité extérieure 1	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5	Unité intérieure 6 Bureau 6
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE		6 mm²	2.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CABLE									

**SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT R+6
(NIVEAU 1 -NIVEAU5)**

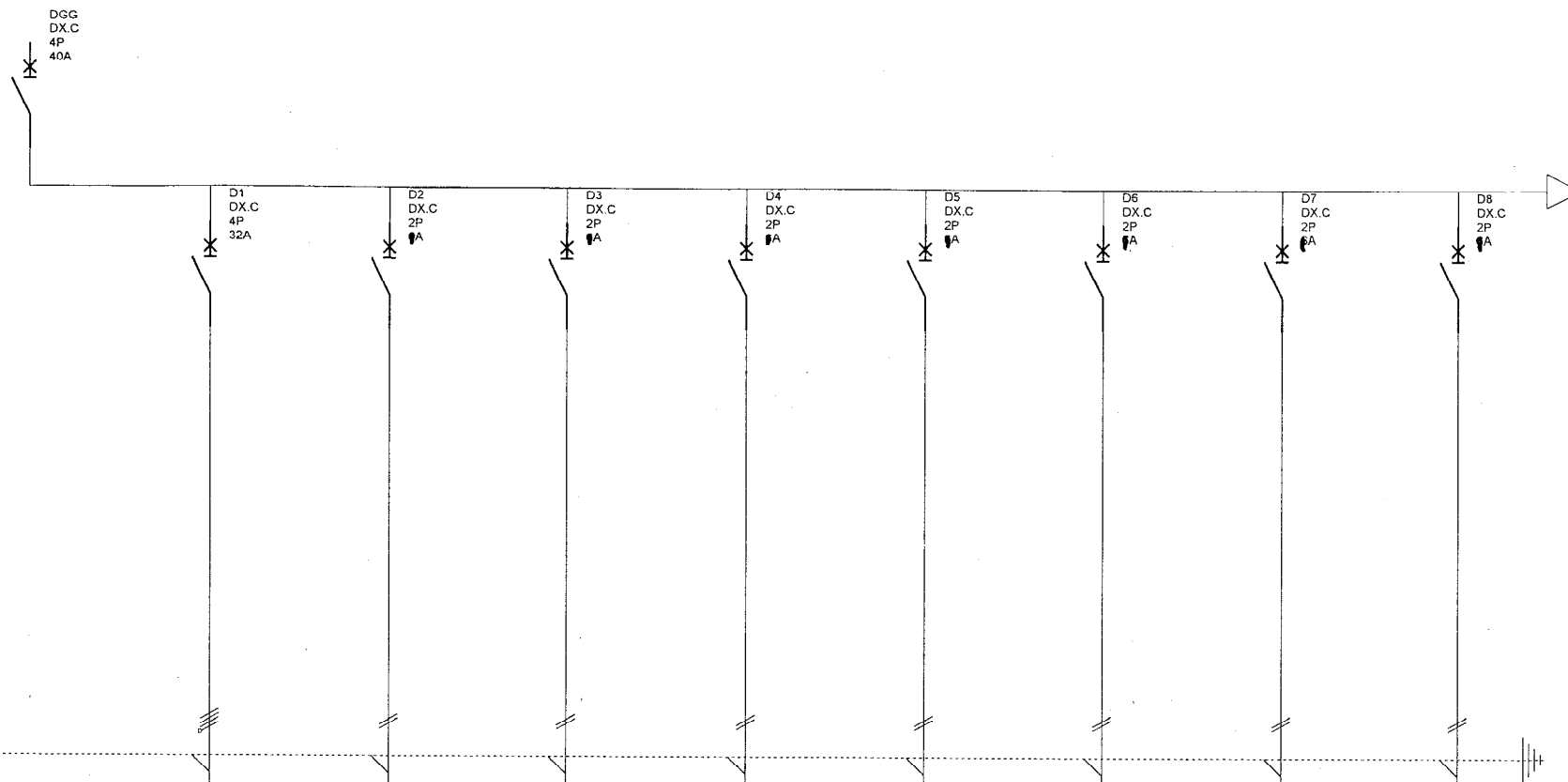
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		B		E	
		A		D	
DATE :	28 Mai 2004	Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	1 / 2



REPÈRE CIRCUIT	D8	D9							
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 7 Bureau 7	Unité intérieure 8 Bureau 8							
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	1.5 mm²	1.5 mm²							
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT R+6
(NIVEAU 1 -NIVEAU5)

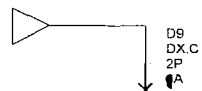
N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		R		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	2 / 2		



REPERE CIRCUIT		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
REPERE BORNES									
DESIGNATION	Venant du tableau général de climatisation	Unité extérieure	Unité intérieure 1 Bureau 1	Unité intérieure 2 Bureau 2	Unité intérieure 3 Bureau 3	Unité intérieure 4 Bureau 4	Unité intérieure 5 Bureau 5	Unité intérieure 6 Bureau 6	Unité intérieure 7 Bureau 7
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	10 mm²	6 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²	1.5 mm²
TYPE DE CABLE									

SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT R+6 (NIVEAU 6)

N° AFFAIRE :	Mémoire FI3	C	F
N° DE PLAN :		B	E
DATE :	28 Mai 2004	A	D
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	1 / 2

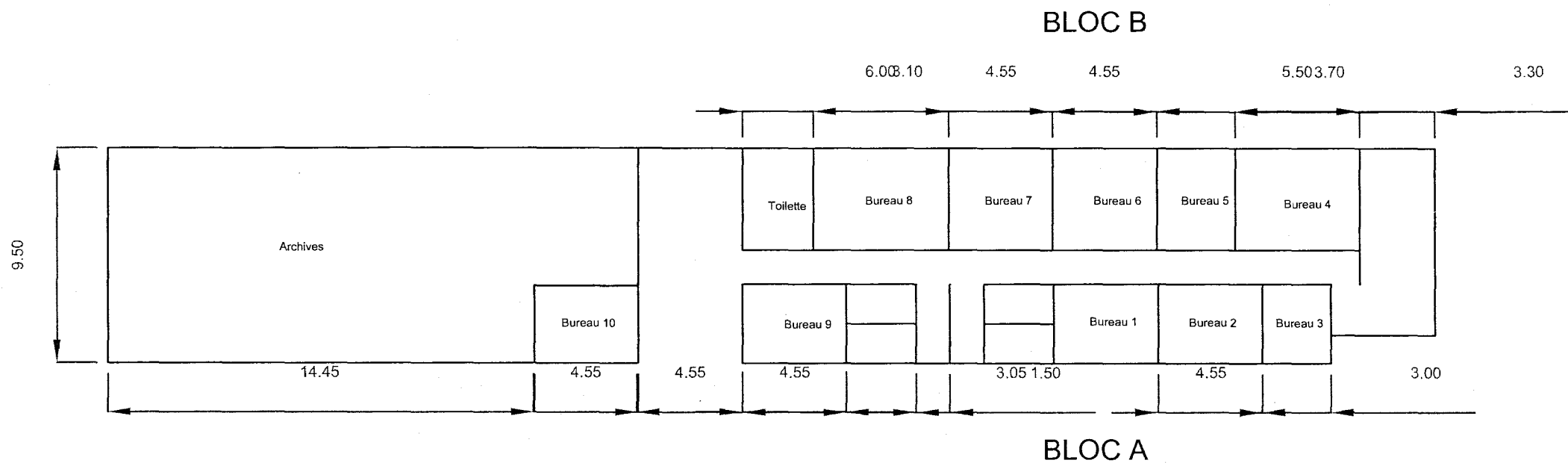


REPÈRE CIRCUIT	D9								
REPÈRE BORNES									
DESIGNATION	Unité intérieure 8 Bureau 8								
LONGUEUR DE CABLE									
SECTION DE CABLE	1.5 mm²								
TYPE DE CABLE									

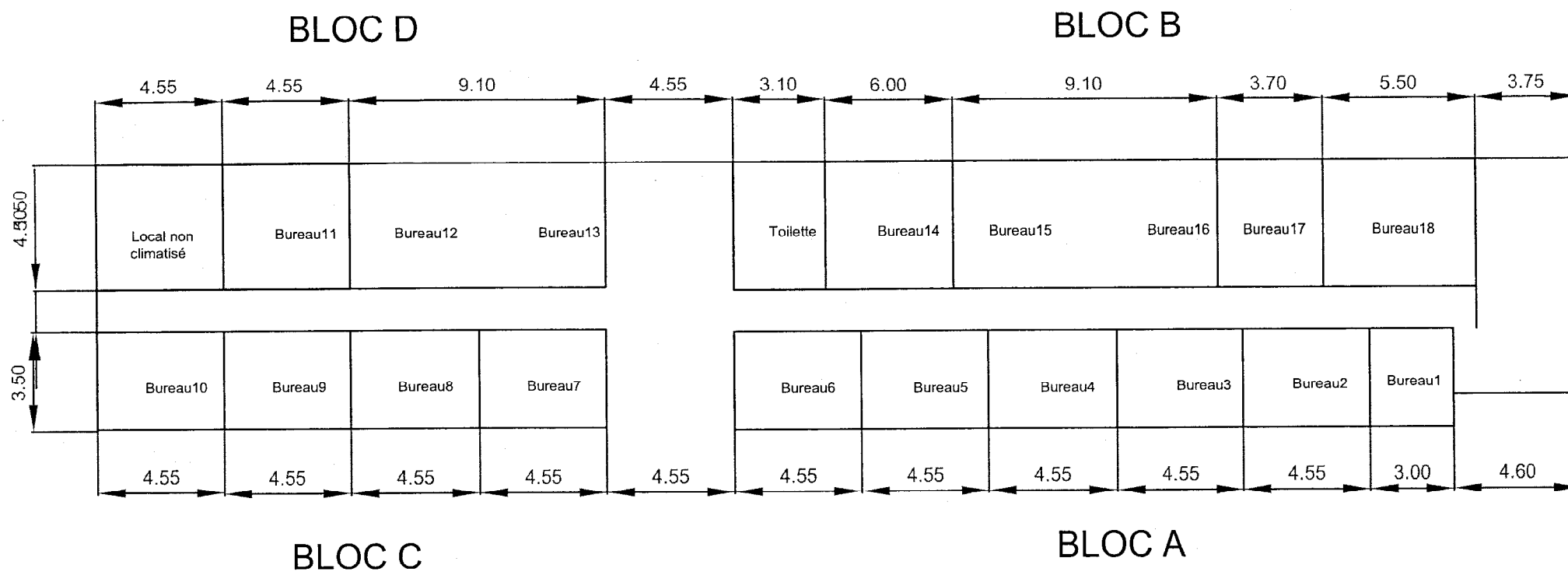
SCHEMA ELECTRIQUE DES VRV DU BATIMENT R+6 (NIVEAU6)

N° AFFAIRE :	Mémoire F13	C		F	
N° DE PLAN :		B		E	
DATE :	28 Mai 2004	A		D	
Dessiné :	KODJO David	N° FOLIO :	2 / 2		

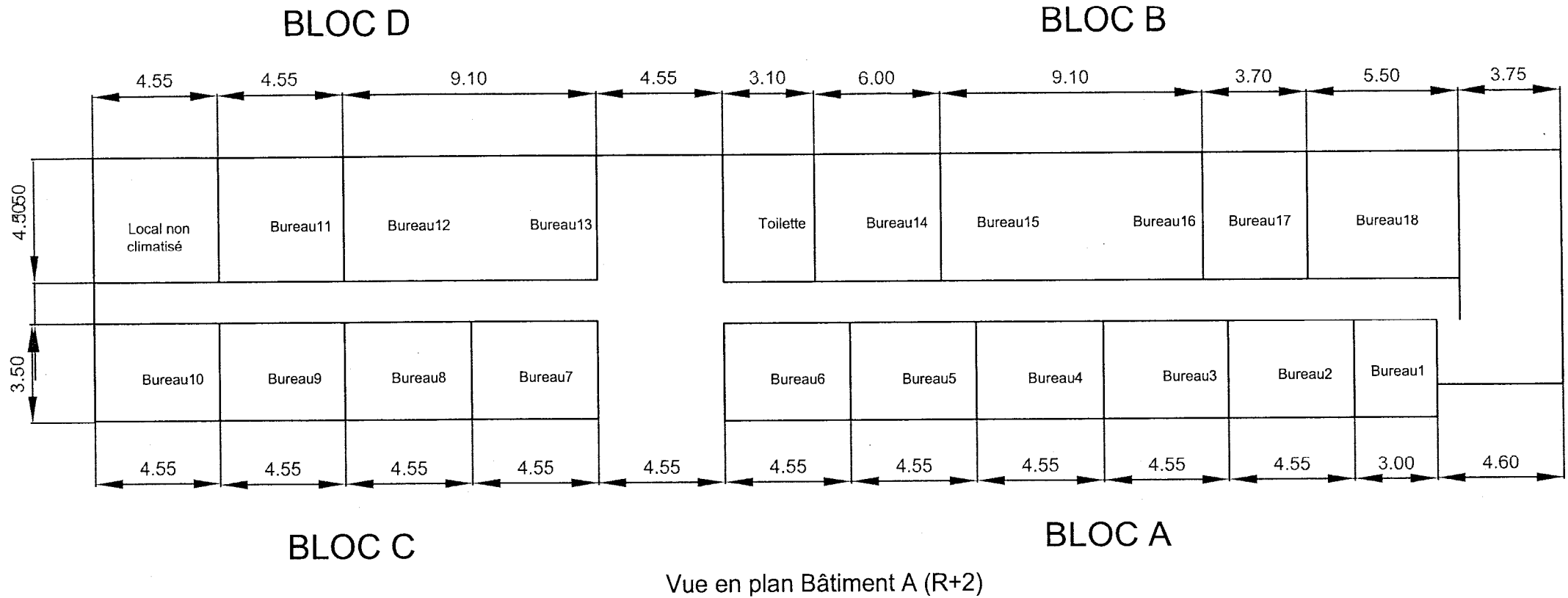
A.4. PLAN DE NIVEAU DES BATIMENTS

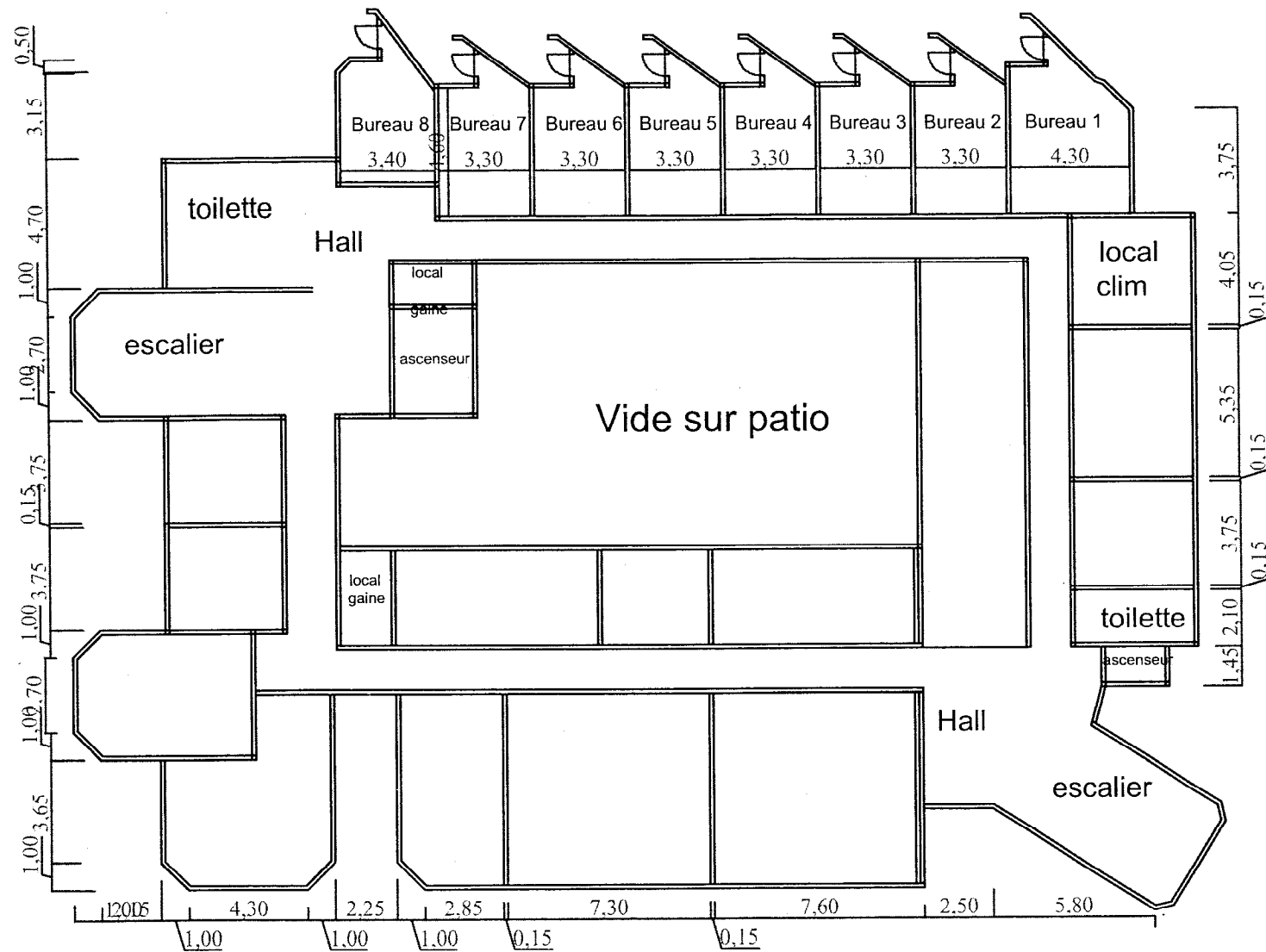


Vue en plan du bâtiment A (RDC)



Vue en plan Bâtiment A (R+1)





PLAN DE NIVEAU DU BATIMENT (R+6)

A.5. TABLEAU RESUME DE L'OPTIMISATION DE LA FACTURATION

IMMEUBLE: CNSS NOUVEAU SIEGE

1./SITUATION ACTUELLE

REA/AUTO/Sonabel

Puissance moyenne atteinte	302 kW	302 kW
Puissance Souscrite	135 kW	358 kW
Facteur de Puissance moyenne	0,87	0,87
Puissance des batteries de Condensateurs existantes	0 kVAr	0 kVAr
Puissance Apparente moyenne (Pa)	348 kVA	348 kVA
Consommation d'énergie apparente (S)	914 233 kVAh/an	914 233 kVAh/an
Pénalités dues au facteur de puissance (COSphi)	0 F CFA	0 F CFA
Pénalités dues aux dépassements de puissance souscrite	6 629 700 F CFA	0 F CFA
Pénalités de sous consommation	0 F	0 F
Pénalités Totales	6 629 700 F CFA	0 F CFA
Montant de la facture avant optimisation	90 478 234 F CFA	96 748 339 CFA
Prix du kWh avant optimisation	113 F CFA	121 CFA

2./OPTIMISATION

Puissance à Souscrire	320 kW
Puissance des batteries de Condensateurs à installer	45 kVAr
Facteur de Puissance attendu	1,00
Puissance apparente moyenne (Pa)	304 kVA
Gain en puissance apparente	13%
Consommation d'énergie apparente (S)	799 724 kVAh/an
Gain en Energie apparente	13%
Pénalités (+)/Bonifications (-) dues au COSphi	-5 237 215 F CFA
Pénalités dues aux dépassements de Puissance	224 400 F CFA
Pénalités Totales (+)/Economies totales(-)	-5 012 815 F CFA
Montant de la facture après optimisation	88 631 918 F CFA
Prix du kWh après optimisation	111 F CFA

3./ANALYSE FINANCIERE ET ACTION

Investissement	1 800 000 F CFA
Gain brut annuel	1 846 316 F CFA
Economies réalisables dès la première année	46 316 F CFA
Temps de retour de l'investissement	12 Mois
Bénéfice actualisé au taux de 10% et sur 10 ans	34 666 842 F CFA
Réajustement de la puissance souscrite	OUI

DATE D'EDITION :

13-juin-05

IMMEUBLE:	CNSS-SMI CENTRALE
------------------	--------------------------

1./SITUATION ACTUELLE

REA/AUTO/Sonabel

Puissance moyenne atteinte	65 kW	65 kW
Puissance Souscrite	180 kW	180 kW
Facteur de Puissance moyenne	0,71	0,71
Puissance des batteries de Condensateurs existantes	0 kVAr	0 kVAr
Puissance Apparente moyenne (Pa)	87 kVA	87 kVA
Consommation d'énergie apparente (S)	160 320 kVAh/an	160 320 kVAh/an
Pénalités dues au facteur de puissance (COSphi)	1 202 545 F CFA	1 202 545 F CFA
Pénalités dues aux dépassements de puissance souscrite	0 F CFA	0 F CFA
Pénalités de sous consommation	1 864 841 F	0 F
Pénalités Totales	3 067 386 F CFA	1 202 545 F CFA
Montant de la facture avant optimisation	23 303 598 F CFA	23 303 598 F CFA
Prix du kWh avant optimisation	206 F CFA	206 F CFA

2./OPTIMISATION

Puissance à Souscrire	75 kW
Puissance des batteries de Condensateurs à installer	10 kVAr
Facteur de Puissance attendu	0,99
Puissance apparente moyenne (Pa)	67 kVA
Gain en puissance apparente	23%
Consommation d'énergie apparente (S)	114 839 kVAh/an
Gain en Energie apparente	28%
Pénalités (+)/Bonifications (-) dues au COSphi	-770 065 F CFA
Pénalités dues aux dépassements de Puissance	155 100 F CFA
Pénalités Totales (+)/Economies totales(-)	-614 965 F CFA
Montant de la facture après optimisation	14 510 955 F CFA
Prix du kWh après optimisation	128 F CFA

3./ANALYSE FINANCIERE ET ACTION

Investissement	400 000 F CFA
Gain brut annuel	8 792 643 F CFA
Economies réalisables dès la première année	8 392 643 F CFA
Temps de retour de l'investissement	1 Mois
Bénéfice actualisé au taux de 10% et sur 10 ans	12 633 704 F CFA
Réajustement de la puissance souscrite	OUI

DATE D'EDITION :

13-juin-05

IMMEUBLE:	CNSS-EX PNUD
------------------	---------------------

1./SITUATION ACTUELLE

REA/AUTO/Sonabel

Puissance moyenne atteinte	39 kW	39 kW
Puissance Souscrite	50 kW	50 kW
Facteur de Puissance moyenne	0,59	0,59
Puissance des batteries de Condensateurs existantes	0 kVAr	0 kVAr
Puissance Apparente moyenne (Pa)	66 kVA	66 kVA
Consommation d'énergie apparente (S)	134 198 kWh/an	134 198 kWh/an
Pénalités dues au facteur de puissance (COSphi)	1 762 583 F CFA	1 762 583 F CFA
Pénalités dues aux dépassements de puissance souscrite	0 F CFA	0 F CFA
Pénalités de sous consommation	0 F	0 F
Pénalités Totales	1 762 583 F CFA	1 762 583 F CFA
Montant de la facture avant optimisation	12 770 547 F CFA	12 770 547 F CFA
Prix du kWh avant optimisation	161 F CFA	161 F CFA

2./OPTIMISATION

Puissance à Souscrire	40 kW
Puissance des batteries de Condensateurs à installer	15 kVAr
Facteur de Puissance attendu	0,97
Puissance apparente moyenne (Pa)	42 kVA
Gain en puissance apparente	36%
Consommation d'énergie apparente (S)	82 326 kWh/an
Gain en Energie apparente	39%
Pénalités (+)/Bonifications (-) dues au COSphi	-652 824 F CFA
Pénalités dues aux dépassements de Puissance	49 500 F CFA
Pénalités Totales (+)/Economies totales(-)	-603 324 F CFA
Montant de la facture après optimisation	9 345 635 F CFA
Prix du kWh après optimisation	118 F CFA

3./ANALYSE FINANCIERE ET ACTION

Investissement	600 000 F CFA
Gain brut annuel	3 424 913 F CFA
Economies réalisables dès la première année	2 824 913 F CFA
Temps de retour de l'investissement	2 Mois
Bénéfice actualisé au taux de 10% et sur 10 ans	13 941 630 F CFA
Réajustement de la puissance souscrite	OUI

DATE D'EDITION :

13-juin-05

A.6. EXTRAIT DE CATALOGUE DES VRV

2 Specifications

2-1 Technical specifications

FXAQ-MVE				20	25	32	40	50	63		
COOLING CAPACITY (1)				kW	2.2	2.8	3.6	4.5	5.6	7.1	
HEATING CAPACITY (2)				kW	2.5	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	
NOMINAL INPUT		Cooling	W	16	22	27	20	27	50		
		Heating	W	24	27	32	20	32	60		
DIMENSIONS		HxWxD	mm	290x795x230			290x1,050x230				
WEIGHT				kg	11			14			
COLOUR					white (10Y9/0.5)			white (B-272)			
SOUND LEVEL		Sound pressure	high	dBA	35	36	37	39	42	46	
			low	dBA	29	29	29	34	36	39	
		Sound power		dBA	*	*	*	*	*	*	
FAN		Air flow rate	high	m ³ /h	450	480	540	720	900	1,140	
			low	m ³ /h	270	300	330	540	720	840	
		Type		cross flow fan							
		Motor output		W	40			43			
		Drive		direct drive							
HEAT EXCHANGER		Rows x stages x fin pitch	mm	2x14x1.4							
		Face area	m ²	0.161							
AIR FILTER				resin net (washable)							
REFRIGERANT CONTROL				electronic expansion valve							
TEMPERATURE CONTROL				microprocessor thermostat for cooling and heating							
PIPING CONNECTIONS		Liquid	flare	mm	ø 6.4				ø 9.5		
		Gas	flare	mm	ø 12.7				ø 15.9		
		Drain		mm	VP13, external diameter 18, internal diameter 14						
Sound absorbing insulation material				foamed polystyrene / foamed polyethylene							

3D039370

NOTES

- Nominal cooling capacities are based on:
 - Indoor temperature: 27°CDB, 19°CWB
 - Outdoor temperature: 35°CDB
 - Equivalent refrigerant piping: 5m (horizontal)
 - Nominal heating capacities are based on:
 - Indoor temperature: 20°CDB
 - Outdoor temperature: 7°CDB, 6°CWB
 - Equivalent refrigerant piping: 5m (horizontal)
 - Capacities are net including a deduction for cooling (an addition for heating) for indoor fan motor heat.
- * data were not available at the time of publication

2-2 Electrical specifications

FXAQ-MVE				20	25	32	40	50	63
CURRENT	Minimum circuit amps (MCA)	A		0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6
	Maximum fuse amps (MFA) (5)	A		15					
POWER SUPPLY				V1	1 ~, 50Hz, 220-240V				
VOLTAGE RANGE				Min ~ max	V	198/264			
INDOOR FAN MOTOR	Fan motor rated output	W		40			43		
	Full load amps (FLA)	A		0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5

4D034907B

NOTES

- Voltage range: units are suitable for use on electrical systems where voltage supplied to unit terminals is not below or above listed range limits.
- Maximum allowable voltage range variation between phases is 2%.
- MCA/MFA:
MCA = 1.25 x FLA
MFA ≤ 4 x FLA
next lower standard fuse rating minimum 15A.
- Select wire size based on the MCA.
 - Instead of a fuse, use a circuit breaker

1 Specifications

1-1 Technical specifications

1-1-1 Survey

RXYQ-MY1B			5	8	10	12	14	16
MODULES	RXYQ5M		1					
	RXYQ8M			1				
	RXYQ10M				1			
	RXYQ12M					1		
	RXYQ14M						1	
	RXYQ16M							1
EQUIVALENT HORSEPOWER		HP	5	8	10	12	14	16
NUMBER OF OUTDOOR UNITS			1	1	1	1	1	1
NUMBER OF COMPRESSORS			1	2	2	2	3	3
NUMBER OF CONNECTABLE INDOOR UNITS			8	13	16	20	20	20
MINIMUM CAPACITY INDEX			62.5	100	125	150	175	200
MAXIMUM CAPACITY INDEX			162.5	260	325	390	455	520
COOLING CAPACITY		kW	14.0	22.4	28.0	33.5	40.0	44.5
HEATING CAPACITY		kW	16.0	25.0	31.5	37.5	45.0	50.0
POWER INPUT	Cooling	kW	3.79	6.97	9.00	10.60	14.30	15.60
	Heating	kW	4.34	6.89	9.31	10.80	12.90	14.00
COP	Cooling		3.69	3.21	3.11	3.16	2.80	2.85
	Heating		3.69	3.63	3.38	3.47	3.49	3.57
CAPACITY STEPS			20	29	29	29	35	35
DIMENSIONS	Height	mm	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
	Width	mm	635	930	930	1,240	1,240	1,240
	Depth	mm	765	765	765	765	765	765
WEIGHT		kg	160	230	230	281	323	325

RXYQ-MY1B			18	20	22	24	26	28	30	32
MODULES	RXYQ5M									
	RXYQ8M		1							
	RXYQ10M		1	2	1	1	1			
	RXYQ12M				1			1		
	RXYQ14M					1			1	
	RXYQ16M						1	1	1	2
EQUIVALENT HORSEPOWER		HP	18	20	22	24	26	28	30	32
NUMBER OF OUTDOOR UNITS			2	2	2	2	2	2	2	2
NUMBER OF COMPRESSORS			4	4	4	5	5	5	6	6
NUMBER OF CONNECTABLE INDOOR UNITS			20	20	22	32	32	32	32	32
MINIMUM CAPACITY INDEX			225	250	275	300	325	350	375	400
MAXIMUM CAPACITY INDEX			585	650	715	780	845	910	975	1,040
COOLING CAPACITY		kW	50.4	56.0	61.5	68.0	72.5	78.0	84.5	89.0
HEATING CAPACITY		kW	56.5	63.0	69.0	76.5	81.5	87.5	95.0	100.0
POWER INPUT	Cooling	kW	16.00	18.00	19.60	23.30	24.60	26.20	29.90	31.20
	Heating	kW	16.20	18.60	20.10	22.20	23.30	24.80	26.90	28.10
COP	Cooling		3.15	3.11	3.14	2.92	2.95	2.98	2.83	2.85
	Heating		3.49	3.39	3.43	3.45	3.50	3.53	3.53	3.56
CAPACITY STEPS			41	41	41	46	46	46	51	51
DIMENSIONS	Height	mm	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
	Width	mm	1,860	1,860	2,170	2,170	2,170	2,480	2,480	2,480
	Depth	mm	765	765	765	765	765	765	765	765
WEIGHT		kg	460	460	511	553	555	606	648	650

1 Specifications

1-1 Technical specifications

1-1-1 Survey

RXYQ-MY1B			34	36	38	40	42	44	46	48
MODULES	RXYQ5M									
	RXYQ8M									
	RXYQ10M		2	2	1	1	1			
	RXYQ12M				1			1		
	RXYQ14M		1			1			1	
	RXYQ16M			1	1	1	2	2	2	3
EQUIVALENT HORSEPOWER		HP	34	36	38	40	42	44	46	48
NUMBER OF OUTDOOR UNITS			3	3	3	3	3	3	3	3
NUMBER OF COMPRESSORS			7	7	7	8	8	8	9	9
NUMBER OF CONNECTABLE INDOOR UNITS			34	36	38	40	40	40	40	40
MINIMUM CAPACITY INDEX			425	450	475	500	525	550	575	600
MAXIMUM CAPACITY INDEX			1,105	1,170	1,235	1,300	1,365	1,430	1,495	1,560
COOLING CAPACITY		kW	96.0	100.5	106.0	112.5	117.0	122.5	129.0	133.5
HEATING CAPACITY		kW	108.0	113.0	119.0	126.5	131.5	137.5	145.0	150.0
POWER INPUT	Cooling	kW	32.30	33.60	35.20	38.90	40.20	41.80	45.50	46.90
	Heating	kW	31.50	32.60	34.10	36.20	37.40	38.80	40.90	42.10
COP	Cooling		2.97	2.99	3.01	2.89	2.91	2.93	2.84	2.85
	Heating		3.43	3.47	3.49	3.49	3.52	3.54	3.55	3.56
CAPACITY STEPS			56	56	56	61	61	61	68	68
DIMENSIONS	Height	mm	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
	Width	mm	3,100	3,100	3,410	3,410	3,410	3,720	3,720	3,720
	Depth	mm	765	765	765	765	765	765	765	765
WEIGHT		kg	783	785	836	878	880	931	973	975