



DIMENSIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CLIMATISATION MONO-SPLIT ET VRV POUR 6 BÂTIMENTS : ÉVALUATION DU COÛT D'INVESTISSEMENT ET DU COÛT D'EXPOITATION PAR SYSTÈME ET PAR TYPE DE BÂTIMENT

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER EN GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉNERGETIQUE

Présenté et soutenu publiquement le 29/01/2024 par

Rasmata KONOMBO (20200113)

**Encadrant 2iE : Dr.- Ing. habil. Kokouvi Edem N'TSOUKPOE, (HDR),
Maître de Conférence CAMES**

**Maître de stage : Ing. Rachide KAMAL SAMANDOULOGOU,
Directeur Général de AFRIK'ENER**

Structure d'accueil du stage : AFRIK'ENER

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr-Ing. Daniel YAMEGUEU

Membres et correcteurs : Dr-Ing. Sayon Dit Sadio SIDIBE

Dr-Ing.Gomna ABOUBAKAR

Promotion [2023/2024]

DÉDICACES

À ma Maman Aminata YOGO, pour son Amour, sa présence, son soutien moral et financier, ses encouragements et tous les sacrifices faits pour notre réussite ;

À mes oncles Beli YO, et Alidou YO pour leur soutien, leur bienveillance, et leurs précieux conseils ;

À ma grande sœur Mariam KONOMBO, pour avoir été toujours présente pour moi ;

À mes cousin(es), pour votre soutien ;

À toute ma famille et mes chers amis, pour votre soutien.

CITATION

**« LE SUCCÈS EST LA SOMME DE PETITS EFFORTS RÉPÉTÉS
JOUR APRÈS JOUR »**

Robert Collier

REMERCIEMENTS

Je voudrais en ces lignes, exprimer ma sincère et profonde reconnaissance à l'**institut 2iE** pour la formation de qualité dont j'ai bénéficié. Cette reconnaissance va tout particulièrement à :

Dr.- Ing. habil. Kokouvi Edem N'TSOUKPOE (HDR), Maître de Conférences CAMES, pour sa disponibilité, ses conseils et l'encadrement offert ;

L'entreprise **AFRIK'ENER** qui m'a ouvert ses portes ;

À Mon maître de stage **Ing. Kamal Rachide SAMANDOULOUGOU** Directeur Général de **AFRIK'ENER** ;

La **Banque Mondiale** qui grâce à ses financements, nous a permis de poursuivre nos études ;

À Tous les **enseignants** qui ont concouru à ma formation ;

À mes **camarades** de promotion pour l'atmosphère chaleureuse que nous avons partagée ;

À tous mes **amis** qui m'ont soutenu, de près ou de loin ;

Merci à tous.

RÉSUMÉ

Ce travail porte sur le dimensionnement de deux systèmes de climatisation (mono-split et VRV) pour trois bâtiments résidentiels et trois bâtiments tertiaires en vue de faire une analyse économique pour déterminer le plus économique en fonction du type de bâtiment. Une évaluation détaillée des coûts d'investissements, des coûts d'exploitations. Les résultats révèlent un coût d'investissement initial pour le système VRV résidentiel de 78 631 169 FCFA et 165 773 857 FCFA pour le VRV tertiaire, tandis que les mono-split présentent un coût de 61 999 670 FCFA pour les bâtiments résidentiels et 114 825 820 FCFA pour les bâtiments tertiaires. En prenant en compte les coûts énergétiques, le système VRV se distingue avec un coût annuel de 34 918 673 FCFA pour les trois bâtiments résidentiels et de 44 145 730 FCFA pour les trois bâtiments tertiaires. Quant au système mono-split le coût énergétique annuel est de 46 405 886 FCFA pour les bâtiments résidentiels et 61 328 045 FCFA pour les bâtiments tertiaires. Le calcul de la VAN dont le but est de déterminer le système entraînant le moins de dépenses a révélé que le VRV est le système permettant le plus d'économie.

Mots clés

- 1. Bâtiment résidentiel**
- 2. Bâtiment tertiaire**
- 3. Climatisation**
- 4. Système mono-split**
- 5. Système Volume Réfrigérant Variable (VRV)**
- 6. Rentabilité**

ABSTRACT

This work involves the sizing of two air-conditioning systems (mono-split and VRV) for three residential buildings and three tertiary buildings, with a view to carrying out an economic analysis to determine the most economical system for each type of building. A detailed assessment of investment, energy, maintenance and replacement costs was carried out. The results reveal an initial investment cost for the residential VRV system of 78 631 169 FCFA and 165 773 857 FCFA for tertiary VRV, while mono-split systems cost 61 999 670 FCFA for residential buildings and 114 825 820 FCFA for tertiary buildings. Considering energy costs, the VRV system stands out with an annual cost of 34 918 673 FCFA for the three residential buildings and 44 145 730 FCFA for the three tertiary buildings. As for the mono-split systems, the annual energy cost is 46 405 886 FCFA for the residential buildings and 61 328 045 FCFA for the tertiary buildings. Calculation of the NPV, the aim of which is to determine the system with the least expenditure, revealed that the VRV is the system with the greatest savings.

Keywords

- 1. Residential building**
- 2. Tertiary building**
- 3. Air conditioning**
- 4. Single-split system**
- 5. Variable Refrigerant Volume (VRV) system**
- 6. Cost-effectiveness**

LISTE DES ABRÉVIATIONS

SIGLES	DESIGNATIONS
2iE	Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
VRV	Volume de Réfrigérant Variable
COP	Coefficient de Performance
HP	Indice des unités extérieures
T _{con}	Taux de connexion
P _{max} (kW)	Puissance maximale
P _{choisie} (kW)	Puissance choisie
T _{max} (°C)	Température maximale
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
BR	Bâtiment Résidentiel
BT	Bâtiment Tertiaire
HAP	Hourly Analysis Program
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
SAV	Service Après-Vente
RDC	Rez-de-Chaussée
R+1	Rez-de-Chaussée plus un étage
SARL	Société à Responsabilité Limitée
VAN	Valeur Actuelle Nette
HT	Hors Taxe
TTC	Toutes Taxes Comprises

SOMMAIRE

Dédicaces	i
Citation.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé	iv
Abstract.....	v
Liste des abréviations.....	vi
Sommaire	vii
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures	x
I. Introduction	1
II. Présentation de la structure d'accueil et du projet	2
I.1 Présentation de la structure d'accueil	2
I.2 présentation de la zone d'étude (Ouagadougou).....	3
II.3 Présentation du projet	3
III. Description générale des systèmes mono-split et de vrv	9
III.1 Description du système mono-split	9
III.2 Description du système VRV	10
III.2.1 Schéma de principe.....	10
III.2.2 Principe de fonctionnement	11
III.3 Critères de choix des systèmes de climatisation	12
IV. Méthodologie de dimensionnement	13
V. Étude technique-dimensionnement des systèmes de climatisation	14
V.1 Bilan thermique des bâtiments	14
V.1.1 Méthodologie de calcul du bilan thermique des bâtiments	14
V.1.2 Détermination du bilan thermique des bâtiments à l'aide du logiciel HAP	15
V.2 Choix des composants des systèmes de climatisations.....	20
V.2.1 Méthodologie de sélection des équipements du système mono-split	21
V.2.2 Méthodologie de sélection des équipements du système VRV	22
VI.2.3 choix des tuyauteries cuivre et refnet	25
VI. Étude financière- évaluation du cout d'investissement par système et par type de bâtiment	28
VII.2 Évaluation du coût d'installation des bâtiments résidentiels.....	28
VII.2 Évaluation du coût d'exploitation par système et type de bâtiment	30
VII.3 Évaluation du coût énergétique	30
VII.4 Évaluation du coût de maintenance et de remplacement	34

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

VII.5	Étude financière des deux systèmes pour chaque type de bâtiments.....	35
VII.3.2	Discussions des limites et des perspectives de l'étude	36
VII.3.3	Revue des études sur les thèmes similaires	36
VII.	Notice d'impact environnemental/ plan de gestion environnemental et social/sécurité	38
VII.2	Cadre législatif et réglementaire	38
VII.1	Rappel des composantes et phases du projet	39
VII.2	Identification des sources d'impacts	39
VII.3	Identification et évaluation des impacts	40
VII.4	Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)	41
VIII.	Conclusion.....	42
IX.	Bibliographie	43
X.	Annexes.....	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Caractéristiques des parois des bâtiments Résidentiels	8
Tableau 2:Caractéristiques des parois des bâtiments tertiaires.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 3: Conditions de confort intérieures [2]	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4:Bilan thermique et ratio de performance du bâtiment résidentiel 1	20
Tableau 5:Bilan thermique et ratio de performance du bâtiments Tertiaire 1	20
Tableau 6:Choix des unités intérieur du Split System(Bâtiment résidentiel 1).....	22
Tableau 7:Choix des unités intérieures mono-split (Bâtiment tertiaire 1).....	22
Tableau 8: Choix des unités intérieures du système VRV pour le bâtiment résidentiel 1.....	24
Tableau 9:Choix des unités intérieures du système VRV pour le bâtiment tertiaire 1	24
Tableau 10: Choix des unités extérieures des Bâtiments.....	25
Tableau 11: Récapitulatif du coût d'investissement en FCFA des Bâtiments systèmes mono-split.....	28
Tableau 12:Récapitulatif du coût d'investissement en FCFA des Bâtiments systèmes VRV.	29
Tableau 13: Coût énergétique du système mono-split des bâtiments en FCFA	31
Tableau 14:Coût énergétique du système VRV des bâtiments en FCFA	31
Tableau 15: Estimation du coût de maintenance en FCFA.....	34
Tableau 16:Estimation du coût de remplacement.....	34
Tableau 17: Récapitulatif des résultats de la VAN.....	35
Tableau 18: Description des Composantes du projet.....	39
Tableau 19: Analyse des impacts du projet	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de AFRIK'ENER	2
Figure 2:Évolution de la température dans la ville de Ouagadougou au cours de l'année[1] ...	3
Figure 3:Plan du Bâtiment Résidentiel 1 niveau RDC	4
Figure 4:Plan du Bâtiment Résidentiel 1 niveau R+1.....	5
Figure 5:Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau RDC.....	6
Figure 6:Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau R+1	6
Figure 7:Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau R+2.....	7
Figure 8:Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau R+3.....	7
Figure 9:Kit d'un système mono split [3].....	10
Figure 10:Schéma de principe d'un système VRV[4]	10
Figure 11:Différents types d'apports de chaleur dans un bâtiment	14
Figure 12:Informations sur la localisation du projet.....	16
Figure 13:Informations relatives aux murs	16
Figure 14:Informations sur le vitrage	17
Figure 15 :Informations sur les portes	17
Figure 16:Informations sur la constitution du local.....	18
Figure 17: Bilan thermique généré par le logiciel	19
Figure 18:Mono-split-murale [3]	21
Figure 19: Mono-split plafonnier [3]	21
Figure 20: Mono-split console [3]	21
Figure 21: Mono-split cassette [5]	21
Figure 22:Climatiseur mural.....	23
Figure 23: Climatiseurs en Cassette encastrables[5]	23
Figure 24: Climatiseurs gainables[6]	23
Figure 25:Configuration du raccordement des tuyauteries de cuivre entre l'unité extérieure et les unités intérieures du bâtiment résidentiel 1 a) et celle du RDC et R+1 Bâtiment Tertiaire 1 b) généré VRV Xpress	26

I. INTRODUCTION

La climatisation est essentielle pour le maintien d'un environnement de travail ou de vie confortable, en particulier dans les pays chauds. Au Burkina Faso par exemple les températures peuvent atteindre 40°C pendant les périodes chaudes. Cette réalité souligne l'importance du choix d'un système de climatisation efficace et bien adapté pour le bien-être des occupants des bâtiments. Les principales contraintes qui influencent le choix du système sont liées à la mise en œuvre, l'espace, l'esthétique, le confort, ainsi que les coûts d'investissement et d'exploitation. Cependant, il est important de noter que ces contraintes peuvent varier en fonction des bâtiments.

Dans cette perspective, notre étude se concentre sur la climatisation de six bâtiments avec un intérêt particulier porté sur trois bâtiments résidentiels et trois bâtiments tertiaires dans la ville de Ouagadougou. Cette étude vise à déterminer le système le plus économique, en prenant en considération les spécificités de chaque type de bâtiment. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre stage de fin d'études, dont le thème est : « **Dimensionnement de systèmes de climatisation mono split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement par système et par type de bâtiment** »

L'objectif général est d'étudier deux systèmes de climatisation (mono-split et VRV) pour proposer celui qui serait le plus économique pour chaque type de bâtiment. Il s'agit de façon spécifique de :

- Dimensionner deux systèmes de climatisation différents (mono split et VRV) pour 3 bâtiments résidentiels et 3 bâtiments à Ouagadougou.
- Évaluer les coûts d'investissement associés à chaque système pour chaque bâtiment.

Pour atteindre ces objectifs le plan est structuré en quatre parties. La première partie consiste à réaliser le calcul du bilan thermique des locaux à climatiser. La deuxième partie est consacrée au choix des équipements des systèmes mono-split et VRV. La troisième partie porte sur l'étude financière des systèmes étudiés. Enfin, la dernière partie consiste à élaborer une étude d'impact environnemental.

II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DU PROJET

I.1 Présentation de la structure d'accueil

L'entreprise AFRIK'ENER a été créée en 2018, dynamique, née d'une véritable passion pour la conception et la réalisation d'installations frigorifiques. L'entreprise est formalisée en 2020 en tant que SARL avec un capital de 500 000 FCFA. Le siège de l'entreprise se situe à Ouagadougou.

AFRIK'ENER est spécialisée dans les systèmes de froid, de la ventilation, de la climatisation et de la plomberie. L'entreprise dispose de ses propres équipes de spécialistes et techniciens certifiés pour l'ensemble de ses prestations d'études/conseil, d'installation et de SAV/maintenance/dépannage en climatisation, froid et plomberie. Ses domaines d'activités sont : chambres froides/réfrigération, climatisation split et multi-split, climatisation VRV (Volume de Réfrigérant Variable), centrale de traitement d'air, ventilation mécanique contrôlée (VMC), désenfumage, plomberie sanitaire.

Les types de bâtiments sur lesquels l'entreprise intervient sont les Habitations individuelles et collectives, les ERP (Établissement Recevant du Public), les IGH (Immeubles de Grande Hauteur). L'organigramme de l'entreprise est représenté par la Figure 1 :

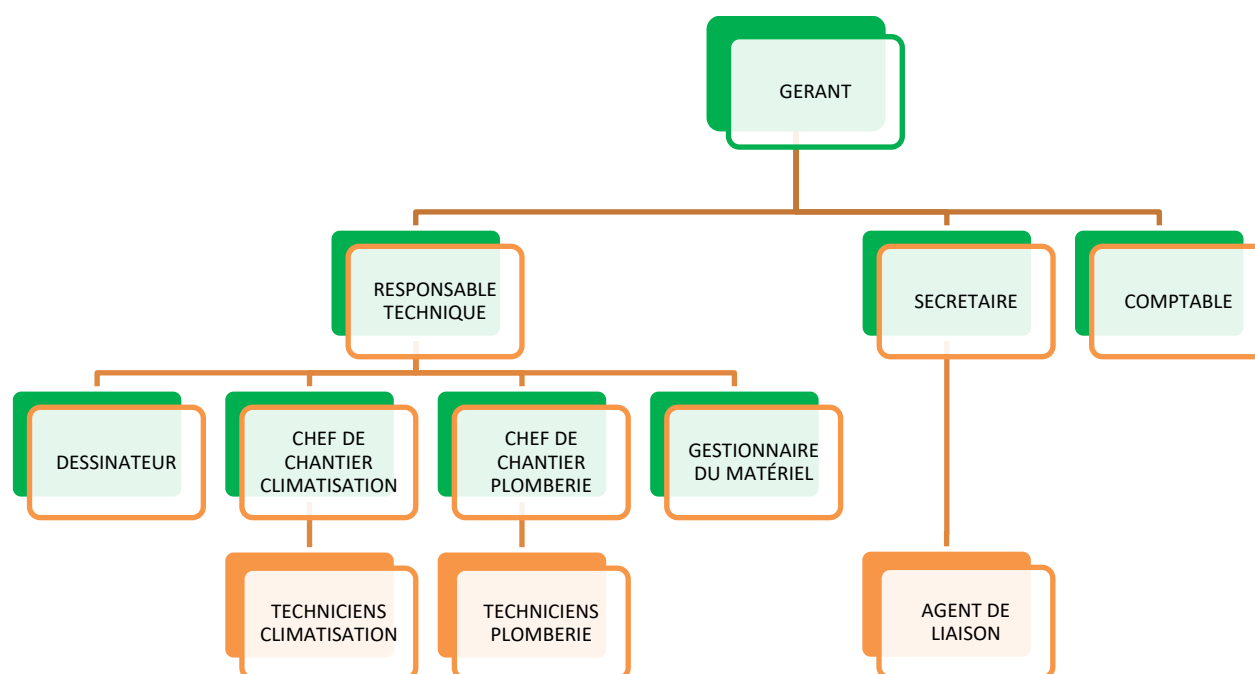


Figure 1: Organigramme de AFRIK'ENER

I.2 présentation de la zone d'étude (Ouagadougou)

La ville de Ouagadougou (Burkina Faso) est caractérisée par un climat tropical, avec une saison des pluies de mai à septembre et une saison sèche de novembre à avril. Les températures moyennes annuelles sont élevées, atteignant 28 °C, avec des pics de températures pouvant dépasser les 40 °C pendant la saison sèche comme le montre la Figure 2.

En raison de ces conditions climatiques particulières, les systèmes de climatisation installés dans les bâtiments de la région doivent être spécialement conçus pour faire face à ces défis. Ils doivent être capables de fonctionner de manière efficace dans des conditions de chaleur intense et de faible humidité, afin de maintenir des conditions de confort à l'intérieur des bâtiments malgré les conditions extérieures difficiles.

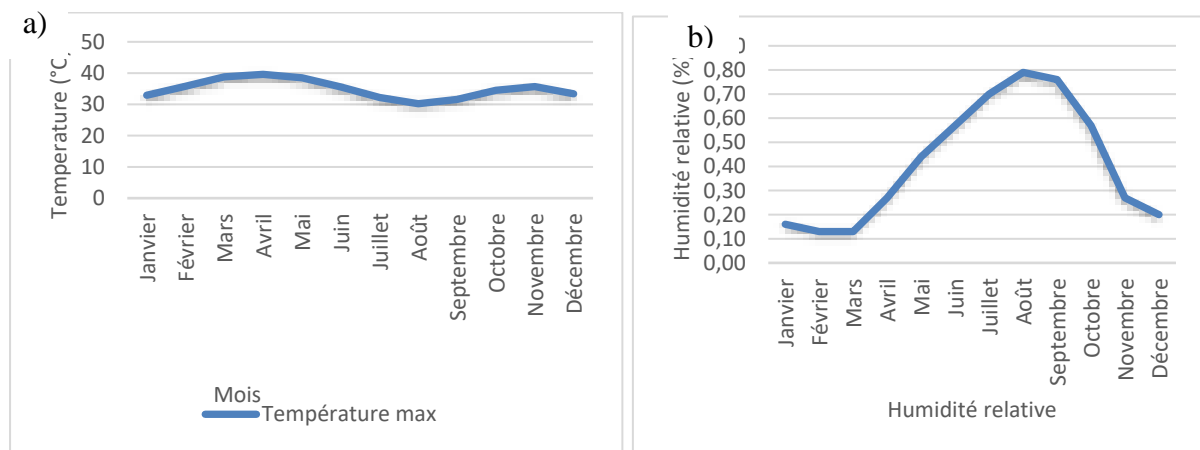


Figure 2:Évolution a) de la température et de b) de l'humidité dans la ville de Ouagadougou au cours de l'année[1]

Le diagramme de températures illustre les températures moyennes maximales enregistrées au cours des dix dernières années (2012 à 2022). Il indique que les mois de Mars, Avril et Mai sont les plus chauds de l'année, avec des températures oscillant entre 38 °C et 40 °C.

II.3 Présentation du projet

Notre projet consiste à dimensionner deux systèmes de climatisation pour assurer le confort thermique de trois bâtiments tertiaires et de trois bâtiments résidentiels de niveau R+1. Les trois bâtiments tertiaires sont constitués d'un centre commercial (BT1), d'un bâtiment administratif (BT2), et d'un hôtel (BT3). Nous représentons ci-dessous (Figures 3, 4, 5, 6, 7, et 8) les plans des deux bâtiments BT1 et BR1 qui ont été pris comme exemple dans tout le processus de dimensionnement. Les plans des autres bâtiments sont présentés en Annexe XVII.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

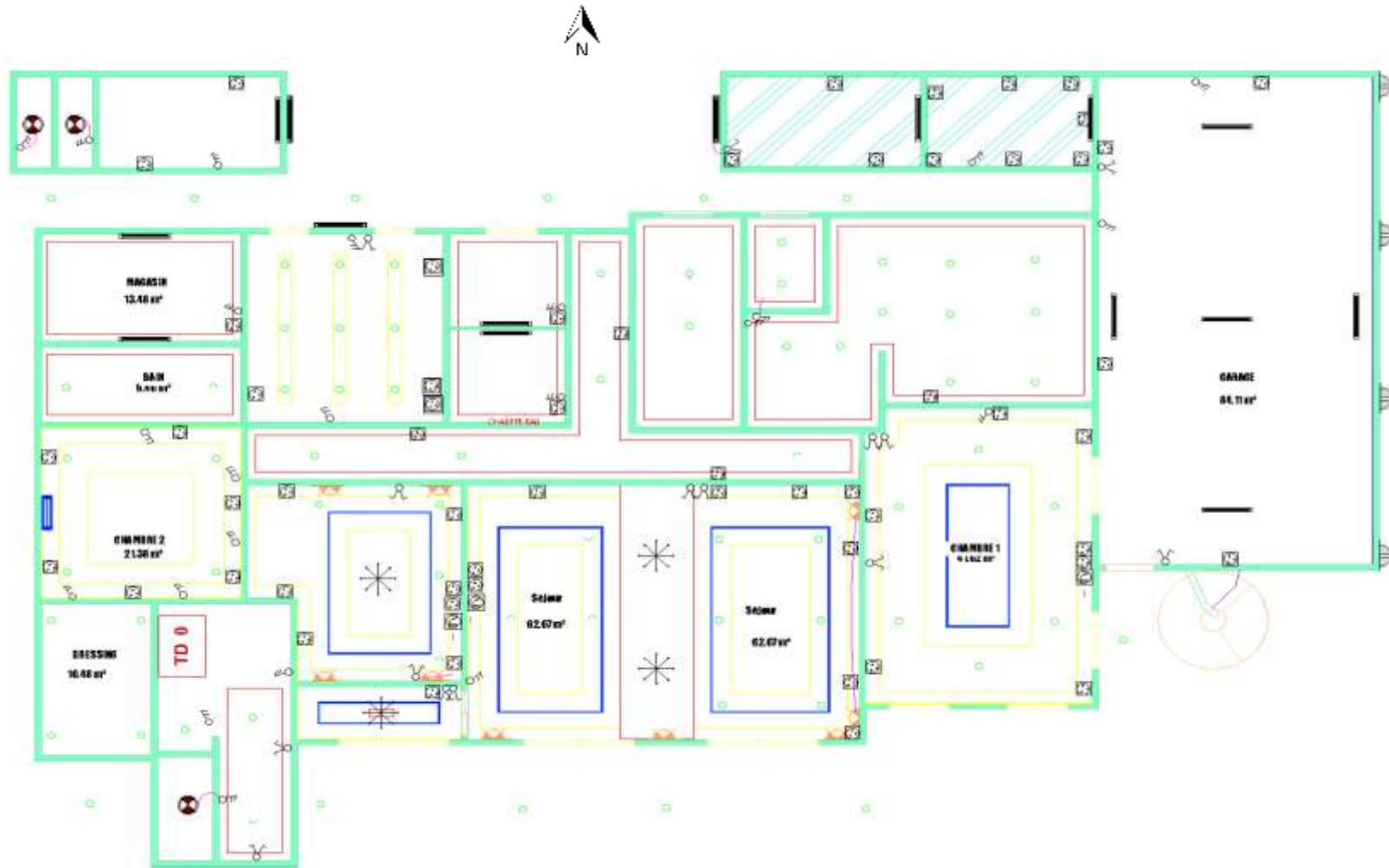


Figure 3: Plan du Bâtiment Résidentiel 1 niveau RDC

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

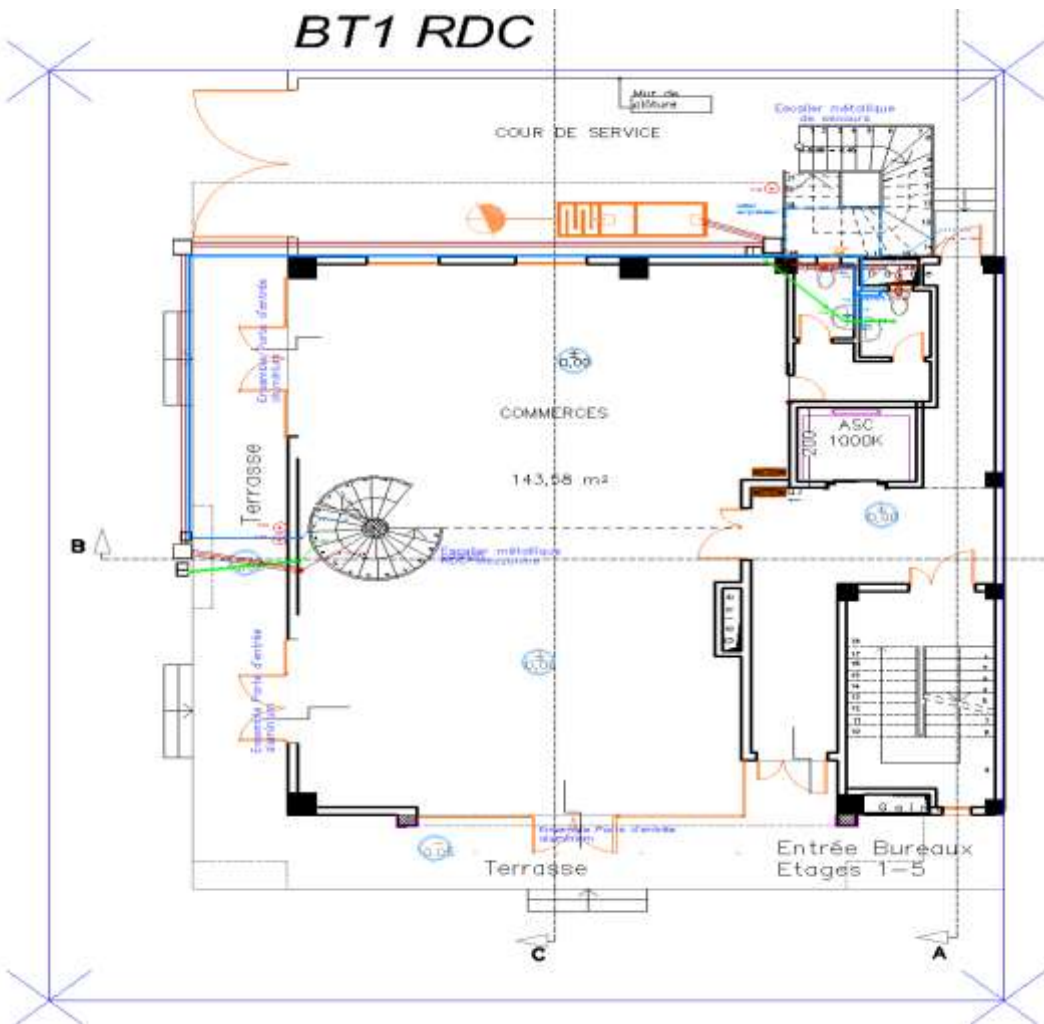


Figure 5: Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau RDC

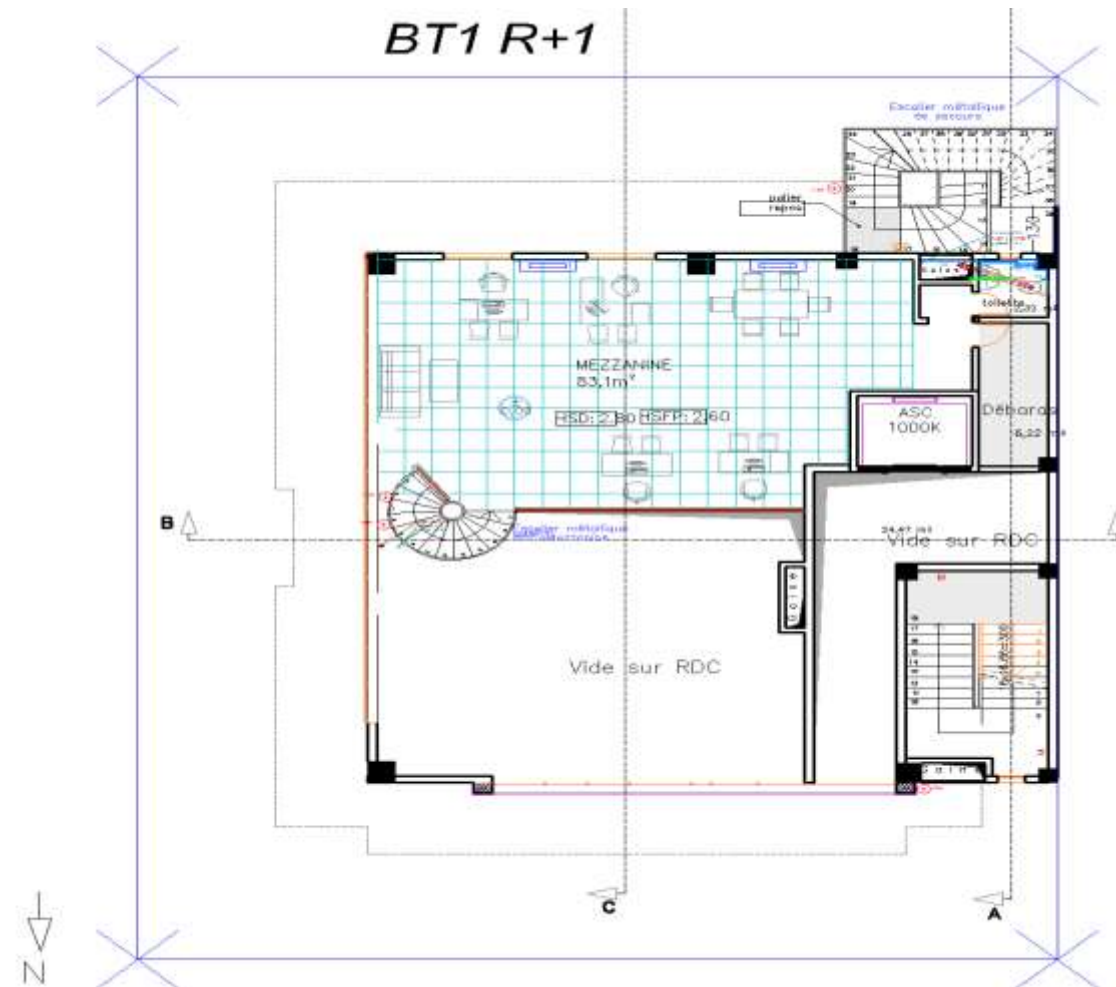


Figure 6: Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau R+1

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

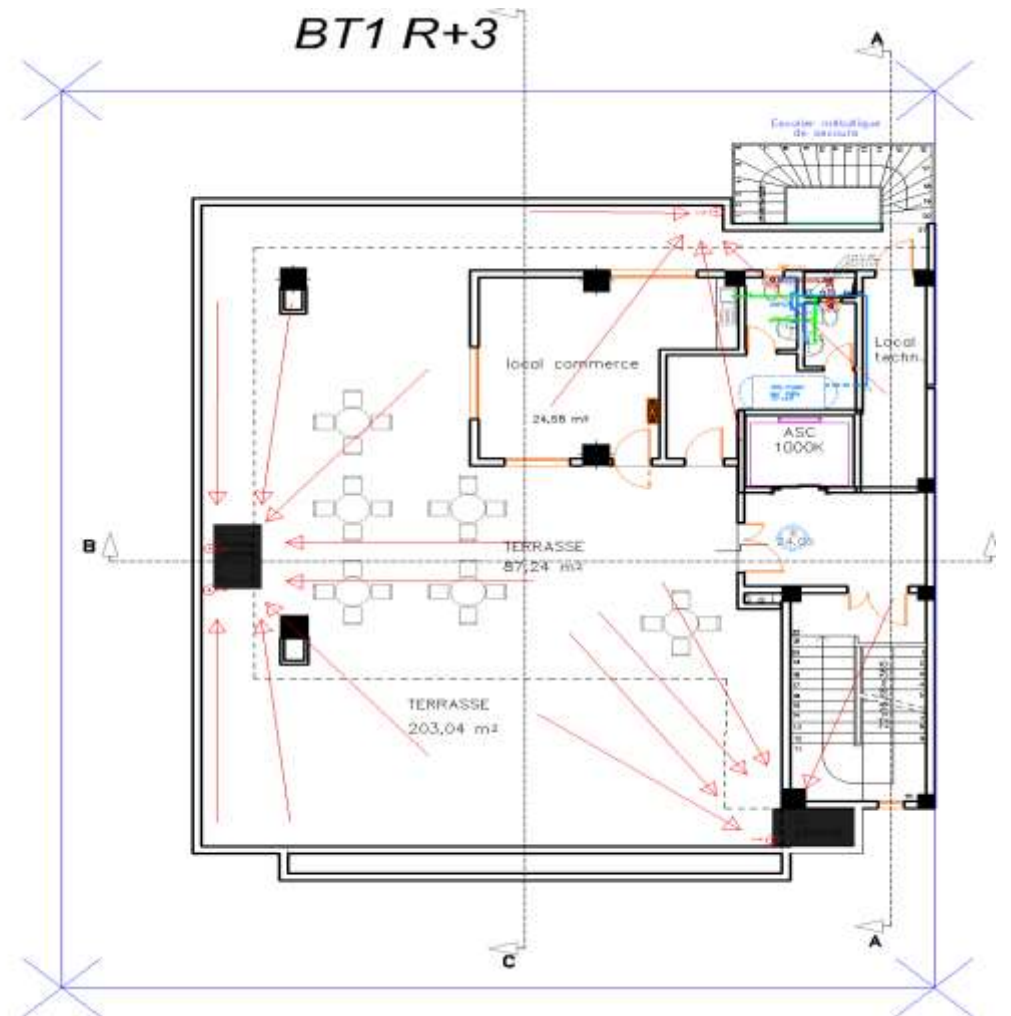
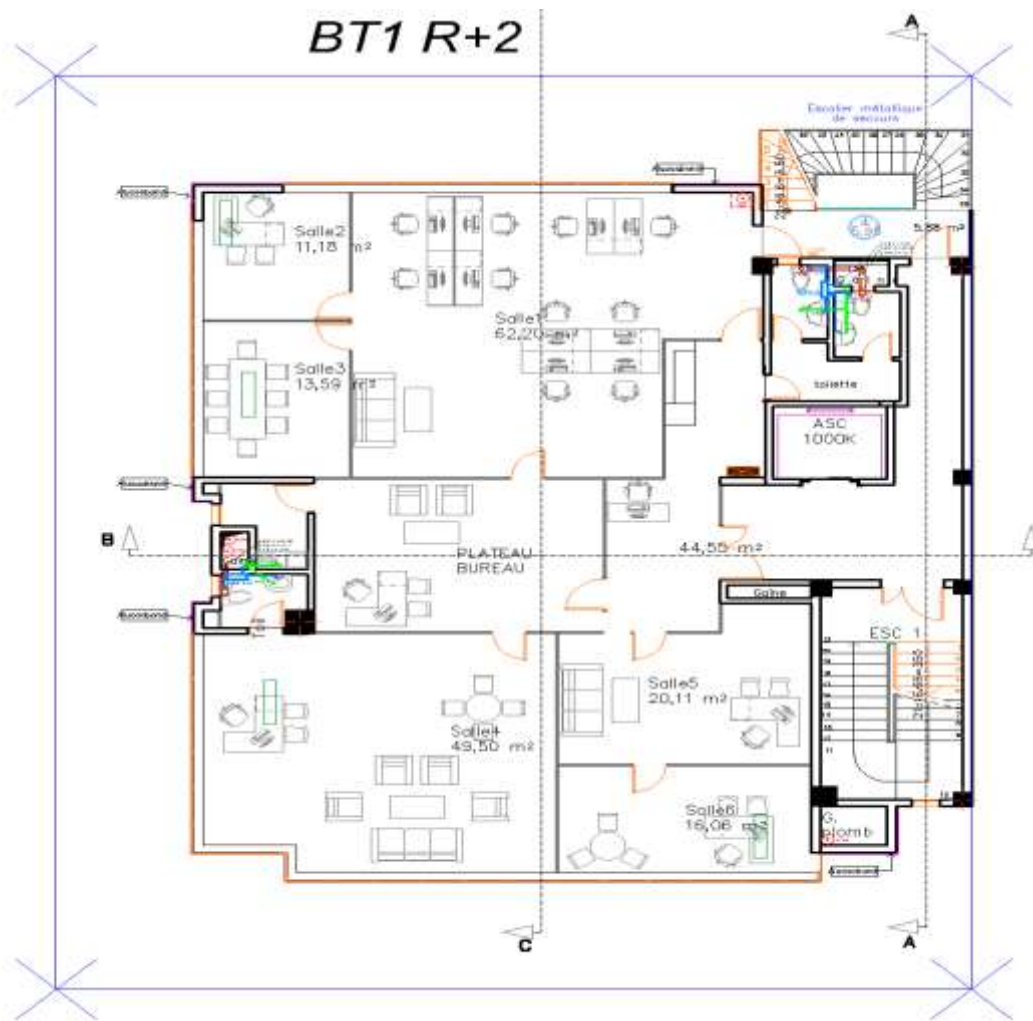


Figure 7: Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau R+2

Figure 8: Plan du Bâtiment Tertiaire 1 niveau R+3

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

La constitution des parois des bâtiments tertiaires est présentée dans le Tableau 1 et celle des bâtiments résidentiels dans le Tableau 2. Les conditions de confort sont présentées dans le Tableau 3. Les matériaux de construction ont été donnés par le cahier de charge.

Tableau 1: Résumé du cahier de charges technique sur les coefficients des parois

Nature des parois	Coefficient de convection ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)[2]
Murs extérieurs en briques pleines (Parpaing)	2,2
Murs intérieurs en brique creuses non isolés (Parpaing)	1,7
Plancher en béton de combles inoccupés non isolé	2,6
Fenêtres et baies vitrées avec simple vitrage traditionnel	3,5
Porte en bois	2,5
Toiture plate en béton non isolé	2,8

Tableau 2: Conditions de confort thermique intérieure imposées par le cahier des charges

Température intérieure	24 °C
Humidité intérieure	50 %

L'épaisseur des enduits extérieurs et intérieurs telle que spécifiée dans le cahier des charges, est de 2 cm, tandis que celle des briques de type parpaing est de 20 cm.

III. DESCRIPTION GÉNÉRALE DES SYSTÈMES MONO-SPLIT ET DE VRV

III.1 Description du système mono-split

Les splits sont des systèmes à détente directe. Un climatiseur mono split Daikin se compose d'une unité intérieure et d'une unité extérieure. Les deux unités sont reliées entre elles grâce à des liaisons frigorifiques dans lesquelles circule le fluide frigorigène (les fluides utilisés aujourd'hui sont le gaz R32 et le gaz R410, plus performants et écologiques). Ce système va permettre de diffuser de la chaleur et du froid dans la pièce. Sur un climatiseur mono-split, le groupe extérieur est raccordé à l'unité intérieure par une double canalisation qui véhicule le fluide frigorigène contrôlé à l'aide d'une télécommande.

Une climatisation mono-split fonctionne de la même manière qu'une pompe à chaleur air-air (PAC air-air). Son principe repose sur le cycle thermodynamique du fluide frigorigène et celui-ci comporte 4 étapes, à savoir :

- **L'évaporation** : le fluide frigorigène arrive dans l'échangeur thermique de l'unité intérieure sous forme liquide à basse pression et basse température. Il absorbe la chaleur de l'air ambiant qui passe sur l'échangeur et se transforme en vapeur.
- **La compression** : la vapeur de fluide frigorigène est aspirée par le compresseur de l'unité extérieure qui augmente sa pression et sa température.
- **La condensation** : la vapeur de fluide frigorigène arrive dans l'unité extérieure où elle cède sa chaleur à l'air extérieur qui passe sur le condenseur. Elle revient alors à l'état liquide.
- **La détente** : le liquide de fluide frigorigène passe par le détendeur qui diminue sa pression et sa température avant qu'il ne retourne dans l'échangeur thermique de l'unité intérieure.

Le climatiseur mono-split est disponible en différentes unités intérieures, notamment :

- Murale, qui est fixée en hauteur sur l'un des murs de la pièce à climatiser ;
- Console, qui est fixée comme un radiateur sur un mur ;
- Plafonnier, qui est accroché au plafond ou juste en dessous de celui-ci ;
- Cassette encastrable, qui peut être fixée, semi-encastrée ou suspendue au milieu du plafond.

La Figure 9 nous montre le principe de fonctionnement d'un système mono-split.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

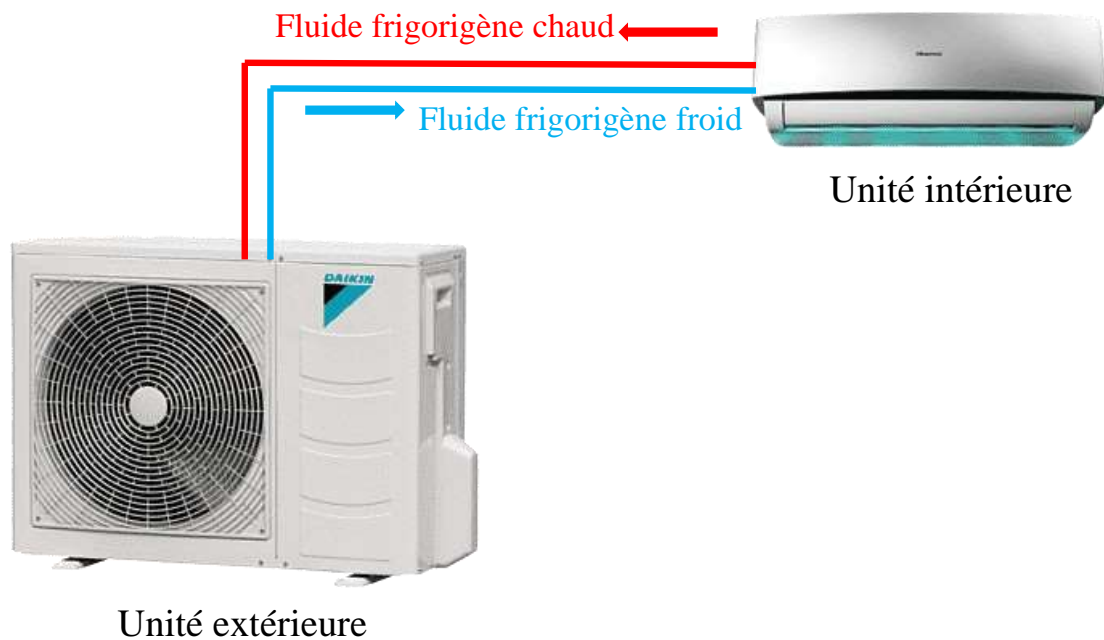


Figure 9: Principe de fonctionnement d'un système mono split [3]

III.2 Description du système VRV

III.2.1 Schéma de principe

Le VRV est un système de climatisation constitué d'une seule ou plusieurs unités extérieures et de plusieurs unités intérieures reliées entre elles par des tuyauteries en cuivre et des raccords refnets (voir Figure 10).

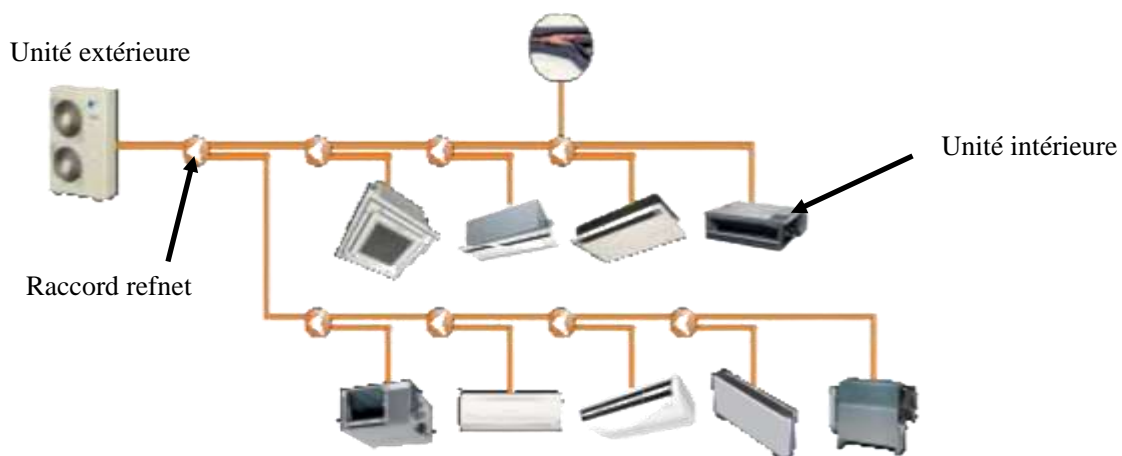


Figure 10: Schéma de principe d'un système VRV [4]

III.2.2 Principe de fonctionnement

Le système VRV (Variable Réfrigérant Volume) opère en ajustant le débit du réfrigérant circulant dans l'installation en fonction des besoins. Cela est réalisé grâce à un système de détection qui surveille divers paramètres, lesquels influencent la vitesse de rotation du compresseur. Cette modification de la vitesse de rotation du compresseur a pour conséquence une adaptation du débit du fluide frigorigène. Lorsque la demande de capacité de refroidissement est élevée, il est possible d'utiliser un arrangement en cascade de deux ou trois compresseurs. Dans ce scénario, seul le premier compresseur fonctionne avec une vitesse variable, tandis que les autres compresseurs fonctionnent en mode tout ou rien. Au début, seul le compresseur avec vitesse variable fonctionne. Lorsque la charge dépasse la capacité du premier compresseur, le deuxième est activé pour prendre la relève, tandis que le premier compresseur commence à moduler à partir de 0%. S'il atteint sa capacité maximale, alors le troisième compresseur est lancé et le premier compresseur cède la place au troisième et recommence à moduler à partir de 0%. Dans les systèmes VRV, toutes les variables contrôlables et ajustables telles que la pression, la température, la vitesse et l'intensité sont régies par un système électronique. En somme, le système VRV est basé sur l'association d'un compresseur à vitesse variable et d'un détendeur électronique.

Le terme « inverter » fait référence au mode de régulation utilisé pour ajuster la puissance de la machine. Dans un système « inverter », lorsque la température souhaitée est presque atteinte, la régulation ajuste la vitesse de rotation du compresseur. Cela réduit la quantité de fluide frigorigène envoyé et diminue ainsi le débit de fluide circulant dans l'installation.

Lorsque le besoin frigorifique augmente, la variation du débit se fait dans le même sens. Le compresseur « inverter » est équipé d'un moteur à courant continu permettant une régulation progressive entre 0 et 100% de sa capacité (mini VRV). Les gammes les plus puissantes disposent d'un moteur à variation de fréquence pouvant fonctionner entre 15 et 115Hz. De son côté, le détendeur électronique optimise le remplissage en fluide frigorigène de l'évaporateur en fonction des apports externes. Il est doté d'une vanne à pointe qui peut être commandée par impulsion ou par moteur pas à pas. Dans le cas d'une commande par impulsion, la surchauffe est déterminée par le temps d'ouverture, alors que dans le cas d'une commande par moteur pas à pas, la surchauffe est déterminée par le degré d'ouverture.

Les systèmes de climatisations mono split comme VRV sont essentiellement constitués de :

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

- **Unité(s) intérieure(s)** : Il s'agit de l'unité qui est installée à l'intérieur de la pièce et qui souffle de l'air frais. Elle est constituée d'un échangeur de chaleur, d'un ventilateur, d'un filtre et d'un panneau de commande ;
- **Unité extérieure** : Cette unité est installée à l'extérieur du bâtiment (Voir Annexe VI) et contient le compresseur, le condenseur et un ventilateur. Elle est reliée à l'unité intérieure par des tuyaux ;
- **Tuyaux frigorifiques** : Ils sont utilisés pour transporter le réfrigérant entre l'unité intérieure et l'unité extérieure ;
- **Télécommande** : Elle est utilisée pour contrôler l'unité intérieure à distance.
- **Drain** : Il permet d'évacuer l'eau condensée de l'unité intérieure.

III.3 Critères de choix des systèmes de climatisation

Le choix d'un système de climatisation doit répondre aux critères suivants :

L'efficacité énergétique : Les systèmes de climatisation peuvent être très énergivores. Il est donc important de choisir un système qui consomme peu d'énergie. Les systèmes de climatisation efficaces sur le plan énergétique peuvent permettre des économies significatives sur les factures d'énergie ;

La qualité de l'air : Les systèmes de climatisation doivent être en mesure de fournir une bonne qualité d'air intérieur. Les filtres doivent être capables de piéger les particules en suspension dans l'air, comme la poussière ;

Le niveau sonore : Le niveau de bruit généré par le système de climatisation peut être un critère important dans les espaces de vie et de travail. Il est important de choisir un système de climatisation qui émet un niveau sonore acceptable pour les occupants de la pièce ;

Les coûts d'installation et de maintenance : Les coûts d'installation et de maintenance sont des facteurs à prendre en compte lors du choix d'un système de climatisation. Il est important de choisir un système qui est facile à installer et à entretenir afin de minimiser les coûts ;

La fiabilité : Les systèmes de climatisation doivent être fiables et durables. Il est important de choisir un système de qualité qui est fabriqué par une entreprise réputée et qui offre une garantie appropriée.

IV. MÉTHODOLOGIE DE DIMENSIONNEMENT

La méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail comporte quatre étapes distinctes. Dans un premier temps, la collecte des données relative aux bâtiments constitue la phase initiale. Ensuite, la seconde étape s'attache à l'élaboration du bilan thermique des bâtiments. La troisième phase de la méthodologie est dédiée à la sélection des équipements pour les systèmes de climatisation. Enfin, la dernière étape se consacre à la réalisation d'une étude économique visant à comparer les deux types de systèmes de climatisation envisagés.

- **La collecte des données** : Elle s'articule autour de trois principaux axes, englobant les aspects tels que la taille du bâtiment, les orientations et expositions, ainsi que l'isolation et les matériaux de construction. Ensuite nous avons les données climatiques qui concernent les températures extérieures, les températures intérieures et l'humidité. Enfin, les données liées à l'occupation et à l'utilisation comprennent le nombre d'occupants et les activités exercées ;
- **L'élaboration du bilan thermique** : Elle implique la détermination de la charge thermique de chaque local, pour laquelle nous utiliserons le logiciel Hourly Analysis Program. Cette démarche vise à évaluer les besoins thermiques des bâtiments ;
- **Le processus de sélection des équipements** : Il s'appuie sur l'utilisation des catalogues de la marque DAIKIN, intégrant ainsi une approche basée sur les références.
- **L'étude économique** : elle englobe une évaluation complète comprenant le coût d'investissement, le coût d'exploitation, ainsi que le calcul de la valeur actuelle nette sur la durée de vie des équipements. Cette approche permet d'analyser de manière approfondie les aspects financiers du projet, prenant en compte non seulement les coûts initiaux, mais aussi les implications à long terme.

V. ÉTUDE TECHNIQUE-DIMENSIONNEMENT DES SYSTÈMES DE CLIMATISATION

V.1 Bilan thermique des bâtiments

Le calcul du bilan thermique de la climatisation permet d'évaluer la puissance frigorifique ou thermique de l'équipement frigorifique à mettre en place en vue de vaincre les charges thermiques. En considérant un local donné, il est principalement soumis à deux types d'apports thermiques :

- Les apports internes, englobant les influences des occupants, de l'éclairage et des appareils électroménagers ;
- Les apports externes, incluant l'ensoleillement et les gains de chaleur à travers divers éléments tels que les murs, les ouvertures (le vitrage, la toiture, le plafond, le sol, le renouvellement de l'air).

Ces apports sont représentés dans la Figure 11

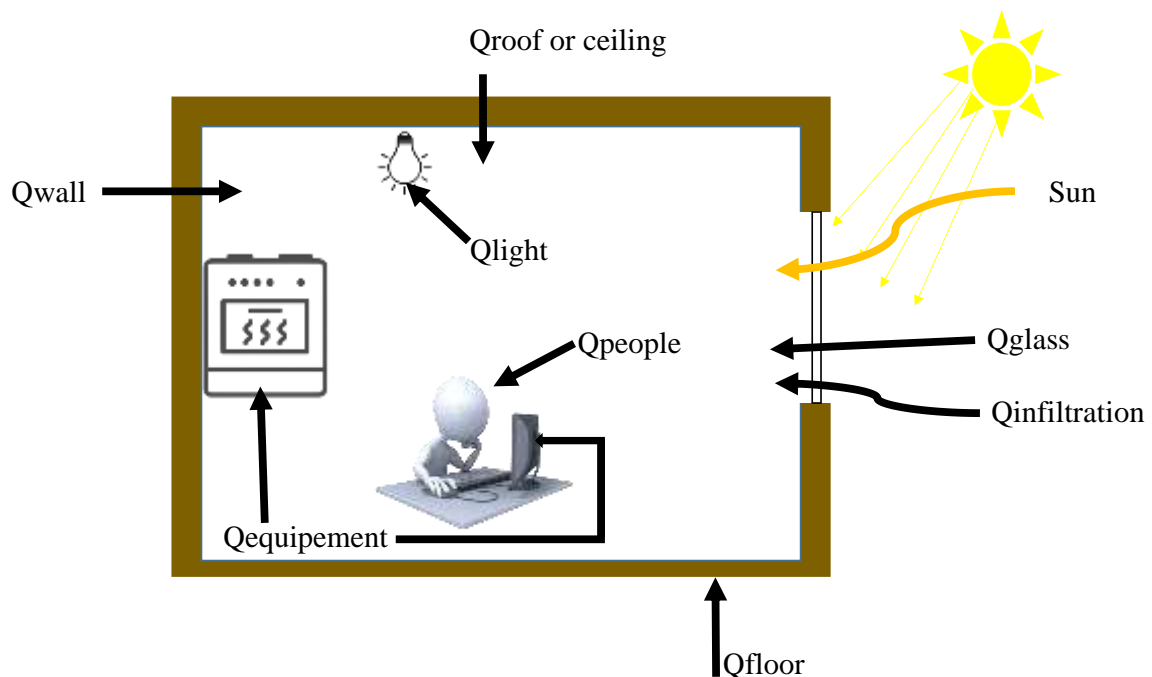


Figure 11: Différents types d'apports de chaleur dans un bâtiment

V.1.1 Méthodologie de calcul du bilan thermique des bâtiments

Pour le calcul du bilan thermique nous utiliserons le logiciel HAP (Hourly Analysis Program) de la société Carrier qui est un logiciel de calcul des charges été/hiver. Il permet le calcul de

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

simples ou multiples zones. C'est une méthode approuvée par l'ASHRAE pour le calcul des charges horaires.

Avant de commencer une étude, il est nécessaire de disposer des informations concernant le bâtiment ainsi que les spécificités du système de climatisation envisagé. La plupart de ces renseignements peuvent être extraits des plans et des spécifications techniques inclus dans la documentation du projet. Ces données incluent :

- ✓ Conditions climatiques du site : Il est essentiel de noter la latitude, la longitude et les paramètres de température spécifiques ;
- ✓ Composition des éléments du bâtiment tels que les murs, les toits, les fenêtres et les parois des locaux non climatisés ;
- ✓ Données dimensionnelles du bâtiment, incluant les superficies, l'exposition des murs, toits et fenêtres, avec des détails sur les dispositifs de protection solaire et les parois des locaux non climatisés ;
- ✓ Nombre ou densité de personnes présentes, ainsi que leur niveau d'activité.
- ✓ Informations concernant la puissance et les spécifications du système d'éclairage et des divers équipements électriques ;
- ✓ Type de système de CVC (Chauffage, Ventilation et Climatisation), par exemple, chauffage et climatisation, climatisation seule, etc.

V.1.2 Détermination du bilan thermique des bâtiments à l'aide du logiciel HAP

Le calcul du bilan thermique permet de dimensionner l'appareil de climatisation. Nous présenterons le bilan thermique du bâtiment résidentiel 1 (BR1) comme exemple. En premier lieu nous renseignons la position géographique du bâtiment à savoir le continent, le pays, et la ville (Figure 12).

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

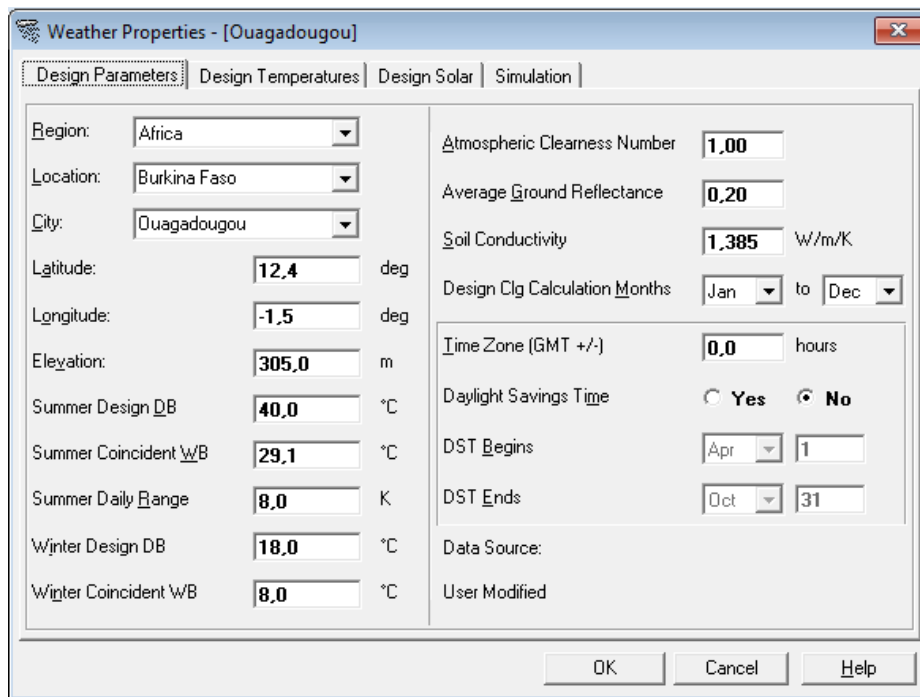


Figure 12: Informations sur la localisation du projet

Après avoir situé le projet on renseigne toutes les informations relatives aux murs (Voir Figure 13), aux vitrages (Figure 14) et aux portes (Figure 15).

Si nous prenons la Figure 13 elle indique la valeur du coefficient d'absorption en fonction de la couleur de la paroi opaque (claire ou sombre), la structure du mur (légère moyenne et lourde). La Figure 14 et la Figure 15 concernent les ouvertures (portes et fenêtres).

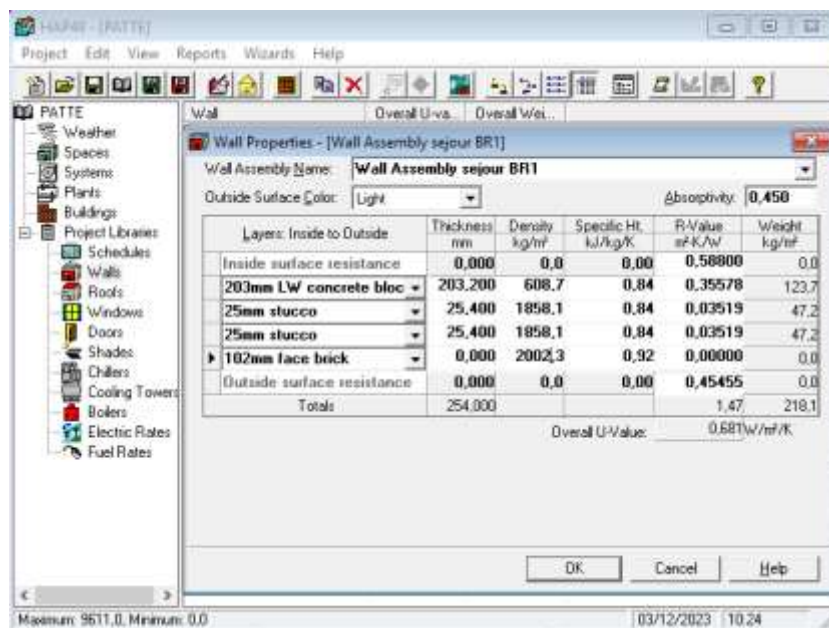


Figure 13: Informations relatives aux murs

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

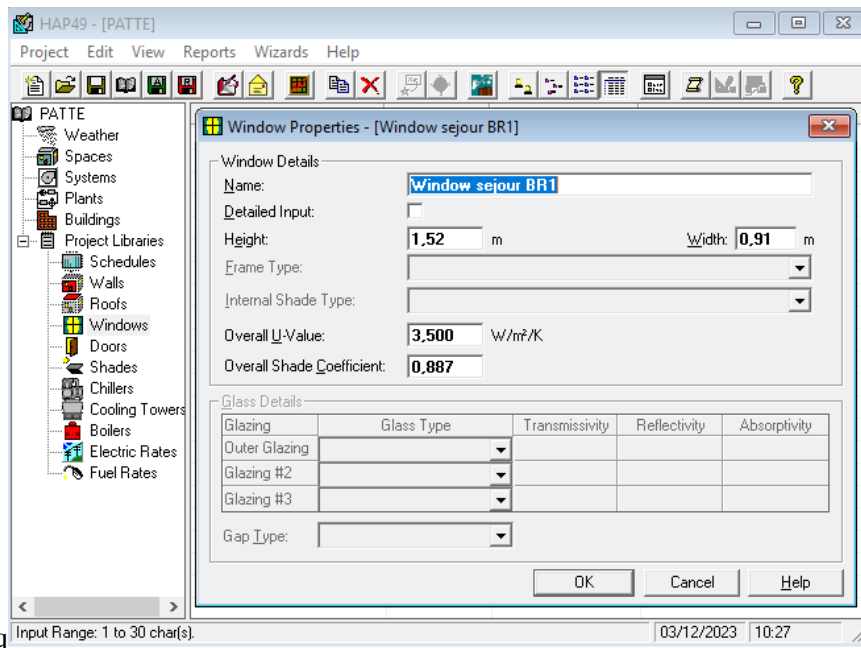


Figure 14: Informations sur le vitrage

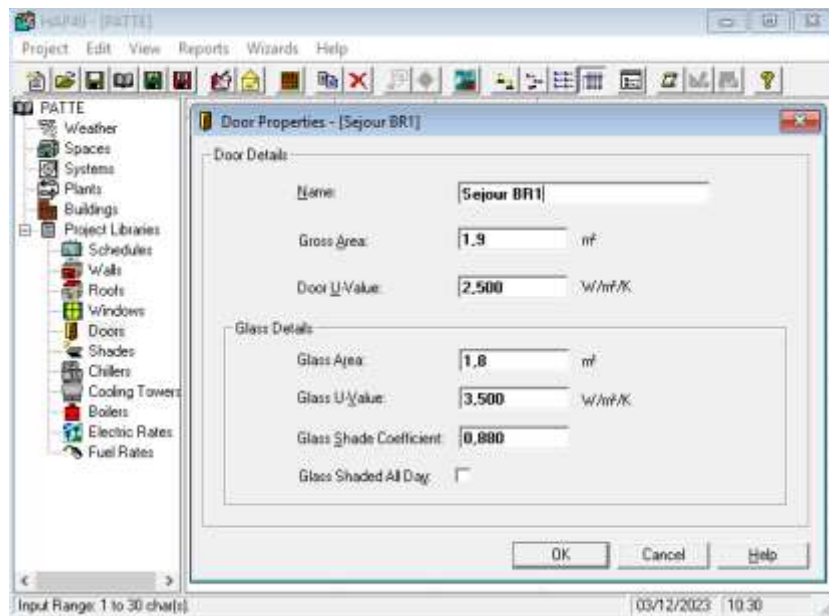


Figure 15 :Informations sur les portes

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

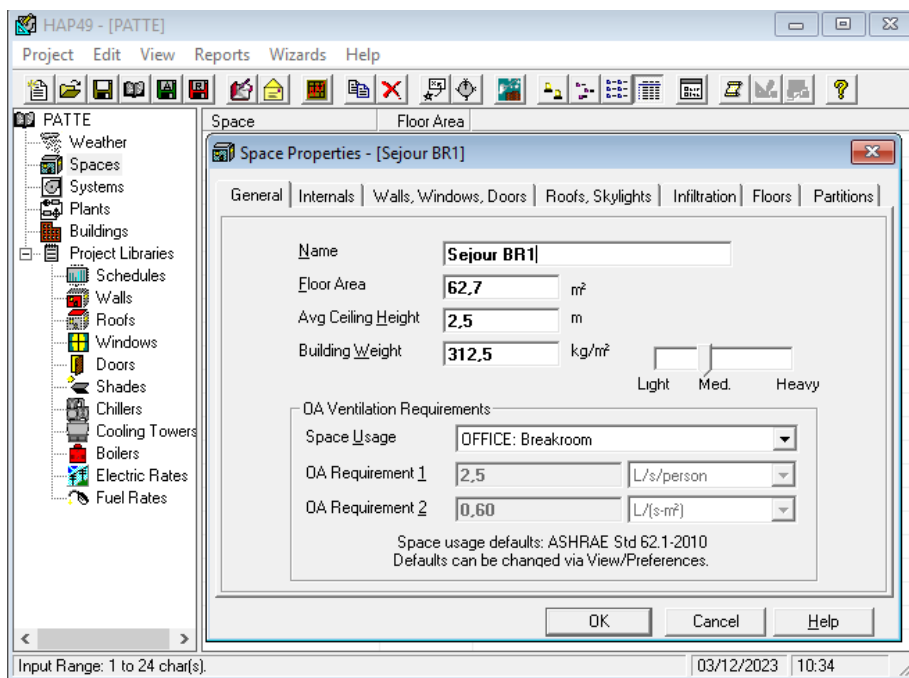


Figure 16: Informations sur la constitution du local

La Figure 16 nous permet de fournir les informations spécifiques à chaque pièce comme :

- La surface en mètres carrés (m^2) de la pièce ;
- La hauteur de la pièce en mètres (m) ;
- La fonction de la pièce (son utilisation prévue) : une fois la fonction de la pièce sélectionnée, le logiciel détermine automatiquement le débit d'air frais (en litres par seconde) nécessaire par personne.

Après avoir saisi les données générales relatives à la pièce, le logiciel HAP requiert des informations complémentaires, notamment :

- Le nombre d'occupants dans la pièce et leur activité ;
- La puissance totale des appareils électriques présents dans la pièce ;
- La puissance totale des luminaires utilisés pour l'éclairage de la pièce ;
- La surface des murs extérieurs exposés au soleil et leur orientation, en précisant le type de murs concernés par cette description ;
- Les détails sur les pièces adjacentes et situées au-dessus de la pièce à climatiser, tels que leur température et leur superficie ;
- Des informations relatives aux cloisons, notamment leur surface et leur coefficient de transmission thermique.

Toutes les données sollicitées par HAP sont essentielles pour effectuer le calcul du bilan thermique et doivent être enregistrées. Une fois ces informations enregistrées, il est possible de

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

générer le rapport de calcul afin de visualiser les résultats. En poursuivant avec notre exemple on obtient le bilan thermique du local (séjour) du Bâtiment résidentiel 1 Figure 17.

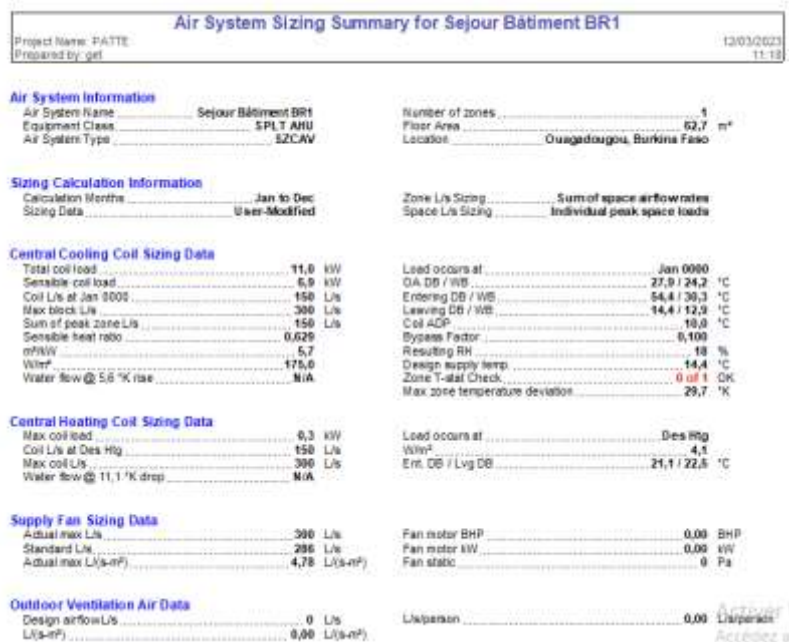


Figure 17: Bilan thermique généré par le logiciel

Le Tableau 4 et le Tableau 5 donnent le bilan thermique généré par le logiciel HAP. En plus de ce bilan thermique, nous effectuons le calcul du Ratio de Performance en utilisant l'équation (1), en tenant compte de la superficie du local. Le bilan des autres bâtiments sera présenté en Annexe I, II et III.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Bilan thermique}}{\text{Superficie}} \quad (1)$$

Ratio en W/m² ;

Bilan thermique en W ;

Superficie en m².

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 3: Bilan thermique et ratio de performance du bâtiment résidentiel 1

Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Ratio de performance(W/m ²)
RDC	Chambre 1	41,6	6,7	161
	Chambre 2	21,4	3,8	178
	Chambre 3	28,8	4,6	160
	Séjour	62,67	11	176
R+1	Chambre 4	30,9	5	162
	Chambre 5	26,3	4,3	163
	Chambre 6	21,4	3,2	150
	Chambre 7	22,4	3,7	165
	Chambre 8	24,0	4,1	171
	Bureau	21,3	3,5	164
	Salle Étude	38,6	6,4	166

Tableau 4: Bilan thermique et ratio de performance du bâtiment Tertiaire 1

Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Ratio de performance(W/m ²)
RDC	Salle de Commerce 1	143,6	25	174
R+1	Salle de Mezzanine	83,1	15,6	188
R+2	Salle 1	62,2	10,8	174
	Salle 2	11,2	2	179
	Salle 3	13,6	2,6	191
	Salle 4	49,5	8,7	176
	Salle 5	20,1	3,5	174
	Salle 6	16,1	3	186
	Plateau Bureau	21,1	3,4	161
R+3	Salle de Commerce 2	24,6	4,3	175

Les ratios de performances trouvés sont raisonnables dans chaque local indiquant une efficacité énergétique convenable [5] pour le confort thermique des différents locaux.

Après le calcul du bilan thermique, nous avons déterminé les différents composants (unités intérieures, unités extérieures, refnests, liaisons frigorifiques) en nous référant aux catalogues DAIKIN et au logiciel Xpress (tuyauteries et refnests).

V.2 Choix des composants des systèmes de climatisations

Dans cette section nous considérerons le bâtiment résidentiel 1 et le bâtiment tertiaire 1 comme exemple pour le choix des composants. Pour chaque appareil frigorifique le choix concerne le choix de l'unité intérieure et de l'unité extérieure pour le système mono-split (voir Annexe IV et Annexe V).

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Pour ce qui est du système VRV il consiste à choisir à partir du catalogue du constructeur les équipements suivants : l'unité intérieure, l'unité extérieure le raccord refnet et la liaison frigorifique.

En fonction des pièces le cahier de charges a imposé le type d'unité intérieur à installer dans chaque local :

- **Pour les Bâtiments tertiaires** tous les bureaux ainsi que les locaux de ventes seront équipés de cassettes. Les chambres des bâtiments tertiaires seront équipées de murales ;
- **Pour les bâtiments résidentiels** toutes les chambres seront équipées de murales sauf les salons et les salles de réception qui seront équipés de cassettes.

V.2.1 Méthodologie de sélection des équipements du système mono-split

La première étape de la sélection est le choix du catalogue et le choix du type de split à mettre en place. Le split est choisi par la suite avec une puissance frigorifique supérieure ou égale au bilan frigorifique du local. Les différents types de mono-split sont: le mono-split de type Murale (Voir Figure 18), Console (Figure 20), Plafonnier (Figure 19), et de type Cassette encastrable (Figure 21).



Figure 18: Mono-split murale [3]



Figure 19: Mono-split plafonnier [3]



Figure 20: Mono-split console [3]



Figure 21: Mono-split cassette [5]

Comme annoncé en (V.2), nous prendrons le bâtiment résidentiel 1 et le bâtiment tertiaire 1 comme exemple pour le choix des systèmes mono-split et VRV. Le choix des unités intérieures des mono-split (Voir Annexe VIII, IX) est résumé dans le tableau 6 et le tableau 7

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 5: Choix des unités intérieur du Split System (Bâtiment résidentiel 1)

Niveau	Pièce	Surface(m ²)	P(kW)	Référence	Modèle	Quantité
RDC	Chambre 1	41,56	6,7	FTXM60N + RZAG60A	Murale	1x6,8
	Chambre 2	21,37	3,8	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
	Chambre 3	28,77	4,6	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
	Séjour	62,67	11	FFA60A9 + RZAG60A	Cassette	2x6
R+1	Chambre 3	30,87	5	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x6,8
	Chambre 4	26,25	4,3	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
	Chambre 5	21,37	3,2	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
	Chambre 6	22,37	3,7	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
	Chambre 7	23,95	4,1	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
	Bureau	21,25	3,5	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
	Salle_Etude	38,85	6,4	FFA50A9 + RZAG50A	Cassette	2x5

Tableau 6: Choix des unités intérieures mono-split (Bâtiment tertiaire 1)

Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique	Référence	Modèle	Quantité
RDC	Commerce	143,6	25	FFA50A9 + RXM50N9	Cassette	5x5
R+1	MEZANINE	83,1	15,6	FFA35A9 + RXM35N9 et FFA25A9+RXM25N9	Cassette	3,4x4+2,5x1
R+2	Plateau Bureau	21,1	3,4	FFA35A9 + RXM35N9	Cassette	2x3,4
	Salle 1	62,2	10,8	FFA25A9+RXM25N9 et FFA35A9+RXM35N9	Cassette	2,5x3+3,4
	Salle 2	11,2	2	FFA25A9 + RXM25N9	Cassette	1x2,5
	Salle 3	13,6	2,6	FFA35A9 + RXM35N9	Cassette	1x3,4
	Salle 4	49,5	8,7	FFA60A9 + RXM60N9 et FFA35A9 + RXM35N9	Cassette	1x5,7+1x3,4
	Salle 5	20,1	3,5	FFA35A9 + RZAG35A	Cassette	1x3,5
R+3	Salle 6	16,1	3	FFA35A9 + RXM35N9	Cassette	1x3,4
	Salle de commerce	24,6	4,3	FFA50A9 + RXM50N9	Cassette	1x5

V.2.2 Méthodologie de sélection des équipements du système VRV

Nous allons à partir des bilans thermiques et du cahier de charges choisir les unités intérieures.

Mais avant tout nous allons présenter les unités intérieures de ce système.

Les modèles FXFSQ-A, FXMQ-P et FXAQ-A sont des unités intérieures de la gamme VRV de DAIKIN, dotées de la fonctionnalité VRT (Variable Réfrigérant Température) [2].

❖ Unité intérieure FXAQ-A :

L'unité intérieure en question est un modèle mural (Voir Figure 22) dont les dimensions sont de 298 mm de hauteur sur 929 mm de longueur et 258 mm de largeur.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Figure 22: Unité intérieure murale

❖ Unité intérieure FXFSQ-A :

Cette unité intérieure est une **cassette** (voir Figure 23). Ces unités seront installées dans les espaces qui répondent aux normes esthétiques et qui disposent d'un faux plafond. Ces zones incluent principalement les magasins, les salles de réunion et de conférence ainsi que les restaurants.



Figure 23: Unités intérieures en Cassette encastrables[6]

❖ Unité intérieure FXMQ-P :

Cette unité intérieure est un gainable (Figure 24). Les unités plafonniers gainables seront principalement installées dans les chambres ainsi que dans certaines grandes salles qui disposent d'un plafond suspendu.



Figure 24: Unités intérieures gainables[7]

Sur la base du bilan thermique, l'unité intérieure est choisie avec une puissance frigorifique supérieure ou égale à la puissance trouvée au bilan thermique. Chaque unité intérieure est représentée par son indice (Voir Annexe VI). Le Tableau 8 et le Tableau 9 Ci-dessous représentent respectivement le choix des différentes unités intérieures du Bâtiment résidentiel 1 et du bâtiment tertiaire 1. Pour les autres bâtiments résidentiels et tertiaire voir Annexe X.

✚ Choix des unités intérieures

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 7: Choix des unités intérieures du système VRV pour le bâtiment résidentiel 1

Niveau	Pièce	Surface(m ²)	P(kW)	Référence	Modèle	Quantité
RDC	Chambre 1	41,56	6,7	FXAQ63A	Murale	1x7,1
	Chambre 2	21,37	3,8	FXAQ40A	Murale	1x4,5
	Chambre 3	28,77	4,6	FXAQ50A	Murale	1x5
	Séjour	62,67	11	FXZQ50A	Cassette	2x5,6
R+1	Chambre 3	30,87	5	FXAQ50A	Murale	1x5,6
	Chambre 4	26,25	4,3	FXAQ40A	Murale	1x4,5
	Chambre 5	21,37	3,2	FXAQ32A	Murale	1x3,6
	Chambre 6	22,37	3,7	FXAQ40A	Murale	1x4,5
	Chambre 7	23,95	4,1	FXAQ40A	Murale	1x4,5
	Bureau	21,25	3,5	FXFQ32A	Cassette	1x3,6
	Salle Étude	38,85	6,4	FXFQ63B	Cassette	1x7,1

Tableau 8: Choix des unités intérieures du système VRV pour le bâtiment tertiaire 1

Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique	Référence	Modèle	Quantité
RDC	Commerce	143,6	25	FXZQ32A	Cassette	7x3,6
R+1	MEZANINE	83,1	15,6	FXZQ40A et FXZQ20A	Cassette	3x4,5+1x2,2
R+2	Plateau Bureau	21,1	3,4	FXZQ32A	Cassette	1x3,6
	Salle 1	62,2	10,8	FXZQ32A	Cassette	3x3,6
	Salle 2	11,2	2	FXZQ20A	Cassette	1x2,2
	Salle 3	13,6	2,6	FXZQ25A	Cassette	1x2,8
	Salle 4	49,5	8,7	FXZQ40A	Cassette	2x4,5
	Salle 5	20,1	3,5	FXZQ32A	Cassette	1x3,6
	Salle 6	16,1	3	FXZQ32A	Cassette	1x3,6
R+3	Salle de commerce	24,6	4,3	FXZQ40A	Cassette	1x4,5

Après le choix des unités intérieures nous avons choisi ensuite les unités extérieures.

 **Choix des unités extérieures**

La gamme VRV X séries propose différentes unités extérieures en fonction de la capacité de refroidissement requise pour l'installation. Les unités extérieures des VRV sont conçues pour fonctionner dans une plage de 80 à 130% de leur puissance nominale [4]. Nous avons opté pour des unités extérieures qui fonctionneront jusqu'à un maximum de 120% de leur puissance nominale, afin de prévoir une marge en cas d'augmentation ultérieure des unités intérieures sélectionnées par le client.

Pour le choix des unités extérieures il faut pour chaque bâtiment additionner les puissances frigorifiques des unités intérieures. Ensuite choisir l'unité extérieure appropriée tout en tenant compte du taux de connexion. L'équation (2) est la formule utilisée pour son calcul.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

$$T_{\text{con}} = \frac{\text{Somme des puissances frigorifiques des unités intérieures}}{\text{la puissance frigorifique de l'unité extérieure}} \quad (2)$$

Si nous prenons l'exemple sur le bâtiment résidentiel 1 on a une puissance de 61,2 kW au niveau du RDC et R+1. En appliquant l'équation (2) on a :

$$\text{Taux de connexion} = \frac{61,2}{61,5}$$

$$T_{\text{con}} = 0,995 \text{ soit } 99,5\%$$

Le fabricant DAIKIN recommande que ce taux soit dans la plage 80 à 130% [3]

L'indice correspondant à cette puissance frigorifique est l'indice 22HP. L'unité extérieure appropriée qui convient au Bâtiment est donc le **RXQ22A** (Voir Annexe VI et Annexe VII).

Le choix des unités extérieures des différents bâtiments est résumé dans le Tableau 10.

Tableau 9: Choix des unités extérieures des Bâtiments

Bâtiment	Niveau	Puissance Frigorifique	Référence de l'unité extérieure	de Combinaison	Puissance(kW)	Quantité	Taux de connexion(%)
BR1	RDC et R+1	61,2	RXQ22A	RXQ12A +RXQ10A	61,5	1	99,5
BR2	RDC et R+1	49,2	RXQ18A	RXQ18A	50	1	98,4
BR3	RDC et R+1	61,6	RXQ22A	RXQ12A +RXQ10A	61,5	1	100,16
BT1	RDC et R+1	40,9	RXQ14A	RXQ14A	40	1	102,25
	R+2 et R+3	40,1	RXQ14A	RXQ14A	40	1	100,25
BT2	RDC et R+1	67,5	RXQ24A	RXQ12A + RXQ12A	67	1	100,75
	R+2 et R+3	63	RXQ24A	RXQ12A + RXQ12A	67	1	94,03
BT3	RDC et R+1	35,4	RXQ12A	RXQ12A	33,5	1	105,67
	RDC et R+1	40	RXQ14A	RXQ14A	40	1	100

VI.2.3 choix des tuyauteries cuivre et refnet

Les refnets sont des raccords de distribution conçus pour les systèmes de climatisation VRV fabriqués par DAIKIN. Leurs entrées, sorties et dérivation en cuivre à souder de diamètres multiples facilitent les raccordements. Les tuyaux en cuivre permettent également le transfert du fluide frigorigène entre les unités intérieures et extérieures sous forme gazeuse ou liquide. Il est donc essentiel que nous identifions avec précision les sections spécifiques de ses canalisations et les références des refnets appropriés pour chaque dérivation. Pour y parvenir, nous avons deux possibilités : l'utilisation du logiciel VRV Xpress ou le calcul manuel. Nous avons opté pour l'utilisation du logiciel VRV Xpress.

❖ Utilisation du logiciel VRV Xpress

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Le logiciel VRV Xpress nous permet de déterminer les diamètres des tuyaux en cuivre ainsi que la référence de chaque Refnet sans avoir recours à des calculs manuels.

La Figure 25 représente les configurations générées par le logiciel VRV Xpress du Bâtiment Résidentiel 1 (BR 1) et du Bâtiment Tertiaire 1 (RDC et R+1).

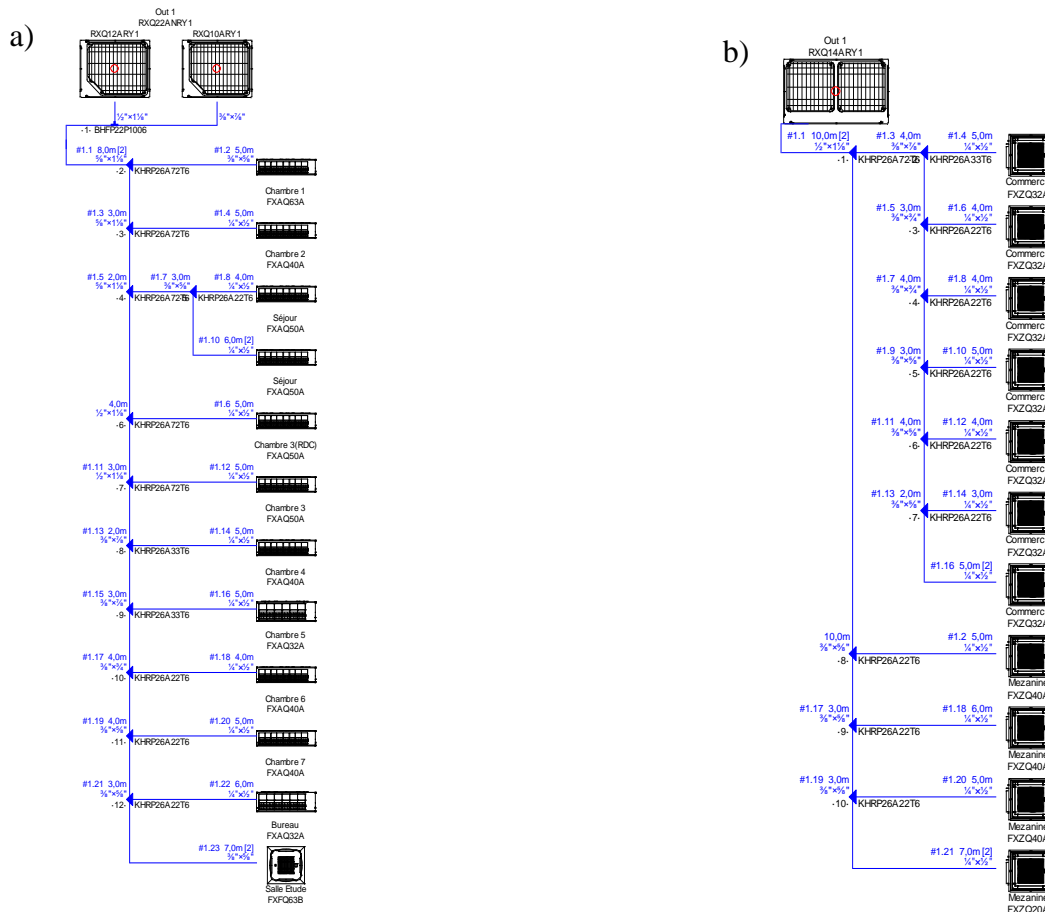


Figure 25: Configuration du raccordement des tuyauteries de cuivre entre l'unité extérieure et les unités intérieures a) du bâtiment résidentiel 1 et b) celle du RDC et R+1 Bâtiment Tertiaire 1 généré VRV Xpress

Le logiciel génère également dans son rapport la quantité de réfrigérant supplémentaire requise.

Pour les deux exemples précédents on a :

- Bâtiment Résidentiel 1

Charge de réfrigérant standard usine = 11,8 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = $15,0 \text{ m}(\varnothing 5/8") \times 0,17 + 26,5 \text{ m}(\varnothing 3/8") \times 0,057 + 36,0 \text{ m}(\varnothing 1/4") \times 0,022 + 14,5 \text{ m}(\varnothing 1/2") \times 0,11 + A + B = 7,9 \text{ kg}$

A [Taux 100%, longueur réelle 52,0 m] = 1,5 kg

B [20HP] = 0,0 kg

- Bâtiment Tertiaire 1(RDC et R+1)

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Charge de réfrigérant standard usine = 7,4 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = $18,0 \text{ m}(\varnothing 1/2") \times 0,11 + 47,5 \text{ m}(\varnothing 1/4") \times 0,022 + 27,0 \text{ m}(\varnothing 3/8") \times 0,057 + A + B = 5,6 \text{ kg}$

A [Taux 102 %, longueur réelle 50,0 m] = 1,0 kg avec B [14HP] = 0,0 kg.

Les résultats obtenus à l'aide du logiciel VRV Xpress sont annexés (Annexe XI) au rapport.

VI. ÉTUDE FINANCIÈRE- ÉVALUATION DU COÛT D'INVESTISSEMENT PAR SYSTÈME ET PAR TYPE DE BÂTIMENT

VII.2 Évaluation du coût d'installation des bâtiments résidentiels

Le Tableau 11 et le Tableau 12 ci-dessous présentent le coût d'installation du Bâtiment Résidentiel 1 pour le mono split et pour le VRV. Les détails sur les différents prix sont donnés en Annexe XII, XIII, XIV, XV. Le coût de la main d'œuvre représente 10 % du coût total des équipements.

Tableau 10: Coût d'investissement net en FCFA des 6 Bâtiments (système mono-split)

Équipements	Bâtiment Résidentiel 1	Bâtiment Résidentiel 2	Bâtiment Résidentiel 3	Bâtiment Tertiaire 1	Bâtiment Tertiaire 2	Bâtiment Tertiaire 3
Kit complet du système	14 786 000	11 176 738	21 108 710	23 393 302	38 265 765	25 820 132
Main d'œuvre	1 478 600	1 117 674	2 110 871	2 339 330	3 826 576	2 582 013
Équipements électriques	289 500	203 250	270 750	317 250	494 250	320 250
Investissement Brut total (HTVA)	16 554 100	12 497 662	23 490 331	26 049 882	42 586 591	28 722 396
Taux de TVA	18 %					
TVA	2 979 738	2 249 579	4 228 259	4 688 979	7 665 586	5 170 031
Investissement net (TTC)	19 533 838	14 747 241	27 718 591	30 738 861	50 252 177	33 834 782
Total (FCFA)	61 999 670			114 825 820		

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 11: Coût d'investissement net en FCFA des 6 Bâtiments (système VRV)

Équipements	Bâtiment Résidentiel 1	Bâtiment Résidentiel 2	Bâtiment Résidentiel 3	Bâtiment Tertiaire 1	Bâtiment Tertiaire 2	Bâtiment Tertiaire 3
Unité extérieures	11 276 740	8 456 955	11 276 740	13 155 262	24 603 800	127 285 81
Unités intérieures	607 6950	6 672 025	8 684 605	17 012 400	27 629 400	11 585 245
Tubes en cuivre	206 601	193 216	235 805	402 575	11 57 715	385 853
Armaflex	206 601	193 216	235 805	402 575	11 57 715	385 853
Refnet	602 300	473 700	807 000	1 006 000	1 988 400	1 099 600
Main d'œuvre	1 836 919	1 598 911	2 123 996	3 197 881	565 3703	2 618 513
Total électricité (câbles électriques, dispositifs de protections)	1 359 500	1 709 500	2 409 500	3 351 250	6 387 750	4 576 250
Investissement Brut total (HTVA)	21 565 611	19 297 522	25 773 451	38 527 942	68 578 482	33379895
Taux de TVA	18 %					
TVA	3 881 810	3 473 554	4 639 221	6 935 030	12 344 127	6 008 381
Investissement net (TTC)	25 447 421	22 771 076	30 412 672	45 462 972	80 922 609	39 388 276

De ces deux tableaux nous constatons que le système mono split présente un coût d'investissement initial moins élevé que le VRV. Passons maintenant à la deuxième étape, cette fois-ci en nous penchant sur le coût d'exploitation.

VII.2 Évaluation du coût d'exploitation par système et type de bâtiment

Les coûts d'exploitation sont liés au coût de la consommation énergétique, au coût de la maintenance et à celui lié au remplacement. Pour ce qui est de la maintenance elle est effectuée à chaque fois qu'une panne intervient et consiste à une intervention en cas de panne. Elle consiste également à faire une maintenance préventive sur les installations et à une rémunération du personnel.

Le coût de remplacement dépend de la durée de vie des équipements. Pour le système mono split sa durée de vie est estimée à 10 ans [8] et quant au VRV sa durée de vie est estimée à 20 ans [8].

VII.3 Évaluation du coût énergétique

L'évaluation du coût énergétique implique une analyse des dépenses liées à la consommation d'énergie. L'énergie consommée est déterminée en prenant en compte la puissance électrique des appareils ainsi que la durée de fonctionnement de chaque appareil (Données du cahier de charge).

Pour les bâtiments résidentiels équipés de mono split et de VRV le temps de fonctionnement est de 18 h par jour ;

Le bâtiment tertiaire 1 est un bâtiment commercial. Son temps de fonctionnement est de 16 h par jour;

Le bâtiment tertiaire 2 est un bâtiment administratif et son temps de fonctionnement est de 8 h par jour ;

Pour le bâtiment tertiaire 3 qui est un hôtel le temps de fonctionnement est de 20 h par jour.

Pour le calcul du coût énergétique nous avons utilisé la grille tarifaire de la SONABEL voir Annexe XVI. La souscription est le tarif type C1 30A pour tous les bâtiments tertiaires et également de type C1 20A pour les bâtiments résidentiels.

Le Coefficient de performance moyen (COP) est 2,5 pour les mono split et de 3,5 pour les VRV [8]. Le coût de la consommation énergétique des différents bâtiments et systèmes est résumé dans le Tableau 13 et le Tableau 14.

Pour le calcul de la puissance électrique nous avons appliqué l'équation (3)

$$Puissance\ électrique = \frac{Puissance\ thermique}{COP} \quad (3)$$

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Avec Puissance électrique en kW ;

Puissance thermique en kW

Nous avons obtenu les résultats des différents systèmes dans les tableaux 13 et 14. La consommation est le produit de la puissance électrique par le nombre d'heures de fonctionnement par jour.

Tableau 12: Coût énergétique du système mono-split des bâtiments en FCFA

	BR1	BR2	BR3	BT1	BT2	BT3
Puissance électrique (kW)	22,52	16,04	22,32	31,56	48,04	27,8
Consommation (kWh)/jour	405	289	402	505	384	556

Tableau 13: Coût énergétique du système VRV des bâtiments en FCFA

	BR1	BR2	BR3	BT1	BT2	BT3
Puissance électrique (kW)	16,09	13,51	15,94	22,54	34,31	19,86
Consommation énergétique (kWh) /jour	290	243	287	361	275	397

Après avoir déterminé la consommation énergétique journalière nous avons calculé la consommation énergétique mensuelle. Les tableaux 13 et 14 représentent respectivement le coût énergétique du système mono-split et du système VRV.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 14: Calcul du coût de la consommation énergétique pour le système mono-split

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
BR1	Consommation mensuelle (kWh)	12555	11340	12555	12150	12555	12150	12555	12555	12150	12555	12150	12555
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1451616	1290660	1429170	1383000	1429170	1383000	1429170	1429170	1383000	1429170	1383000	1429170
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	16 849 296											
BR2	Consommation mensuelle (kWh)	8959	8092	8959	8670	8959	8670	8959	8959	8670	8959	8670	8959
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1041672	920388	1019226	986280	1019226	986280	1019226	1019226	986280	1019226	986280	1019226
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	12 022 536											
BR3	Consommation mensuelle (kWh)	12462	11256	12462	12060	12462	12060	12462	12462	12060	12462	12060	12462
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1441014	1281084	1418568	1372740	1418568	1372740	1418568	1418568	1372740	1418568	1372740	1418568
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	16 724 466											
BT1	Consommation mensuelle (kWh)	15655	14140	15655	15150	15655	15150	15655	15655	15150	15655	15150	15655
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1805016	1609860	1782570	1725000	1782570	1725000	1782570	1782570	1725000	1782570	1725000	1782570
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	21 010 296											
BT2	Consommation mensuelle (kWh)	11904	10752	11904	11520	11904	11520	11904	11904	11520	11904	11520	11904
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1377402	1223628	1354956	1311180	1354956	1311180	1354956	1354956	1311180	1354956	1311180	1354956
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	15 975 486											
BT3	Consommation mensuelle (kWh)	17236	15568	17236	16680	17236	16680	17236	17236	16680	17236	16680	17236
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1985250	1772652	1962804	1899420	1962804	1899420	1962804	1962804	1899420	1962804	1899420	1962804
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	23 132 406											

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 15: Calcul du coût de la consommation énergétique pour le système VRV

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
BR1	Consommation mensuelle (kWh)	8974,5	8106	8974,5	8685	8974,5	8685	8974,5	8974,5	8685	8974,5	8685	8974,5
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1043439	921984	1020993	987990	1020993	987990	1020993	1020993	987990	1020993	987990	1020993
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	12 043 341											
BR2	Consommation mensuelle (kWh)	7542,3	6812,4	7542,3	7299	7542,3	7299	7542,3	7542,3	7299	7542,3	7299	7542,3
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	880168,2	774513,6	857722,2	829986	857722,2	829986	857722,2	857722,2	829986	857722,2	829986	857722,2
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	10 120 959											
BR3	Consommation mensuelle (kWh)	8897	8036	8897	8610	8897	8610	8897	8897	8610	8897	8610	8897
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1034604	914004	1012158	979440	1012158	979440	1012158	1012158	979440	1012158	979440	1012158
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	11 939 316											
BT1	Consommation mensuelle (kWh)	11181,7	10099,6	11181,7	10821	11181,7	10821	11181,7	11181,7	10821	11181,7	10821	11181,7
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1295059,8	1149254,4	1272613,8	1231494	1272613,8	1231494	1272613,8	1272613,8	1231494	1272613,8	1231494	1272613,8
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	15 005 973											
BT2	Consommation mensuelle (kWh)	8509,5	7686	8509,5	8235	8509,5	8235	8509,5	8509,5	8235	8509,5	8235	8509,5
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	990429	874104	967983	936690	967983	936690	967983	967983	936690	967983	936690	967983
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	11 419 191											
BT3	Consommation mensuelle (kWh)	12310,1	11118,8	12310,1	11913	12310,1	11913	12310,1	12310,1	11913	12310,1	11913	12310,1
	Coût énergétique mensuelle (FCFA)	1423697,4	1265443,2	1401251,4	1355982	1401251,4	1355982	1401251,4	1401251,4	1355982	1401251,4	1355982	1401251,4
	Coût énergétique annuelle (FCFA)	16 520 577											

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

On observe des deux tableaux que les bâtiments résidentiels utilisant des systèmes mono-split présentent un coût énergétique annuel de 45 596 298 FCFA tandis que ceux équipés de systèmes VRV affichent un coût de 34 103 616 FCFA. Cette différence de coût de consommation énergétique des deux types de systèmes en faveur des systèmes VRV réside en leur capacité à réguler leur consommation électrique en fonction de la demande frigorifique du local.

En ce qui concerne les bâtiments tertiaires le coût énergétique annuel pour les systèmes mono-split est de 60 118 188 FCFA tandis que l'utilisation du système VRV se traduit par des économies significatives avec un coût de 42 945 741 FCFA.

En résumé l'analyse comparative des coûts énergétiques montre que l'utilisation des systèmes VRV est plus économique, tant pour les bâtiments résidentiels que tertiaires.

VII.4 Évaluation du coût de maintenance et de remplacement

La maintenance par mois des bâtiments est estimée par un contrat de 10 000 FCFA par unité de climatiseur (unité intérieure et unité extérieure). Pour le système VRV les unités intérieures seront évaluées. La maintenance se fait chaque mois. Nous estimons donc le coût de maintenance dans le Tableau 15.

Tableau 16: Estimation du coût de maintenance en FCFA

		Bâtiment Résidentiel 1	Bâtiment Résidentiel 2	Bâtiment Résidentiel 3	Bâtiment Tertiaire 1	Bâtiment Tertiaire 2	Bâtiment Tertiaire 3
Mono-split	Coût mensuel de maintenance	130 000	70 000	170 000	230 000	380 000	230 000
	Coût annuel de maintenance	1 560 000	840 000	2 040 000	2 760 000	4 560 000	2 760 000
VRV	Coût mensuel de maintenance	120 000	100 000	160 000	220 000	400 000	240 000
	Coût annuel de maintenance	1 440 000	1 200 000	1 920 000	2 640 000	4 800 000	2 880 000

Le coût de remplacement correspond aux équipements remplacés durant le cycle de vie des systèmes. La durée de vie du cycle mono split est estimé à environ 10 ans alors que celle du cycle VRV est environ 20 ans. Ce coût de remplacement (Tableau 16) correspond au coût d'investissement lors de la première année.

Tableau 17: Estimation du coût de remplacement

	Bâtiment Résidentiel 1	Bâtiment Résidentiel 2	Bâtiment Résidentiel 3	Bâtiment Tertiaire 1	Bâtiment Tertiaire 2	Bâtiment Tertiaire 3
Coût de remplacement du mono-split sur 20 ans	19 533 838	14 747 241	27 718 591	30 738 861	50 252 177	33 834 782

VII.5 Étude financière des deux systèmes pour chaque type de bâtiments

Pour cette étude nous allons calculer les valeurs présentes nettes en utilisant la formule de l'équation (3) [9].

$$VAN = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} + \frac{R}{(1+r)^n} \quad (4)$$

Avec VAN : la valeur actuelle nette ; CF_n le flux de trésorerie de l'année n ; r le taux d'actualisation ; et R la valeur résiduelle.

Nous considérons les coûts d'exploitation constants tout au long de la durée vie des équipements sauf en cas d'imprévus donc les CF restent constants l'équation (4).

$$VAN = CF_0 + USF(r, n).CF + \frac{R}{(1+i)^n} \quad (5)$$

$$USF(r, n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i.(1+i)^n} \quad (6)$$

Au Burkina Faso le taux d'actualisation est de 10 % [10]

En prenant le bâtiment résidentiel 1 comme exemple on obtient l'application numérique avec le système mono-split ci-dessous :

$$NPV = -19533838 - \frac{(1+0,1)^{20} - 1}{0,1.(1+0,1)^{20}} * (16849296 + 1560000) - \frac{19533838}{(1+0,1)^{10}}$$

$NPV = -183,8$ millions de FCFA

Le Tableau 17 donne les VAN obtenus pour chaque type de système.

Tableau 18: Récapitulatif des résultats de la VAN

	Bâtiment Résidentie 11	Bâtiment Résidentie 12	Bâtiment Résidentie 13	Bâtiment Tertiaire 1	Bâtiment Tertiaire 2	Bâtiment Tertiaire 3
Taux d'actualisation	10 %					
n (ans)	20					
VAN du mono-split en millions de FCFA	-183,8	-130	-198,2	-245	-244,5	-267,3
VAN du VRV en millions de FCFA	-140,2	-119,2	-148,4	-195,7	-219	-204,6

La Valeur actuelle nette des bâtiments équipés en VRV est inférieure à ceux équipés de mono-split. Cela implique que pour un même type de bâtiment, en considérant le coût d'installation

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

et d'exploitation durant la vie du projet le VRV est le système entraînant le moins de dépenses donc plus économique que le mono-split. Cela est dû d'une part à son coût énergétique inférieur à celui du mono-split et d'autre part à sa durée de vie plus longue que le mono-split.

Le système VRV a un coefficient de performance plus élevée que le système mono-split [8] ce qui entraîne une différence dans le coût de la consommation énergétique.

VII.3.2 Discussions des limites et des perspectives de l'étude

L'analyse économique met en lumière un investissement initial plus élevé pour les systèmes VRV par rapport au mono-split. Cependant, une perspective plus large révèle des coûts plus favorables avec le VRV, englobant le coût énergétique et celui du remplacement. En plus de cet avantage économique le VRV son coefficient de performance élevé, sa compacité, une consommation énergétique modérée, la possibilité de commandes individuelles et centralisées, ainsi qu'un système « inverter » permettant d'ajuster la vitesse du compresseur en fonction de la charge du local. Malgré ces atouts, il convient de noter les inconvénients potentiels tels qu'un coût d'investissement relativement élevé, une manipulation délicate du fluide frigorigène et la rareté des pièces de rechange. Aussi en cas de panne tous les locaux seront affectés car ils dépendent d'une même unité extérieure.

Le système mono-split présente des avantages tels qu'un entretien aisé impliquant le lavage des filtres et le nettoyage de la carrosserie. De plus, les split offrent une diversité de puissances adaptées aux exigences spécifiques des espaces. Cependant, leur aspect esthétique est souvent compromis en raison du nombre élevé d'unités extérieures, entraînant souvent un poids considérable susceptible d'affecter la structure du bâtiment. Contrairement au VRV tous les locaux ne sont pas affectés en cas de panne.

Tandis que les VRV offrent des performances énergétiques élevées et une flexibilité avancée, les mono-split se démarquent par leur simplicité d'installation, soulignant l'importance de considérer les besoins spécifiques et les contraintes de chaque projet. Le choix entre le système VRV et les mono-split nécessite une évaluation minutieuse des avantages économiques et des inconvénients inhérents à chaque option. Dans ce présent travail l'étude économique favorise le système VRV par rapport au mono-split.

VII.3.3 Revue des études sur les thèmes similaires

Les tableaux 18 et 19 sont les résumés de l'étude économique de thèmes similaires traité par nos prédécesseurs. Nous avons comparé les résultats obtenus dans ces travaux à nos résultats.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Tableau 19: Bilan économique du mémoire Bettina L.W. TIENDREBEOGO[11]

Bettina Laurette W. TIENDREBEOGO (2015-2016) :ETUDE COMPARATIVE DE SYSTEMES DE CLIMATISATION POUR LE PROJET DE CONSTRUCTION DU SIEGE DE LA BANK OF AFRICA (BOA)-BURKINA FASO			
	Coût d'investissement TTC (en FCFA)	Coût de la consommation énergétique sur 10 ans (en FCFA)	Coût globaux actualisés (Investissement et exploitation) sur 10 ans (en FCFA)
Split	538 437 400	1 280 495 923	2 551 070 628
VRV	1 024 075 446	1 035 890 279	2 075 465 726

L'étude économique de ce mémoire (Voir Tableau 18) montre que le coût d'investissement des systèmes VRV est plus élevé que celui du mono-split d'une part et d'autre part que le coût énergétique sur 10 ans des VRV est moins élevé que celui du mono-split. En conclusion ses coût globaux actualisé sur 10 ans favorise le VRV par rapport au mono-split.

Tableau 20: Bilan économique du mémoire de Al Moustapha Abdoulaye MOUSSA[12]

Al Moustapha ABDOULAYE MOUSSA (2020-2021) : ETUDE ET CONCEPTION DU SYSTEME DE CLIMATISATION POUR LE PROJET DE CONSTRUCTION DE L'HOPITAL D'INSTRUCTION DES ARMEES (HIA) A OUAGADOUGOU			
	Coût d'investissement TTC (en FCFA)	Coût de la consommation énergétique annuel (en FCFA)	Coût globaux actualisés (Investissement et exploitation) sur 20 ans (en FCFA)
Split	143 499 800	58 773 517	929 728 974
VRV	304 979 555	38 389 194	920 345 506

En ce qui concerne le mémoire de Al Moustapha Abdoulaye MOUSSA son thème présente les mêmes résultats que le mémoire précédent.

VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL/ PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL/SÉCURITÉ

Nous avons reçu une demande pour réaliser une étude sur l'installation de deux systèmes de climatisation (VRV et mono-split) dans six bâtiments, comprenant trois bâtiments résidentiels et trois bâtiments tertiaires. Ces bâtiments sont situés dans différents quartiers de la ville de Ouagadougou, au Burkina Faso. L'objectif principal de cette étude est d'évaluer le coût d'investissement pour l'installation de ces systèmes dans les six bâtiments. Parallèlement, nous visons également à assurer le confort des occupants face aux effets du réchauffement climatique et autres menaces environnementales. Ainsi, il est essentiel de prendre en compte tous les impacts potentiels sur l'environnement à chaque étape du projet. Dans cette optique, la rédaction d'une notice d'impact environnemental revêt une importance primordiale, dans le but de favoriser les aspects positifs et de remédier ou atténuer les impacts négatifs sur notre environnement.

La notice d'impact environnemental vise à fournir une compréhension approfondie des risques potentiels pour l'environnement associés à notre projet, ainsi que de l'ampleur de leur impact. Son objectif est de permettre une intervention efficace pour remédier à ces risques, tout en identifiant les sources d'impacts positifs qui contribuent au bien-être et à la protection de notre environnement. En résumé, la notice d'impact environnemental cherche à évaluer les effets négatifs et positifs de notre projet sur l'environnement, afin de prendre des mesures appropriées pour minimiser les conséquences néfastes et maximiser les avantages écologiques.

VII.2 Cadre législatif et réglementaire

Il est essentiel de soumettre toute NIES (Notice d'Impact Environnemental et Social) à un cadre institutionnel et réglementaire qui régit la gestion de l'environnement. Dans le cadre de notre projet nous utiliserons le guide général de réalisation des études d'impact sur l'environnement pour notre travail. Il est clair que plusieurs lois et règlements obligent le promoteur du projet à respecter l'environnement, car certains travaux et aménagements peuvent avoir des conséquences sur l'environnement. Les principales lois et règlements concernés sont :

- La loi N°0052/97/ADP du 30 janvier 1977, portant Code de l'Environnement au Burkina Faso ;
- Le décret N°2001-342/PRES/PM/MEE du 17 juillet 2001, portant champ d'application contenu et procédure de l'EIE et de la NIE.

VII.1 Rappel des composantes et phases du projet

Le principal objectif de ce projet est d'assurer le confort thermique des résidents et occupants des bâtiments concernés. Pour cela, il est essentiel d'installer des systèmes de climatisation appropriés qui répondent aux besoins spécifiques de chaque client. Dans le Tableau 18, nous présentons les composantes principales de notre projet qui contribuent à atteindre cet objectif.

Tableau 21: Description des Composantes du projet

Composante	Description de la composante
Installations des unités intérieures et extérieures	<ul style="list-style-type: none">• L'installation des unités intérieures et extérieures.• Le calcul et l'ajout de la quantité supplémentaire de réfrigérant.• L'installation des conduits et des grilles de soufflage.
Gestion et maintenance des unités intérieures et extérieures	La réalisation de l'entretien préventif des unités intérieures et extérieures.

VII.2 Identification des sources d'impacts

Il est essentiel de reconnaître que chaque activité réalisée dans le cadre de notre projet peut avoir des conséquences tant positives que négatives sur l'environnement et/ou la santé humaine, par conséquent, il est primordial d'identifier toutes ces activités afin d'évaluer précisément les impacts potentiels qu'elles pourraient entraîner.

Les différentes activités qui peuvent engendrer des impacts lors de l'installation des unités intérieures et extérieures comprennent :

- Le déplacement et le transport des produits et du matériel requis pour les travaux ;
- La fabrication et la mise en place des gaines ;
- L'installation des unités intérieures et extérieures ;
- Le cheminement des câbles électriques ;
- L'ajout de quantité supplémentaire de réfrigérant.

Les activités qui peuvent entraîner des impacts lors de l'exploitation du système d'installation comprennent :

- La maintenance des unités intérieures et extérieures ;
- Le fonctionnement des unités intérieures et extérieures ;
- Les réactions à la poussière ;

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

- Les effets d'une variation de température importante lors du passage d'un espace non climatisé à un espace climatisé ;
- Les irritations cutanées, oculaires et respiratoires dues à l'émission de poussières ;
- Plus rarement, des réactions allergiques liées à un mauvais entretien des installations.

VII.3 Identification et évaluation des impacts

Les impacts générés par ce projet peuvent être regroupés en deux catégories distinctes : les impacts négatifs, nécessitant une surveillance étroite, qui incluent principalement les nuisances sonores, la pollution de l'air, l'évacuation des condensats et les rejets environnementaux ; et les impacts positifs qui profiteront aux bénéficiaires des systèmes de conditionnement d'air qui seront installés.

Les effets positifs de ce projet sont principalement bénéfiques pour les occupants des différentes infrastructures :

- La climatisation vise à garantir une qualité d'ambiance dans les espaces ciblés ;
- En maintenant des températures et des niveaux d'humidité presque constants, elle évite les sensations d'inconfort pouvant être causées par les installations ;
- Les utilisateurs ont la possibilité de personnaliser les conditions de réglage souhaitées pour leur bien-être ;
- La climatisation est connue pour contribuer à améliorer la santé des personnes. Elle peut réduire le risque de déshydratation, car vous êtes en mesure de gérer la chaleur dans votre maison ;
- Le système VRV permet de réaliser des économies d'énergie.

Les impacts négatifs sont entre autres :

- Pollutions atmosphériques : Les équipements choisis visent à minimiser les pollutions atmosphériques et l'appauvrissement de la couche d'ozone en utilisant des réfrigérants à faible Potentiel de Réchauffement Global (PRG) [13]. Cela contribue à réduire l'impact négatif sur la couche d'ozone. Cependant, il est crucial de prendre en considération la quantité significative de dioxyde de carbone (CO₂) émise dans l'atmosphère par les groupes électrogènes de la SONABEL (Bâtiment Tertiaire), utilisés pour alimenter divers systèmes dans les bâtiments ;
- Les nuisances sonores : Elles sont définies comme tout élément pouvant perturber l'équilibre et l'harmonie d'un groupe d'individus ou d'un écosystème, généralement sous la forme de bruits, et pouvant affecter l'ouïe des utilisateurs ;

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

- La production de déchets électroniques et de matériaux spécifiques peut poser des défis pour l'élimination responsable ;
- Les rejets de condensats à l'extérieur, leur gestion inadéquate peut constituer une menace pour la santé humaine, selon la manière dont ils sont déversés.

VII.4 Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES)

Le tableau 19 synthétise les mesures d'atténuation prises pour minimiser l'impact environnemental et social du projet :

Tableau 22: Analyse des impacts du projet

Impacts négatifs	Mesures d'atténuations
Pollutions atmosphériques (émissions de Gaz Réfrigérants)	Choisir des réfrigérants ayant un faible Potentiel de Réchauffement Global (PRG)
Installation des systèmes (mono-split et VRV)	Respecter les normes environnementales et de sécurité lors de l'installation
Gestion des Déchets	Mettre en place des procédures de tri des déchets liés aux équipements de climatisation
Plans d'Urgence et de Gestion des Risques	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer des plans d'urgence en cas de fuites de réfrigérants ou d'autres incidents environnementaux ; • Identifier et gérer les risques potentiels associés aux systèmes de climatisation.
Rejet des condensats	<ul style="list-style-type: none"> • Installez des dispositifs de récupération des condensats pour minimiser les déversements directs dans l'environnement ; • Recyclage de l'eau des condensats pour une réutilisation dans des processus non critiques, tels que l'irrigation des espaces verts.
Nuisances sonores et vibrations	<ul style="list-style-type: none"> • Informer préalablement les riverains de l'objectif de l'opération et des perturbations temporaires (bruit) qui pourraient en découler ; • Installer des dispositifs d'atténuation du bruit sur les équipements générant des niveaux sonores élevés et orienter correctement les échappements.

VIII. CONCLUSION

L'objectif de notre étude était de réaliser le dimensionnement de deux systèmes de climatisation pour un ensemble de six bâtiments ayant des usages différents. D'un côté, nous avons les bâtiments destinés à un usage résidentiel, et de l'autre côté, les bâtiments à usage tertiaire. Cette étude a apporté des éclaircissements importants sur le dimensionnement des systèmes de climatisation mono-split et VRV pour différents types de bâtiments. Pour se faire nous avons utilisé le logiciel HAP pour le calcul du bilan thermique et le logiciel VRV XPress pour le dimensionnement des tuyauteries. Après les bilans thermiques des locaux, le choix des appareils frigorifiques, l'estimation des coûts d'investissements et d'exploitation nous avons procédé à une analyse économique des installations en fonction du type des systèmes de climatisation et de bâtiment. Cette analyse économique a été effectuée par le calcul de la valeur actuelle nette. Il ressort de cette analyse que :

- ✓ Que le coût d'investissement des systèmes VRV est plus importants que les systèmes mono-split ;
- ✓ Que le coût d'exploitation des VRV est inférieur à celui des mono-split ;
- ✓ Que la valeur actuelle nette favorise le système VRV par rapport au système mono-split

Sur l'aspect technique les systèmes mono-split offrent une simplicité d'entretien, une diversité de puissances adaptées, mais peuvent compromettre l'aspect esthétique avec un nombre élevé d'unités extérieures. En cas de panne, l'impact est localisé. En revanche, les VRV offrent des performances énergétiques élevées et une flexibilité avancée, mais une panne peut affecter l'ensemble du système. Le choix dépend des priorités spécifiques du projet, mais l'étude économique privilégie le VRV pour ses avantages énergétiques.

En somme le système VRV est plus économique pour tous les bâtiments considérés (tertiaires et résidentiels) que le système mono-split.

IX. BIBLIOGRAPHIE

- [1] <https://www.wunderground.com/history/daily/bf/ouagadougou/DFFD/date/2022-4-11>
« Ouagadougou, Burkina Faso Weather History | Weather Underground ». [En ligne] Consulté le: 30 mars 2023
- [2] <https://energieplus-lesite.be/donnees/enveloppe44/enveloppe2/valeurs-de-coefficients-de-transmission-thermique-u-de-parois-types/> « Valeurs de coefficients de transmission thermique (U) de parois types », [En ligne]. Consulté le 5 février 2024.
- [3] <http://www.daikintech.co.uk/Daikin-Data/2016-Daikin-Data.html> « Daikin 2016 ». [En ligne]. Consulté le 29 mars 2023.
- [4] http://media.xpair.com/pdf/chauffage/catalogue_VRV-2016-Daikin-pdf « Catalogue-VRV-2016-Daikin.pdf » [En ligne]. Consulté le 15 mars 2023.
- [5] <https://www.choisir.com/energie/articles/162884/quelle-puissance-choisir-pour-un-climatiseur>
« Quelle puissance pour son climatiseur : modèles, calcul, critères | Choisir.com ». [En ligne]. Consulté le 1 février 2024.
- [6] https://www.daikin.fr/fr_fr/famille-produits/cassette-extra-plate.html « Cassette extra plate | Daikin ». [En ligne] Consulté le 28 avril 2023.
- [7] https://www.daikin.fr/fr_fr/products/product.html/FBQ-D.html « FBQ-D | Daikin ». [En ligne]. Consulté le 28 avril 2023.
- [8] R. Z. Wang, Z. Q. Jin, X. Q. Zhai, C. C. Jin, W. L. Luo, et T. M. Eikevik, « Investigation of annual energy performance of a VVW air source heat pump system », *Int. J. Refrig.*, vol. 85, p. 383-394, janv. 2018, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2017.10.015.
- [9] L. Doganova, « Décompter le futur: la formule des flux actualisés et le manager-investisseur », *Sociétés Contemp.*, n° 1, p. 67-87, 2014.
- [10] B. Laporte*, C. de Quatrebarbes**, et Y. Bouterige***, « La fiscalité minière en Afrique: le secteur de l'or dans 14 pays de 1980 à 2015 1 », *Rev. D'économie Dév.*, n° 4, p. 83-128, 2015.
- [11] T. Bettina, « Etude Comparative de système de climatisation pour le projet de construction du siège de la Bank Of Africa (BOA)-Burkina Faso », mémoire, 2iE, P. 38-39, 2015.
- [12] A. A. Moussa, « Étude et conception du système de climatisation pour le projet de construction de l'Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) à Ouagadougou », mémoire, 2iE, P.40-42.
- [13] D. Clodic, P.-Er. Xueqin, E. Devin, T. Michineau-Cemafruid, et S. B.-A. CES, « Alternatives aux HFC à fort GWP dans les applications de réfrigération et de climatisation », rapport technique, 2013.

X. ANNEXES

Sommaire des annexes

Annexe I: Bilan Thermique des bâtiments Résidentiels 1 et 2	45
Annexe II: Bilan Thermique du bâtiment Tertiaire 2	45
Annexe III: Bilan Thermique du bâtiment Tertiaire 3	46
Annexe IV: Catalogue de choix des unités intérieures murales VRV	48
Annexe V: Catalogue de choix des unités intérieures Cassettes VRV	49
Annexe VI: Catalogue de choix des unités extérieures du système VRV	50
Annexe VII: Catalogue de choix des unités extérieures VRV	51
Annexe VIII: Catalogue de choix des unités mono-splits	52
Annexe IX: Choix des unités du Système mono-split	54
Annexe X: Choix des unités VRV	57
Annexe XI: configuration des liaisons frigorifiques entre les unités intérieures et extérieures	60
Annexe XII: Bilan économique des bâtiments résidentiels	67
Annexe XIII: Bilan économique des Bâtiments Tertiaires	70
Annexe XIV: Bilan économique des Bâtiments Résidentiels	73
Annexe XV: Bilan économique des Bâtiments Tertiaires	75
Annexe XVI: Grille tarifaire de la SONABEL	78
Annexe XVII: Plans des différents bâtiments	79

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe I: Bilan Thermique des bâtiments Résidentiels 2 et 3

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Ratio de performance(W/m ²)
Bâtiment Résidentiel 2	RDC	SAM	22,84	3,4	149
		Séjour	60,2	9,8	163
		Chambre 0	40,45	7,1	176
	R+1	Chambre 1	40,12	7,1	177
		Chambre 2	41,83	7,1	170
		Chambre 3	40,45	7,1	176
		Salon privé	33,3	7,2	216
Bâtiment Résidentiel 3	RDC	Salle de Réception	42,57	7,5	176
		Séjour	51,23	7,5	146
		Salle de jeux	23,15	4	173
		Chambre 1	15,7	3	191
		Chambre des Invités	14,77	2,7	183
		Bureau	14,8	2,7	182
	R+1	Chambre 1	20,34	3,8	187
		Chambre 2	14,47	2,9	200
		Chambre 3	16,59	3	181
		Chambre 4	21,1	3,3	156
		Salon 1	16,03	2,9	181
		Salon 2	27,27	3,6	132
		Salle Étude	28,03	3,6	128
		Chambre Principale	33,08	5,3	160

Annexe II: Bilan Thermique du bâtiment Tertiaire 2

Bâtiment Tertiaire	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Ratio de performance(W/m ²)
	RDC	Boutique	175,2	29,5	168

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Bâtiment Tertiaire 2		Bureau du Responsable	51,2	8	156
	R+1	Bureau du Responsable 1	27,8	4,3	155
		Bureau Responsable 2	23,7	4,3	181
		Bureau Paysager 1	24	3,8	158
		Bureau Paysager 2	12,29	2,1	171
		Bureau 1	8,87	1,6	180
		Bureau 2	8,38	1,6	190
		Salle d'attente 1	10,1	1,7	168
		Salle d'attente 2	8,25	1,3	158
		Secrétariat 1	18,39	2,9	158
		Secrétariat 2	16,4	2,8	171
	R+2	Bureau du Responsable 1	28,2	4,3	152
		Bureau du Responsable 2	23,6	4,3	182
		Bureau Paysager 1	24	3,8	158
		Bureau Paysager 2	12,16	2,1	173
		Bureau 1	8,87	1,6	180
		Bureau 2	8,29	1,5	181
		Salle d'attente 1	10,4	1,7	163
		Salle d'attente 2	8,34	1,4	168
		Secrétariat 1	29,1	4,6	158
		Secrétariat 2	14,5	2,8	193
	R+3	Bureau du Responsable 1	28,2	4,3	152
		Bureau du Responsable 2	23,6	4,3	182
		Bureau Paysager 1	24,11	3,8	158
		Bureau Paysager 2	12,29	2,1	171
		Bureau 1	8,87	1,6	180
		Bureau 2	8,34	1,5	180
		Salle d'attente 1	10,4	1,7	163
		Salle d'attente 2	8,29	1,4	169
		Secrétariat 1	29,1	4,6	158
		Secrétariat 2	16,36	2,8	171

Annexe III: Bilan Thermique du bâtiment Tertiaire 3

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Ratio de performance(W/m ²)
----------	--------	-------	--------------------------	---------------------	---

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

BT3	RDC	Hall	33,5	5,4	161
		Restaurant	23,2	4,1	177
		Salle de Réunion	36,3	5,8	160
	R+1	Bureau B1	11,24	1,9	169
		Bureau B2	9,36	1,5	160
		Bureau Gestionnaire	10,8	1,9	176
		Comptabilité	10,8	1,9	176
		Hall	32	5,5	172
		Salle de Réunion	36,3	5,6	154
		R+2	Chambre 1	14,3	2,3
	Chambre 2		14,3	2,3	161
	Chambre 3		14,3	2,3	161
	Chambre 4		17,4	2,7	155
	Chambre 5		17,8	2,7	152
	Chambre 6		17,9	2,8	156
	Chambre 7		17,6	2,8	159
	R+3	Chambre 1	14,3	2,3	161
		Chambre 2	14,3	2,3	161
		Chambre 3	14,3	2,3	161
		Chambre 4	17,4	2,7	155
		Chambre 5	17,8	2,7	152
		Chambre 6	17,9	2,8	156
		Chambre 7	19,3	2,9	150

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe IV: Catalogue de choix des unités intérieures murales VRV

Unité Intérieure			FXAQ	15A	20A	25A	32A	40A	50A	63A	
Puissance frigorifique	Total	Nom.	kW	1,7	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	
Puissance calorifique	Total	Nom.	kW	1,9	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	
Puissance absorbée	Rafraichissement	Nom.	kW	0,02		0,03		0,02	0,03	0,05	
- 50 Hz	Chauffage	Nom.	kW	0,03			0,04	0,02	0,04	0,06	
Dimensions	Unité	H x L x P	mm	290x795x266				290x1.050x269			
Poids	Unité		kg	12				15			
Filtre à air	Type			Filet en résine synthétique lavable							
Ventilateur	Débit d'air - 50 Hz	Rafraichissement	Bas/Haut	m³/h	420/505	420/545	420/565	420/590	580/730	690/865	810/1.100
		Chauffage	Bas/Haut	m³/h	420/505	420/545	420/565	420/590	580/730	690/865	810/1.100
Niveau de puissance sonore	Rafraichissement	Haut	dB(A)	51	52	53	55		58	63	
Niveau de pression sonore	Rafraichissement	Bas/Haut	dB(A)	28,5/32	28,5/33	28,5/35	28,5/37,5	33,5/37	35,5/41	38,5/46,5	
	Chauffage	Bas/Haut	dB(A)	28,5/33	28,5/34	28,5/36	28,5/38,5	33,5/38	35,5/42	38,5/47	
Réfrigérant	Type/PRP			R-410A/2.087,5							
Raccords de tuyauterie	Liquide	Diamètre ext.	pouce	1/4"						3/8"	
	Gaz	Diamètre ext.	pouce	1/2"						5/8"	
	Évacuation du condensat :			VP13 (D.I. 15/D.E. 18)							
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension		Hz/V	1~/50/220-240							
Courant - 50Hz	Intensité maximum de fusible (MFA)		A	16							
Systèmes de commande	Télécommande infrarouge			BRC7EA628							
	Télécommande câblée			BRC1H519W7/S7/K7							

Rafraichissement : température intérieure 27 °CBS, 19,0 °CBH, température extérieure 35 °CBS | Chauffage : température intérieure 20 °CBS ; température extérieure 7 °CBS, 6 °CBH

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe V : Catalogue de choix des unités intérieures Cassettes VRV

Unité intérieure			FXFQ	20B	25B	32B	40B	50B	63B	80B	100B	125B	
Puissance frigorifique	Total	Nom.	kW	2,20	2,80	3,60	4,50	5,60	7,10	9,00	11,20	14,00	
Puissance calorifique	Total	Nom.	kW	2,50	3,20	4,00	5,00	6,30	8,00	10,00	12,50	16,00	
Puissance absorbée - 50 Hz	Rafraichissement	Nom.	kW	0,04			0,05			0,06	0,09	0,12	0,19
	Chauffage	Nom.	kW	0,04			0,05			0,06	0,09	0,12	0,19
Dimensions	Unité	H x L x P	mm	204x840x840						246x840x840		288x840x840	
Poids	Unité		kg	18		19		21		24		26	
Caisson	Matériau			Tôle d'acier galvanisée									
Filtre à air	Type			Tamis en résine									
Panneaux décoratifs	Panneau standard			BYCQ140E2W1 / BYCQ140E2W1W / BYCQ140E2W1B									
		H x L x P	mm	65 x 950 x 950									
	Poids	kg	5,5										
	Panneau autonettoyant			BYCQ140E2GFW1 / BYCQ140E2GFW1B									
		H x L x P	mm	148x950x950									
	Poids	kg	10,3										
	Panneaux design			BYCQ140E2P / BYCQ140E2PB									
		H x L x P	mm	106x950x950									
Poids	kg	6,5											
Ventilateur	Débit d'air - 50 Hz	Rafraichissement	Bas/Moyen/Haut	m³/h	534/642/768		624/756/888		642/774/906	642/804/996	810/1.152/1.398	780/1.224/1.668	1.188/1.560/1.896
		Chauffage	Bas/Moyen/Haut	m³/h	534/642/768		624/756/888		642/774/906	642/804/996	780/1.110/1.350	780/1.224/1.668	1.134/1.494/1.818
Niveau de puissance sonore	Rafraichissement	Haut		dB(A)	49		51		53	55	60	61	
	Chauffage	Bas/Moyen/Haut		dB(A)	28/29/31		29/31/33		30/33/35	30/34/38	30/37/43	36/41/45	
Niveau de pression sonore	Rafraichissement	Bas/Moyen/Haut		dB(A)	28/29/31		29/31/33		30/33/35	30/34/38	30/37/43	36/41/45	
	Chauffage	Bas/Moyen/Haut		dB(A)	28/29/31		29/31/33		30/33/35	30/34/38	30/37/43	36/41/45	
Réfrigérant	Type/PRP			R-410A/2.087,5									
Raccords de tuyauterie	Liquide	Diamètre ext.	pouce	1/4"						3/8"			
	Gaz	Diamètre ext.	pouce	1/2"						5/8"			
	Évacuation du condensat :		mm	VP25 (D.E. 32 / D.J. 25)									
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension		Hz/V	1~/50/220-240									
Courant - 50Hz	Intensité maximum de fusible (MFA)		A	16									
Systèmes de commande	Télécommande infrarouge			Standard et autonettoyant BRC7FA532F(B) / design BRC7FB532F(B)									
	Télécommande câblée			BRC1H519W7/S7/K7									

Rafraichissement : température intérieure 27 °CBS, 19,0 °CBH ; température extérieure 35 °CBS | Chauffage : température intérieure 20 °CBS ; température extérieure 7 °CBS, 6 °CBH
MFA est utilisé pour sélectionner le disjoncteur et le disjoncteur différentiel. Veuillez consulter nos manuels techniques pour de plus amples informations sur chaque combinaison

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe VI: Catalogue de choix des unités extérieures du système VRV

Indices des unités intérieures en fonction des puissances

Numéro Indice	Puissance Correspondante (kW)
20	2,2
25	2,8
32	3,6
40	4,5
50	5,6
63	7,1
80	9
100	11,2
125	14
140	16
200	22,4
250	28
400	45
500	56

Unité extérieure VRV



Indices des unités extérieures des puissances

Indice	HP correspondant	Puissance correspondante(kW)
150	6 HP	16
200	8 HP	22,4
250	10 HP	28
300	12 HP	33,5
350	14 HP	40
400	16 HP	45
450	18 HP	50
500	20 HP	56
550	22 HP	61,5
600	24 HP	67
650	26 HP	73,5
700	28 HP	78,5
750	30 HP	83,5
800	32 HP	89,5
850	34 HP	96
900	36 HP	101
950	38 HP	106
1000	40 HP	112
1050	42 HP	117
1100	44 HP	123
1150	46 HP	130

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe VII: Catalogue de choix des unités extérieures VRV

HP	Capacity index	Model name	Combination	Outdoor unit multi connection piping kit *1	Total capacity index of connectable indoor units*2	Maximum number of connectable indoor units*2	
6	150	RXQ6A	RXQ6A	—	75 to 195 (300)	9 (15)	
8	200	RXQ8A	RXQ8A	—	100 to 260 (400)	13 (20)	
10	250	RXQ10A	RXQ10A	—	125 to 325 (500)	16 (25)	
12	300	RXQ12A	RXQ12A	—	150 to 390 (600)	19 (30)	
14	350	RXQ14A	RXQ14A	—	175 to 455 (700)	22 (35)	
16	400	RXQ16A	RXQ16A	—	200 to 520 (800)	26 (40)	
18	450	RXQ18A	RXQ18A	—	225 to 585 (900)	29 (45)	
20	500	RXQ20A	RXQ20A	—	250 to 650 (1,000)	32 (50)	
22	550	RXQ22A	RXQ10A + RXQ12A	BHFP22P100	275 to 715 (880)	35 (44)	
24	600	RXQ24A	RXQ12A x 2		300 to 780 (960)	39 (48)	
26	650	RXQ26A	RXQ8A + RXQ18A		325 to 845 (1,040)	42 (52)	
28	700	RXQ28A	RXQ12A + RXQ16A		350 to 910 (1,120)	45 (56)	
30	750	RXQ30A	RXQ12A + RXQ18A		375 to 975 (1,200)	48 (60)	
32	800	RXQ32A	RXQ12A + RXQ20A		400 to 1,040 (1,280)	52 (64)	
34	850	RXQ34A	RXQ16A + RXQ18A		425 to 1,105 (1,360)	55 (64)	
36	900	RXQ36A	RXQ18A x 2		450 to 1,170 (1,440)	58 (64)	
38	950	RXQ38A	RXQ18A + RXQ20A		475 to 1,235 (1,520)	61 (64)	
40	1,000	RXQ40A	RXQ20A x 2		500 to 1,300 (1,600)	BHFP22P151	64 (64)
42	1,050	RXQ42A	RXQ12A x 2 + RXQ18A		525 to 1,365 (1,365)		
44	1,100	RXQ44A	RXQ12A x 2 + RXQ20A		550 to 1,430 (1,430)		
46	1,150	RXQ46A	RXQ12A + RXQ16A + RXQ18A	575 to 1,495 (1,495)			
48	1,200	RXQ48A	RXQ12A + RXQ18A x 2	600 to 1,560 (1,560)			
50	1,250	RXQ50A	RXQ14A + RXQ18A + RXQ18A	625 to 1,625 (1,625)			
52	1,300	RXQ52A	RXQ16A + RXQ18A x 2	650 to 1,690 (1,690)			
54	1,350	RXQ54A	RXQ18A x 3	675 to 1,755 (1,755)			
56	1,400	RXQ56A	RXQ18A x 2 + RXQ20A	700 to 1,820 (1,820)			
58	1,450	RXQ58A	RXQ18A + RXQ20A x 2	725 to 1,885 (1,885)			
60	1,500	RXQ60A	RXQ20A x 3	750 to 1,950 (1,950)			

Note : *1 Pour le raccordement multiple des systèmes de 22 CV et plus, le kit de tuyauterie de raccordement multiple de l'unité extérieure (vendu séparément) est nécessaire.

*2 Les valeurs entre parenthèses sont basées sur la connexion d'unités intérieures à capacité maximale, 200 % pour les unités extérieures simples, 160 % pour les unités extérieures doubles et 130 % pour les unités extérieures triples.

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe VIII: Catalogue de choix des unités mono-splits

Efficacités		FTXM + RZAG	35N + 35A	50N + 50A	60N + 60A
Puissance frigorifique	Mini./Norm./Maxi.	kw	1,6/3,5/5,0	1,7/5,0/6,0	1,7/6,0/6,8
Puissance calorifique	Mini./Norm./Maxi.	kw	1,4/4,0/5,3	1,5/6,0/6,5	1,6/7,0/7,5
Puissance absorbée	Rafraîchissement	Nom. kw	0,81	1,25	1,71
	Chauffage	Nom. kw	1,04	1,5	1,94
Rafraîchissement	Classe d'efficacité énergétique			A++	
	Puissance	Pdesign kw	3,5	5,0	6,0
	SEER		7,7	7,41	6,9
	Consommation énergétique annuelle	kWh/a	159	236	304
Chauffage (climat tempéré)	Classe d'efficacité énergétique			A++	A+
	Puissance	Pdesign kw	2,6	4,5	4,6
	SCOP/A			4,6	4,35
	Consommation énergétique annuelle	kWh/a	790	1369	1480

Chauffage : température intérieure : 20 °C_{BS} ; température extérieure 7 °C_{BS}/6 °C_{BH}, longueur équivalente de tuyauterie de réfrigérant : 5 m | Rafraîchissement : température intérieure 27 °C_{BS}, 19 °C_{BH}, température extérieure : 35 °C_{BS}, 24 °C_{BH}, longueur équivalente de tuyauterie de réfrigérant : 5 m.

Unité intérieure		FTXM	35N	50N	60N
Dimensions	Unité H x L x P	mm	294x811x272	300x1.040x295	
Poids	Unité	kg	10	14,5	
Filtre à air	Type			Amovible/lavable	
Ventilateur	Débit d'air Rafraîchissement	Silencieux/B/M/E m ³ /h	276/384/498/738	486/696/852/966	546/720/876/1.026
	Chauffage	Silencieux/B/M/E m ³ /h	318/426/540/648	642/732/876/1.026	672/756/936/1.062
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement	dB(A)		58	60
	Chauffage	dB(A)	54	58	59
Niveau de pression sonore	Rafraîchissement	Silencieux/Bas/Moyen/Elevé dB(A)	19/29/33/43	27/36/40/44	30/37/42/46
	Chauffage	Silencieux/Bas/Moyen/Elevé dB(A)	20/28/35/39	31/34/39/43	33/36/41/45
Systèmes de commande	Télécommande infrarouge (comprise)			ARC466A33	
	Télécommande câblée			BRC073	
Raccords de tuyauterie	Condensat	mm		18	

Unité extérieure		RZAG	35A	50A	60A
Dimensions	Unité H x L x P	mm		734x954x401	
Poids	Unité	kg		52	
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement	dB(A)	62	63	64
	Chauffage	dB(A)	62	63	64
Niveau de pression sonore	Rafraîchissement	Nom. dB(A)	48	49	50
	Chauffage	Nom. dB(A)	48	49	50
Plage de fonctionnement	Rafraîchissement	Temp. ext. Mini.-Maxi. °C _{BS}		-20 °C - -52 °C	
	Chauffage	Temp. ext. Mini.-Maxi. °C _{BH}		-21 °C - -18 °C	
Réfrigérant	Type/PRP			R-32/675	
	Volume	kg/tiq. CO ₂		1,55/1,05	
Raccords de tuyauterie	Liquide/Gaz D.E.	pouce	1/4" - 3/8"		1/4" - 1/2"
	Longueur câble	Maxi. UE - UI	50		
	Charge supplémentaire de réfrigérant	kg/m	0,02 (pour une longueur de tuyauterie supérieure à 30 m)		
	Dénivelé	UE - UI Maxi.	30		

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Efficacités				FFA + RZAG	35A9 + 35A	50A9 + 50A	60A9 + 60A
Puissance frigorifique	Mini./Nom./Maxi.			1,6/3,5/4,5		1,7/5,0/6,0	1,7/6,0/6,5
Puissance calorifique	Mini./Nom./Maxi.			1,4/4,0/5,0		1,5/5,8/6,0	1,6/7,0/7,5
Puissance absorbée	Rafraîchissement	Nom.		0,88		1,47	1,86
	Chauffage	Nom.		1,08		1,87	2,41
Rafraîchissement	Classe d'efficacité énergétique				A++		A+
	Puissance	Pdesign		3,5		5,0	6,0
	SEER			6,4		6,3	5,8
	Consommation énergétique annuelle			191		278	362
Chauffage (climat tempéré)	Classe d'efficacité énergétique					A+	
	Puissance	Pdesign		4,2		4,3	4,5
	SCOP/A			3,8		4,01	4,04
	Consommation énergétique annuelle			1546		1501	1558
Unité intérieure				FFA	35A9	50A9	60A9
Dimensions	Unité	H x L x P			260x575x575		
Poids	Unité			16	17,5		
Filtre à air	Type			Tamis en résine			
Panneau décoratif	Modèle			BYFQ60C2W1W / BYFQ60C2W1S / BYFQ60B2W1 / BYFQ60B3W1			
	Couleur			Blanc (N9.5)/ARGENT/Blanc (RAL9010)/BLANC (RAL9010)			
	Dimensions	H x L x P		46x620x620/46x620x620/55x700x700			
	Poids			2,8/2,8/2,7/2,7			
Ventilateur	Débit d'air	Rafraîchissement	Bas/Moyen/Haut	m³/h	390/510/600	516/654/762	570/750/870
		Chauffage	Bas/Moyen/Haut	m³/h	390/510/600	516/654/762	570/750/870
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement	Bas/Moyen/Haut		dB(A)	51	56	60
		Chauffage	Bas/Moyen/Haut	dB(A)	25/30/34	27/34/39	32/40/43
Niveau de pression sonore	Chauffage	Bas/Moyen/Haut		dB(A)	25/30/34	27/34/39	32/40/43
Systèmes de commande	Télécommande infrarouge			BRC7EBS30 (panneau standard) / BRC7F530W (panneau blanc) / BRC7F530S (panneau gris)			
	Télécommande câblée			BRC1H519W7/S7/K7			
Condensat	Diamètres			VP20 (D.I. 20/D.E. 26)			
	Hauteur de refoulement			630			
Unité extérieure				RZAG	35A	50A	60A
Dimensions	Unité	H x L x P			734x954x401		
Poids	Unité				52		
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement			dB(A)	62	63	64
		Chauffage		dB(A)	62	63	64
Niveau de pression sonore	Rafraîchissement	Nom.		dB(A)	48	49	50
		Chauffage	Nom.	dB(A)	48	49	50
Plage de fonctionnement	Rafraîchissement	Temp. ext.	Mini.-Maxi.	°C(BS)	-20°-52°		
	Chauffage	Temp. ext.	Mini.-Maxi.	°C(BH)	-21°-18°		
Réfrigérant	Type/PRP			R-32/675			
	Volume			kg/tiq. CO ₂			
Records de tuyauterie	Liquide/Gaz	D.E.		pouce	1/4"-3/8"	1/4"-1/2"	
	Longueur maximale UE - UI			m	50		
	Charge supplémentaire de réfrigérant			kg/m	0,02 (pour une longueur de tuyauterie supérieure à 30 m)		
	Dénivelé UE - UI			Maxi.	30		
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension			Hz/V	1~/50/220-240		
Courant - 50Hz	Intensité maximum de fusible (MFA)			A	16		20

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe IX: Choix des unités du Système mono-split

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Référence	Modèle	Quantité
BR2	RDC	Salle_manger	22,84	3,4	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
		Séjour	60,23	9,8	FFA50A9 + RZAG50A	Cassette	2x5
		Chambre 0	40,45	6,7	FAA71A+RZAG71NV1	Murale	1x6,8
	R+1	Chambre1	40,12	6,7	FAA71A+RZAG71NV1	Murale	1x6,8
		Chambre 2	41,83	6,8	FAA71A+RZAG71NV1	Murale	1x6,8
		Chambre 3	40,45	6,7	FAA71A+RZAG71NV1	Murale	1x6,8
		Salon_Privé	33,33	7,2	FFA25A9+RXM25N9	Cassette	3x2,5

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Référence	Modèle	Quantité
BR3	RDC	Bureau	14,8	2,7	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
		Chambre Invite	14,77	2,7	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
		Chambre 1	15,7	3	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
		Salle de jeux	23,15	4	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
		Salle de réception	42,57	7,5	FTXM50N + RZAG50A FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x5+1x3,5
		SAM	51,23	7,5	FTXM50N + RZAG50A FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x5+1x3,5
	R+1	Chambre principale	33,08	5,3	FTXM60N + RZAG60A	Murale	1x6
		Chambre 1	20,34	3,8	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
		Chambre 2	14,47	2,9	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
		Chambre 3	16,59	3	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3,5
		Chambre 4	21,1	3,3	FTXM35N + RZAG35A	Murale	1x3
		Salle Étude	28,03	3,6	FTXM50N + RZAG50A	Murale	1x5
		Salon 1	16,03	2,9	FFA35A9 + RXM35N9	Cassette	1x3,4
		Salon 2	27,27	3,6	FFA50A9 + RXM50N9	Cassette	2x3,4

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Pm(kW)	Modèle	Référence	Quantité
BT2	RDC	Boutique	175,2	29,5	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	6x5
		Bureau du Responsable	51,2	8	Cassette	FFA60A9 + RXM60N9 et FFA25A9+ RXM25N9	1x5,7+1x2,5
	R+1	Bureau Paysager 1	24,0	3,8	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau Paysager 2	12,29	2,1	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau Responsable 1	27,8	4,3	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau Responsable 2	23,67	4,3	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau 1	8,87	1,6	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau 2	8,38	1,6	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Salle d'attente1	10,1	1,7	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Salle d'attente 2	8,3	1,3	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Secrétariat 1	18,4	2,9	Cassette	FFA35A9 + RXM35N9	1x3,4
		Secrétariat 2	16,4	2,8	Cassette	FFA35A9 + RXM35N9	1x3,4
	R+2	Bureau Paysager 1	24,0	3,8	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau Paysager 2	12,2	2,1	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau Responsable 1	28,2	4,3	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau Responsable 2	23,6	4,3	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau 1	8,9	1,6	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau 2	8,3	1,5	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Salle d'attente1	10,4	1,7	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Salle d'attente 2	8,3	1,4	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Secretariat 1	29,1	4,6	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Secretariat 2	14,5	2,8	Cassette	FFA35A9 + RZAG35A	1x3,4
	R+3	Bureau Paysager 1	24,11	3,8	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau Paysager 2	12,3	2,1	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau Responsable 1	28,2	4,3	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau Responsable 2	23,6	4,3	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Bureau 1	8,9	1,6	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau 2	8,3	1,5	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Salle d'attente1	10,4	1,7	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Salle d'attente 2	8,3	1,4	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Secretariat 1	29,1	4,6	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Secretariat 2	16,4	2,8	Cassette	FFA35A9 + RZAG35A	1x3,4

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m²)	Pm(kW)	Modèle	Référence	Quantité
BT3	RDC	Hall	33,5	5,4	Cassette	FFA60A9 + RXM60N9	1x5,7
		Restaurant/Bar	23,2	4,1	Cassette	FFA50A9 + RXM50N9	1x5
		Salle de Réunion	36,3	5,8	Cassette	FFA60A9 + RZAG60A	1x6
	R+1	Bureau1 B1	11,2	1,9	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau2 B2	9,4	1,5	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Bureau Gestionnaire	10,8	1,9	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Comptabilité	10,8	1,9	Cassette	FFA25A9 + RXM25N9	1x2,5
		Hall	32	5,5	Cassette	FFA60A9 + RXM60N9	1x5,7
		Salle de Réunion	36,3	5,6	Cassette	FFA60A9 + RXM60N9	1x5,7
	R+2	Chambre1	14,3	2,3	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre2	14,3	2,3	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre3	14,3	2,3	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre4	17,4	2,7	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre5	17,8	2,7	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre6	17,9	2,8	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre7	17,6	2,8	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
	R+3	Chambre1	14,3	2,3	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre2	14,3	2,3	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre3	14,3	2,3	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre4	17,4	2,7	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre5	17,8	2,7	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre6	17,9	2,8	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5
		Chambre7	19,3	2,9	Murale	FTXM35N + RZAG35A	1x3,5

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe X: Choix des unités VRV

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Référence	Modèle	Quantité
BR2	RDC	Salle manger	22,84	3,4	FXAQ32A	Murale	1x3,6
		Séjour	60,23	9,8	FXZQ32A et FXZQ25A	Cassette	2x3,6+ 1x2,8
		Chambre 0	40,45	6,7	FXAQ63A	Murale	1x7,1
	R+1	Chambre 1	40,12	6,7	FXAQ63A	Murale	1x7,1
		Chambre 2	41,83	6,8	FXAQ63A	Murale	1x7,1
		Chambre 3	40,45	6,7	FXAQ63A	Murale	1x7,1
		Salon Privé	33,33	7,2	FXZQ32A	Cassette	2x3,6

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Bilan thermique(kW)	Référence	Modèle	Quantité
BR3	RDC	Bureau	14,8	2,7	FXAQ25A	Murale	1x2,8
		Chambre Invité	14,77	2,7	FXAQ25A	Murale	1x2,8
		Chambre 1	15,7	3	FXAQ32A	Murale	1x3,6
		Salle de jeux	23,15	4	FXZQ40A	Cassette	1x4,5
		Salle de réception	42,57	7,5	FXZQ40A et FXZQ32A	Cassette	1x4,5+1x3,6
		SAM	51,23	7,5	FXAQ40A et FXAQ32A	Murale	1x4,5+1x3,6
	R+1	Chambre principale	33,08	5,3	FXAQ50A	Murale	1x5,6
		Chambre 1	20,34	3,8	FXAQ40A	Murale	1x4,5
		Chambre 2	14,47	2,9	FXAQ32A	Murale	1x3,6
		Chambre 3	16,59	3	FXAQ32A	Murale	1x3,6
		Chambre 4	21,1	3,3	FXAQ32A	Murale	1x3,6
		Salle Étude	28,03	3,6	FXZQ32A	Murale	1x3,6
		Salon 1	16,03	2,9	FXZQ32A	Cassette	1x3,6
		Salon 2	27,27	3,6	FXZQ32A	Cassette	1x3,6

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m ²)	Pm(kW)	Modèle	Référence	Quantité
----------	--------	-------	--------------------------	--------	--------	-----------	----------

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

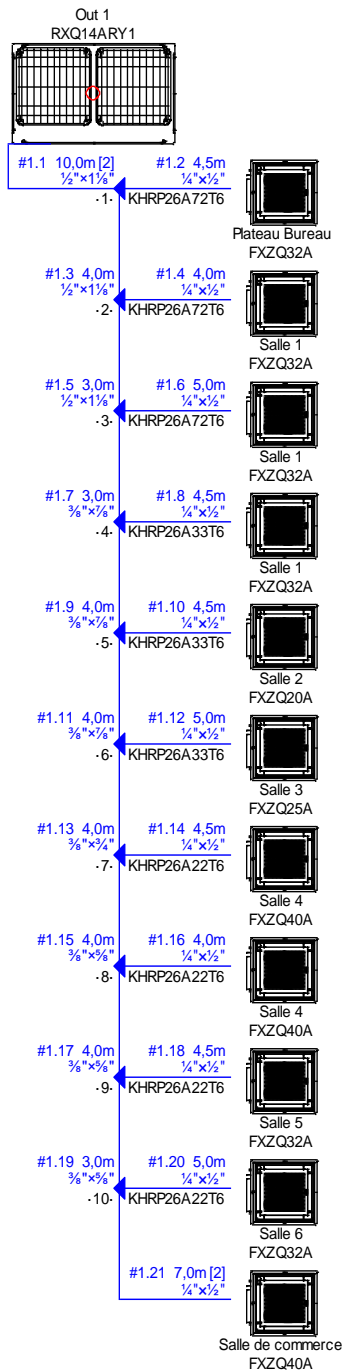
BT2	RDC	Boutique	175,2	29,5	Cassette	FXZQ32A et FXZQ40A	7x3,6+1x4,5
		Bureau du Responsable	51,2	8	Cassette	FXZQ40A et FXZQ32A	1x4,5+1x3,6
	R+1	Bureau Paysager 1	24,0	3,8	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Bureau Paysager 2	12,29	2,1	Cassette	FXZQ20A	1x2,2
		Bureau Responsable 1	27,8	4,3	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Bureau Responsable 2	23,67	4,3	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Bureau 1	8,87	1,6	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Bureau 2	8,38	1,6	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Salle d'attente1	10,1	1,7	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Salle d'attente 2	8,3	1,3	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Secrétariat 1	18,4	2,9	Cassette	FXZQ32A	1x3,6
		Secrétariat 2	16,4	2,8	Cassette	FXZQ32A	1x3,6
		R+2	Bureau Paysager 1	24,0	3,8	Cassette	FXZQ40A
	Bureau Paysager 2		12,2	2,1	Cassette	FXZQ25A	1x2,8
	Bureau Responsable 1		28,2	4,3	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
	Bureau Responsable 2		23,6	4,3	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
	Bureau 1		8,9	1,6	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
	Bureau 2		8,3	1,5	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
	Salle d'attente1		10,4	1,7	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
	Salle d'attente 2		8,3	1,4	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
	Secrétariat 1		29,1	4,6	Cassette	FXZQ50A	1x5,6
	Secrétariat 2		14,5	2,8	Cassette	FXZQ25A	1x2,8
	R+3	Bureau Paysager 1	24,11	3,8	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Bureau Paysager 2	12,3	2,1	Cassette	FXZQ25A	1x2,8
		Bureau Responsable 1	28,2	4,3	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Bureau Responsable 2	23,6	4,3	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Bureau 1	8,9	1,6	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Bureau 2	8,3	1,5	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Salle d'attente1	10,4	1,7	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Salle d'attente 2	8,3	1,4	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Secrétariat 1	29,1	4,6	Cassette	FXZQ50A	1x5,6
		Secrétariat 2	16,4	2,8	Cassette	FXZQ25A	1x2,8

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Bâtiment	Niveau	Pièce	Surface(m²)	Pm(kW)	Modèle	Référence	Quantité
BT3	RDC	Hall	33,5	5,4	Cassette	FXZQ50A	1x5,6
		Restaurant/Bar	23,2	4,1	Cassette	FXZQ40A	1x4,5
		Salle de Réunion	36,3	5,8	Cassette	FXZQ32A et FXZQ20A	1x3,6+1x2,2
	R+1	Bureau1 B1	11,2	1,9	Cassette	FXZQ20A	1x2,2
		Bureau2 B2	9,4	1,5	Cassette	FXZQ15A	1x1,7
		Bureau Gestionnaire	10,8	1,9	Cassette	FXZQ20A	1x2,2
		Comptabilité	10,8	1,9	Cassette	FXZQ20A	1x2,2
		Hall	32	5,5	Cassette	FXZQ50A	1x5,6
		Salle de Réunion	36,3	5,6	Cassette	FXZQ50A	1x5,6
		R+2	Chambre1	14,3	2,3	Murale	FXAQ25A
	Chambre2		14,3	2,3	Murale	FXAQ25A	1x2,8
	Chambre3		14,3	2,3	Murale	FXAQ25A	1x2,8
	Chambre4		17,4	2,7	Murale	FXAQ25A	1x2,8
	Chambre5		17,8	2,7	Murale	FXAQ25A	1x2,8
	Chambre6		17,9	2,8	Murale	FXAQ25A	1x2,8
	Chambre7		17,6	2,8	Murale	FXAQ25A	1x2,8
	R+3	Chambre1	14,3	2,3	Murale	FXAQ25A	1x2,8
		Chambre2	14,3	2,3	Murale	FXAQ25A	1x2,8
		Chambre3	14,3	2,3	Murale	FXAQ25A	1x2,8
		Chambre4	17,4	2,7	Murale	FXAQ25A	1x2,8
		Chambre5	17,8	2,7	Murale	FXAQ25A	1x2,8
		Chambre6	17,9	2,8	Murale	FXAQ25A	1x2,8
		Chambre7	19,3	2,9	Murale	FXAQ32A	1x3,6

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe XI: configuration des liaisons frigorifiques entre les unités intérieures et extérieures



Bâtiment Tertiaire 1(R+2 et R+3)

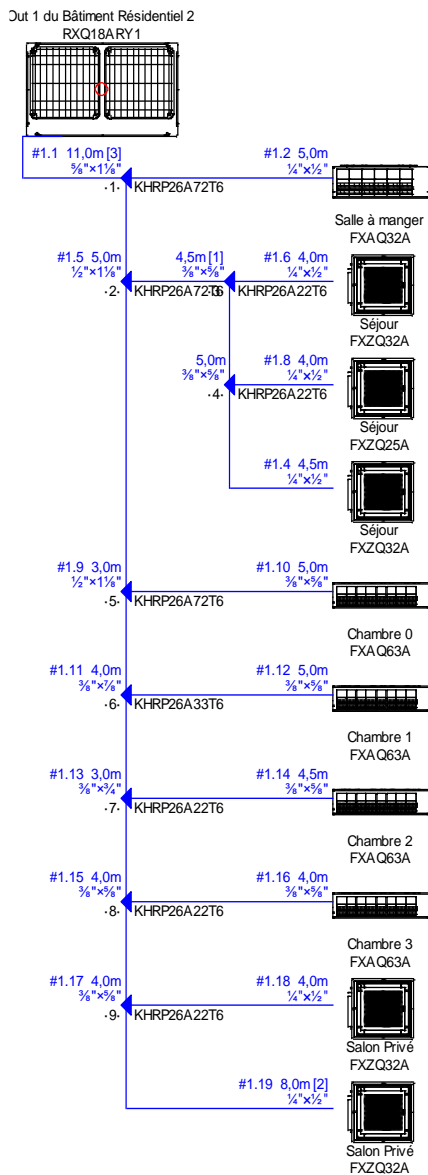
Charge de réfrigérant standard usine = 7,4 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = 17,0 m(ϕ 1/2")
 $\times 0,11 + 52,5 \text{ m}(\phi$ 1/4") $\times 0,022 + 26,0 \text{ m}(\phi$ 3/8") \times
 $0,057 + A + B = 5,5 \text{ kg}$

A [Taux 101 %, longueur réelle 50,0 m] = 1,0 kg

B [14HP] = 0,0 kg

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Bâtiment Résidentiel 2

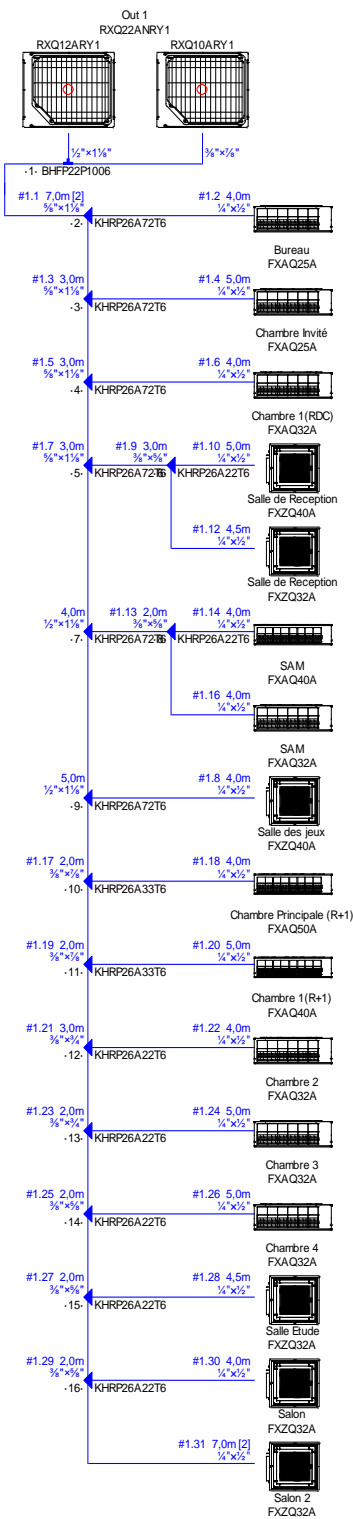
Charge de réfrigérant standard usine = 8,4 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = $11,0 \text{ m}(\phi^{\frac{5}{8}''}) \times 0,17 + 29,5 \text{ m}(\phi^{\frac{1}{4}''}) \times 0,022 + 8,0 \text{ m}(\phi^{\frac{1}{2}''}) \times 0,11 + 43,0 \text{ m}(\phi^{\frac{3}{8}''}) \times 0,057 + A + B = 6,8 \text{ kg}$

A [Taux 96 %, longueur réelle 42,0m] = 1,0 kg

B [18HP] = 0,0 kg

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Bâtiment Résidentiel 3

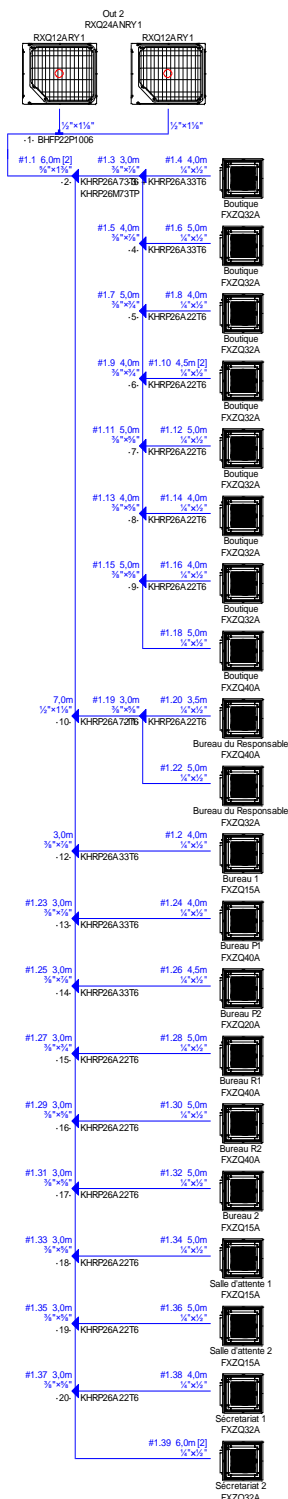
Charge de réfrigérant standard usine = 13,5 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = $16,0 \text{ m}(\phi^{5/8"}) \times 0,17 + 73,0 \text{ m}(\phi^{1/4"}) \times 0,022 + 20,0 \text{ m}(\phi^{3/8"}) \times 0,057 + 9,0 \text{ m}(\phi^{1/2"}) \times 0,11 + A + B = 8,5 \text{ kg}$

A [Taux 98 %, longueur réelle 47,0 m] = 2,0 kg

B [22HP] = 0,0 kg

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

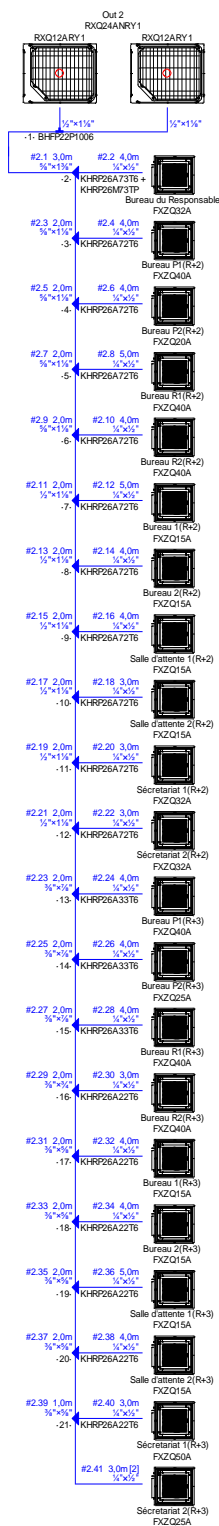


Bâtiment Tertiaire 2(RDC et R+1)

Charge additionnelle de réfrigérant = $6,0 \text{ m}(\varnothing 5/8") \times 0,17$
 $+ 91,5 \text{ m}(\varnothing 1/4") \times 0,022 + 60,0 \text{ m}(\varnothing 3/8") \times 0,057 +$
 $7,0 \text{ m}(\varnothing 1/2") \times 0,11 + A + B = 9,2 \text{ kg}$

A [Taux 99 %, longueur réelle 46,0 m] = 2,0 kg
 B [24HP] = 0,0 kg

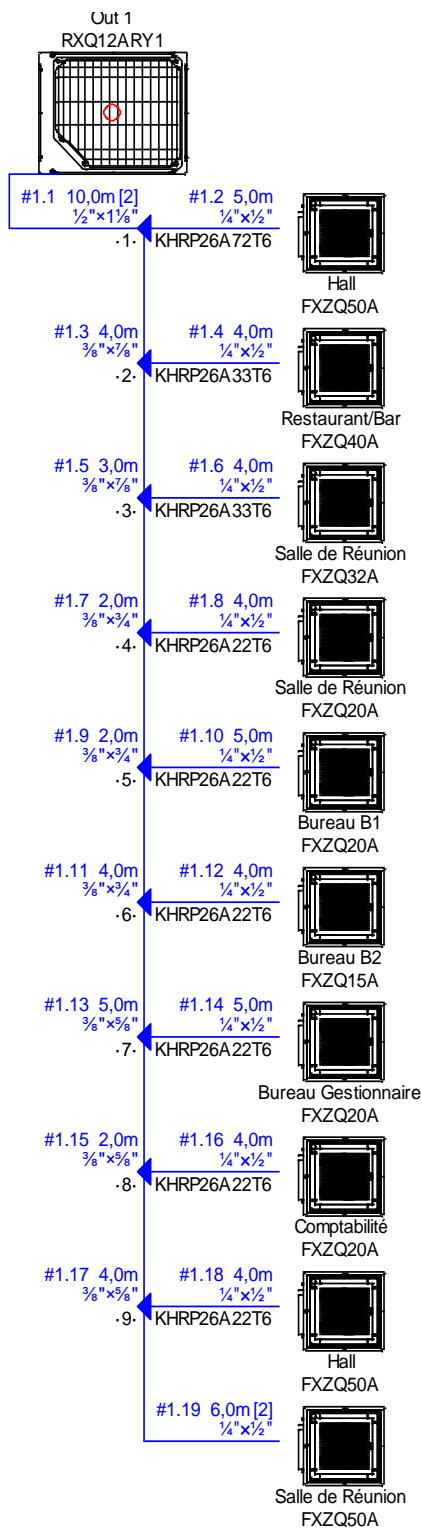
Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Bâtiment Tertiaire2(R+2 et R+3)

Charge de réfrigérant standard usine = 13,6 kg
 Charge additionnelle de réfrigérant = $11,0 \text{ m}(\phi^{5/8}) \times 0,17 + 81,0 \text{ m}(\phi^{1/4}) \times 0,022 + 17,0 \text{ m}(\phi^{3/8}) \times 0,057 + 12,0 \text{ m}(\phi^{1/2}) \times 0,11 + A + B = 7,9 \text{ kg}$
 A [Taux 96%, longueur réelle 43,0 m] = 2,0 kg
 B [24HP] = 0,0 kg

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Bâtiment Tertiaire 3(RDC et R+1)

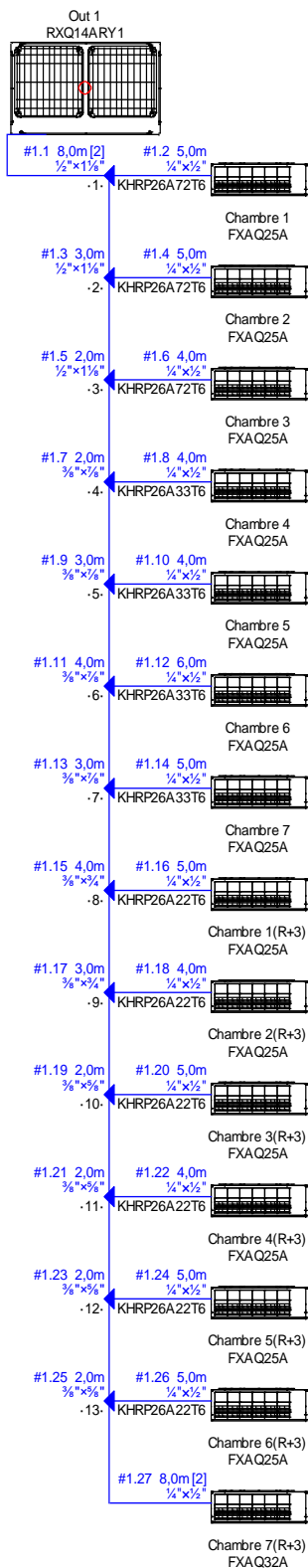
Charge de réfrigérant standard usine = 6,8 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = $10,0 \text{ m}(\phi 1/2") \times 0,11 + 45,0 \text{ m}(\phi 1/4") \times 0,022 + 26,0 \text{ m}(\phi 3/8") \times 0,057 + A + B = 5,1 \text{ kg}$

A [Taux 105%, longueur réelle 42,0 m] = 1,5 kg

B [12HP] = 0,0 kg

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Bâtiment Tertiaire 3(R+2 et R+3)

Charge de réfrigérant standard usine = 7,4 kg

Charge additionnelle de réfrigérant = $13,0 \text{ m}(\phi 1/2") \times 0,11 + 69,0 \text{ m}(\phi 1/4") \times 0,022 + 27,0 \text{ m}(\phi 3/8") \times 0,057$

+ A + B = 5,5 kg

A [Taux 102 %, longueur réelle 48,0 m] = 1,0 kg

B [14HP] = 0,0 kg

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe XII: Bilan économique des bâtiments résidentiels

Type de modèle BR1 VRV	Nom du modèle	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
Groupe extérieur	RXQ10A	u	1	5 125 790	5125790
	RXQ12A	u	1	6 150 950	6150950
Unité intérieure	FXAQ32A	u	2	374 425	748850
	FXAQ40A	u	4	421 600	1686400
	FXAQ50A	u	4	546200	2184800
	FXAQ63A	u	1	611900	611900
	FXFQ63B	u	1	845000	845000
Refnet	KHRP26A22T6	u	4	46800	187200
	KHRP26A33T6	u	2	46800	93600
	KHRP26A72T6	u	5	64300	321500
Tuyauterie de cuivre	Tuyauterie ø ¼"	m	50	795	39750
	Tuyauterie ø ⅜"	m	31	1411	43741
	Tuyauterie ø ½"	m	57	1280	72960
	Tuyauterie ø ⅝"	m	35	1020	35700
	Tuyauterie ø ¾"	m	4	300	1200
	Tuyauterie ø ⅞"	m	5	450	2250
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	20	550	11000
Armaflex	Tuyauterie ø ¼"	m	50	795	39750
	Tuyauterie ø ⅜"	m	31	1411	43741
	Tuyauterie ø ½"	m	57	1280	72960
	Tuyauterie ø ⅝"	m	35	1020	35700
	Tuyauterie ø ¾"	m	4	300	1200
	Tuyauterie ø ⅞"	m	5	450	2250
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	20	550	11000
Total HT	18369192				

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Type de modèle BR2 VRV	Nom du modèle	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
Groupe extérieur	RXQ18A	u	1	8456955	8456955
Unité intérieure	FXAQ32A	u	1	374425	374425
	FXAQ63A	u	4	611900	2447600
	FXZQ25A	u	1	710000	710000
	FXZQ32A	u	4	785000	3140000
Refnet	KHRP26A22T6	u	5	46800	234000
	KHRP26A33T6	u	1	46800	46800
	KHRP26A72T6	u	3	64300	192900
Tuyauterie de cuivre	Tuyauterie ø ¼"	m	29,5	795	23452,5
	Tuyauterie ø ⅜"	m	43	1411	60673
	Tuyauterie ø ½"	m	37,5	1280	48000
	Tuyauterie ø ⅝"	m	47	1020	47940
	Tuyauterie ø ¾"	m	3	300	900
	Tuyauterie ø ⅞"	m	4	450	1800
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	19	550	10450
Armaflex	Tuyauterie ø ¼"	m	29,5	795	23452,5
	Tuyauterie ø ⅜"	m	43	1411	60673
	Tuyauterie ø ½"	m	37,5	1280	48000
	Tuyauterie ø ⅝"	m	47	1020	47940
	Tuyauterie ø ¾"	m	3	300	900
	Tuyauterie ø ⅞"	m	4	450	1800
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	19	550	10450
Total HT					15989111

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Type de modèle BR3 VRV	Nom du modèle	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
Groupe extérieur	RXQ10A	u	1	5125790	5125790
	RXQ12A	u	1	6150950	6150950
Unité intérieure	FXAQ25A	u	2	321540	643080
	FXAQ32A	u	5	374425	1872125
	FXAQ40A	u	2	421600	843200
	FXAQ50A	u	1	546200	546200
	FXZQ32A	u	4	785000	3140000
	FXZQ40A	u	2	820000	1640000
Refnet	KHRP26A22T6	u	7	46800	327600
	KHRP26A33T6	u	2	46800	93600
	KHRP26A72T6	u	6	64300	385800
Tuyauterie de cuivre	Tuyauterie ø ¼"	m	73	795	58035
	Tuyauterie ø ⅜"	m	20	1411	28220
	Tuyauterie ø ½"	m	82	1280	104960
	Tuyauterie ø ⅝"	m	27	1020	27540
	Tuyauterie ø ¾"	m	5	300	1500
	Tuyauterie ø ⅞"	m	4	450	1800
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	25	550	13750
Armaflex	Tuyauterie ø ¼"	m	73	795	58035
	Tuyauterie ø ⅜"	m	20	1411	28220
	Tuyauterie ø ½"	m	82	1280	104960
	Tuyauterie ø ⅝"	m	27	1020	27540
	Tuyauterie ø ¾"	m	5	300	1500
	Tuyauterie ø ⅞"	m	4	450	1800
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	25	550	13750
Total HT					21239955

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe XIII: Bilan économique des Bâtiments Tertiaires

Type de modèle BT1 VRV	Nom du modèle	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
Groupe extérieur	RXQ14A	u	2	6577631	13155262
Unité intérieure	FXZQ20A	u	2	588700	1177400
	FXZQ25A	u	1	710000	710000
	FXZQ32A	u	13	785000	10205000
	FXZQ40A	u	6	820000	4920000
Refnet	KHRP26A22T6	u	12	46800	561600
	KHRP26A33T6	u	4	46800	187200
	KHRP26A72T6	u	4	64300	257200
Tuyauterie de cuivre	Tuyauterie ø ¼"	m	105,5	795	83872,5
	Tuyauterie ø ⅜"	m	62	1411	87482
	Tuyauterie ø ½"	m	132,5	1280	169600
	Tuyauterie ø ⅝"	m	36	1020	36720
	Tuyauterie ø ¾"	m	11	300	3300
	Tuyauterie ø ⅞"	m	15	450	6750
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	27	550	14850
Armaflex	Tuyauterie ø ¼"	m	105,5	795	83872,5
	Tuyauterie ø ⅜"	m	62	1411	87482
	Tuyauterie ø ½"	m	132,5	1280	169600
	Tuyauterie ø ⅝"	m	36	1020	36720
	Tuyauterie ø ¾"	m	11	300	3300
	Tuyauterie ø ⅞"	m	15	450	6750
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	27	550	14850
Total HT					31978811

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Type de modèle BT2 VRV	Nom du modèle	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
Groupe extérieur	RXQ12A	u	4	6150950	24603800
	FXZQ15A	u	12	410000	4920000
Unité intérieure	FXZQ20A	u	2	588700	1177400
	FXZQ25A	u	2	710000	1420000
	FXZQ32A	u	13	785000	10205000
	FXZQ40A	u	11	820000	9020000
	FXZQ50A	u	1	887000	887000
Refnet	KHRP26A22T6	u	18	46800	842400
	KHRP26A33T6	u	8	46800	374400
	KHRP26A72T6	u	11	64300	707300
	KHRP26A73T6 + KHRP26M73TP	u	1	64300	64300
Tuyauterie de cuivre	Tuyauterie ø ¼"	m	172,5	795	137137,5
	Tuyauterie ø ⅜"	m	77	1411	108647
	Tuyauterie ø ½"	m	191,5	1280	245120
	Tuyauterie ø ⅝"	m	58	1020	59160
	Tuyauterie ø ¾"	m	14	300	4200
	Tuyauterie ø ⅞"	m	22	450	9900
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	27	550	14850
	Tuyauterie ø 1⅜"	m	9	64300	578700
Armaflex	Tuyauterie ø ¼"	m	172,5	795	137137,5
	Tuyauterie ø ⅜"	m	77	1411	108647
	Tuyauterie ø ½"	m	191,5	1280	245120
	Tuyauterie ø ⅝"	m	58	1020	59160
	Tuyauterie ø ¾"	m	14	300	4200
	Tuyauterie ø ⅞"	m	22	450	9900
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	27	550	14850
	Tuyauterie ø 1⅜"	m	9	64300	578700
Total HT	56537029				

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Type de modèle BT3 VRV	Nom du modèle	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
Groupe extérieur	RXQ12A	u	1	6150950	6150950
	RXQ14A	u	1	6577631	6577631
Unité intérieure	FXAQ25A	u	13	321540	4180020
	FXAQ32A	u	1	374425	374425
	FXZQ15A	u	1	410000	410000
	FXZQ20A	u	4	588700	2354800
	FXZQ32A	u	1	785000	785000
	FXZQ40A	u	1	820000	820000
	FXZQ50A	u	3	887000	2661000
Refnet	KHRP26A22T6	u	12	46800	561600
	KHRP26A33T6	u	6	46800	280800
	KHRP26A72T6	u	4	64300	257200
Tuyauterie de cuivre	Tuyauterie ø ¼"	m	114	795	90630
	Tuyauterie ø ⅜"	m	53	1411	74783
	Tuyauterie ø ½"	m	137	1280	175360
	Tuyauterie ø ⅝"	m	19	1020	19380
	Tuyauterie ø ¾"	m	15	300	4500
	Tuyauterie ø ⅞"	m	19	450	8550
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	23	550	12650
Armaflex	Tuyauterie ø ¼"	m	114	795	90630
	Tuyauterie ø ⅜"	m	53	1411	74783
	Tuyauterie ø ½"	m	137	1280	175360
	Tuyauterie ø ⅝"	m	19	1020	19380
	Tuyauterie ø ¾"	m	15	300	4500
	Tuyauterie ø ⅞"	m	19	450	8550
	Tuyauterie ø 1⅛"	m	23	550	12650
Total HT					26185132

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe XIV: Bilan économique des Bâtiments Résidentiels

Nom du modèle BR1 Mono-split	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
FTXM60N + RZAG60A	u	1	1442210	1442210
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FFA60A9 + RZAG60A	u	2	799100	1598200
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179000	1179000
FFA50A9 + RZAG50A	u	2	760000	1520000
Total HT	14786000			

Nom du modèle BR2 Mono-split	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FFA50A9 + RZAG50A	u	2	760000	1520000
FAA71A+RZAG71NV1	u	1	1570000	1570000
FAA71A+RZAG71NV1	u	1	1570000	1570000
FAA71A+RZAG71NV1	u	1	1570000	1570000
FAA71A+RZAG71NV1	u	1	1570000	1570000
FFA25A9+RXM25N9	u	3	732249	2196748
Total HT	11176738			

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Nom du modèle BR3 Mono-split	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM60N + RZAG60A	u	1	1442210	1442210
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM35N + RZAG35A	u	1	1179990	1179990
FTXM50N + RZAG50A	u	1	1311100	1311100
FFA35A9 + RXM35N9	u	1	1179990	1179990
FFA50A9 + RXM50N9	u	2	1245545	2491090
Total HT			21108710	

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe XV: Bilan économique des Bâtiments Tertiaires

Nom du modèle BT1 Mono-split	Unité	Quantité	Prix Unitaire HT en FCFA	Prix total HT en FCFA
FFA50A9 + RXM50N9	u	5	1245545	6227725
FFA25A9+RXM25N9	u	1	732249	732249
FFA35A9 + RXM35N9		4	983325	3933300
FFA35A9 + RXM35N9	u	2	983325	1966650
FFA35A9+RXM35N9	u	1	983325	983325
FFA25A9+RXM25N9		3	732249	2196748
FFA25A9 + RXM25N9	u	1	732249	732249,35
FFA35A9 + RXM35N9	u	1	983325	983325
FFA60A9 + RXM60N9	u	1	1442210	1442210
FFA35A9 + RXM35N9	u	1	983325	983325
FFA35A9 + RZAG35A	u	1	983325	983325
FFA35A9 + RXM35N9	u	1	983325	983325
FFA50A9 + RXM50N9	u	1	1245545	1245545
Total HT			23393302	

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

Annexe XVI: Grille tarifaire de la SONABEL

SOCIÉTÉ NATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DU BURKINA

DEPANNAGE
88 00 11 30 (N° Gratuit)

Société d'Etat au capital de 63 308 270 000 Francs CFA
Siège social : 55, Avenue de la Nation
01 B.P. 54 Ouagadougou 01
Té. : (226) 25 30 61 00 / 02 / 03 / 04 / Fax : (226) 25 31 03 40
Site web : www.sonabel.bf

DEPANNAGE
88 00 11 30 (N° Gratuit)



Grille tarifaire applicable à partir du 1er octobre 2023

Arrêté n° 2023 - /MEMC/MEFP/MDICAPME du.....

TENSION	Catégories et tranches tarifaires	FACTURATION DES CONSOMMATIONS				FRAIS D'ABONNEMENT TTC				
		Tarifs du kWh (F CFA)			Redevance mensuelle (F CFA)	Primes fixes mensuelle (F CFA)	Prépayé (F CFA)	Postpayé (F CFA)		
B A S S E T E N S I O N B T	MONOPHASE 2 FILS	Tarif type A (monophasé social)		Tranche 1 (0 à 75 kWh)	Tranche 2 (76 à 100 kWh)	Tranche 3 (plus de 100 kWh)				
		1A à 3A	75	120	130	1 132	0	1 229	3 375 + K	
		Tarif type B1 (monophasé normal)		Tranche 1 (0 à 50 kWh)	Tranche 2 (51 à 200 kWh)	Tranche 3 (plus de 200 kWh)				
		5A - 15A	36	102	109	457	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
		25A - 30A	36	102	109	764	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
		Tarif type B2 (monophasé spécial)		Tranche unique						
	5A - 15A		100			457	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
	25A - 30A		100			764	355 par Ampère	1 229	1 135 par Ampère + K	
	TRIPHASE 4 FILS	Tarif type C1 (triphase normal)		Tranche 1 (0 à 50 kWh)	Tranche 2 (51 à 200 kWh)	Tranche 3 (plus de 200 kWh)				
		10A - 15A	36	108	114	1 226	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K	
		20A - 30A	36	108	114	1 373	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K	
		Tarif type C2 (triphase spécial)		Tranche unique						
10A - 15A			100			1 226	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K	
20A - 30A			100			1 373	1 061 par Ampère	1 918	5 130 par Ampère + K	
POSTES HORAIRES	Tarif type D		Heures pleines (00h00 - 17h00)	Heures de pointe (17h00 - 24h00)						
	Tarif type D1 Non industriel		88	105	8 538	2 882 par kW		PS x 100 x 130 + K		
	Tarif type D2 Industriel		75	140	7 115	2 402 par kW		PS x 100 x 118 + K		
	Tarif type D3 Spécial		100	180	8 538	2 882 par kW		PS x 100 x 160 + K		
MOYENNE TENSION (MT)	Tarif type E		Heures pleines (00h00 - 17h00)	Heures de pointe (17h00 - 24h00)						
	Tarif type E1 Non industriel		64	139	8 538	5 903 par kW		PS x 100 x 118 + K		
	Tarif type E2 Industriel		54	118	7 115	5 366 par kW		PS x 100 x 118 + K		
	Tarif type E3 Spécial		100	180	8 538	5 903 par kW		PS x 100 x 160 + K		
INDUSTRIES EXTRACTIVES ET HAUTE TENSION (HT)	Tarif type G		Heures pleines (00h00 - 10h00)	Heures de pointe (10h00 - 24h00)						
	Tarif type G		70	140	7 115	5 366 par kW		PS x 100 x 155 + K		
ECLAIRAGE PUBLIC	Tarif type F		Tarif unique							
	5A - 15A mono		122			381				
	20A et plus mono		122			637				
	15A - 15A triphasé		122			1 022				
20A et plus triphasé		122			1 144					

NB - le tarif spécial est appliqué aux postes d'abonnement qui sont prises en charge par les banques et autres établissements financiers, les sociétés d'assurances, les compagnies de télécommunications, les institutions internationales, les ambassades et autres entités diplomatiques et les industries de l'Acti

ENSEMBLE AU SERVICE D'UNE GRANDE AMBITION

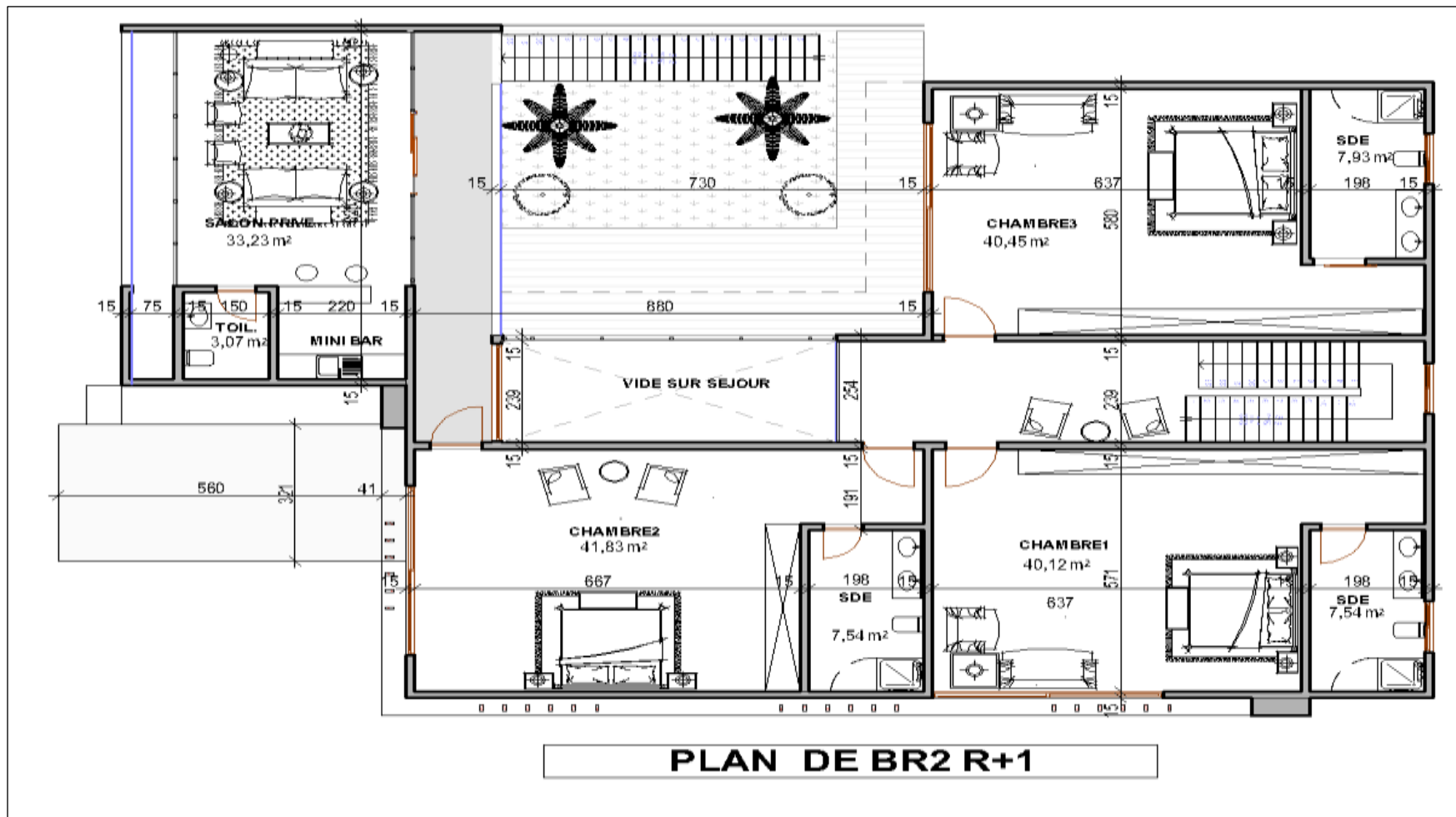
Annexe XVII: Plans des différents bâtiments



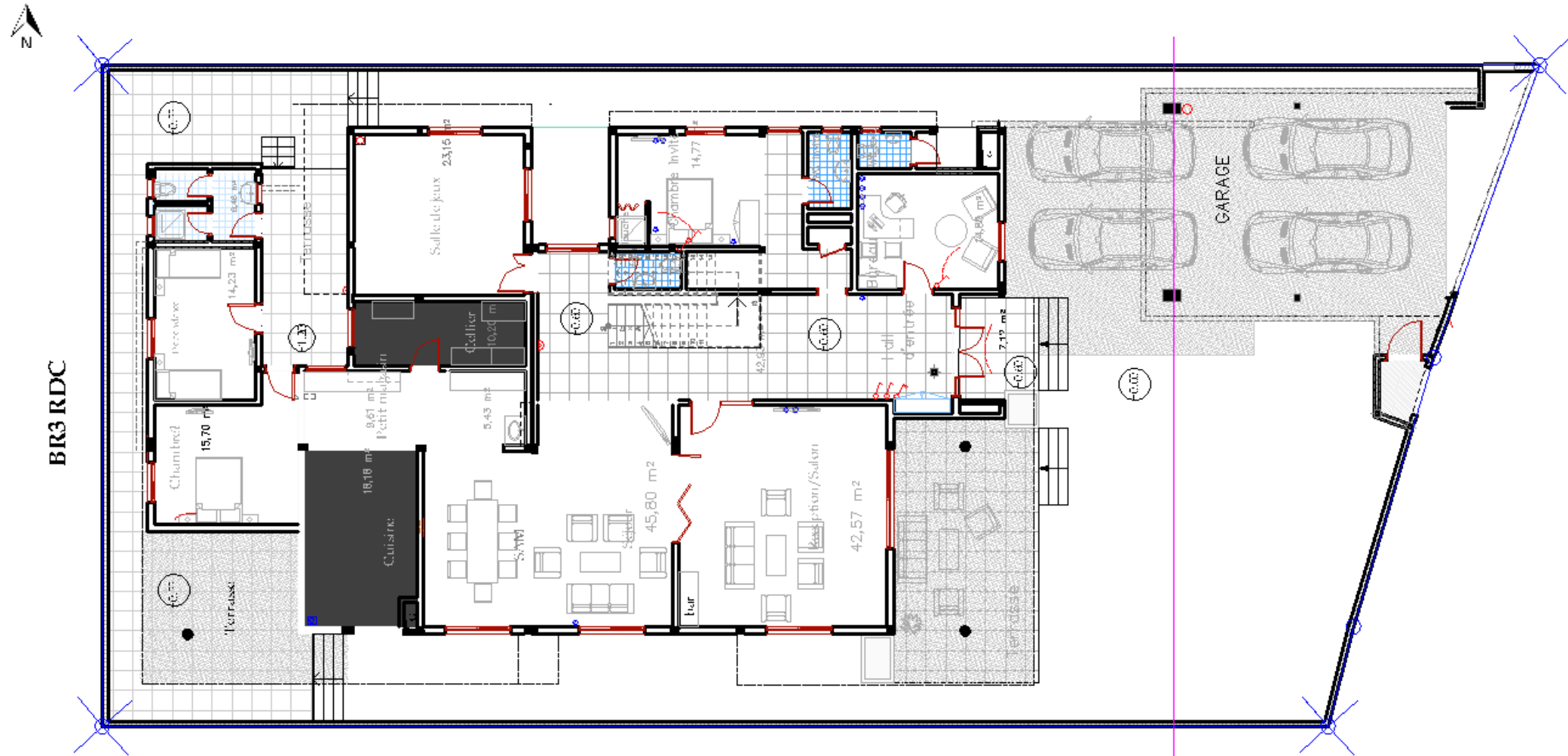
PLAN DE BR2 NIVEAU RDC

Plan du Bâtiment Résidentiel 2 niveau RDC

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

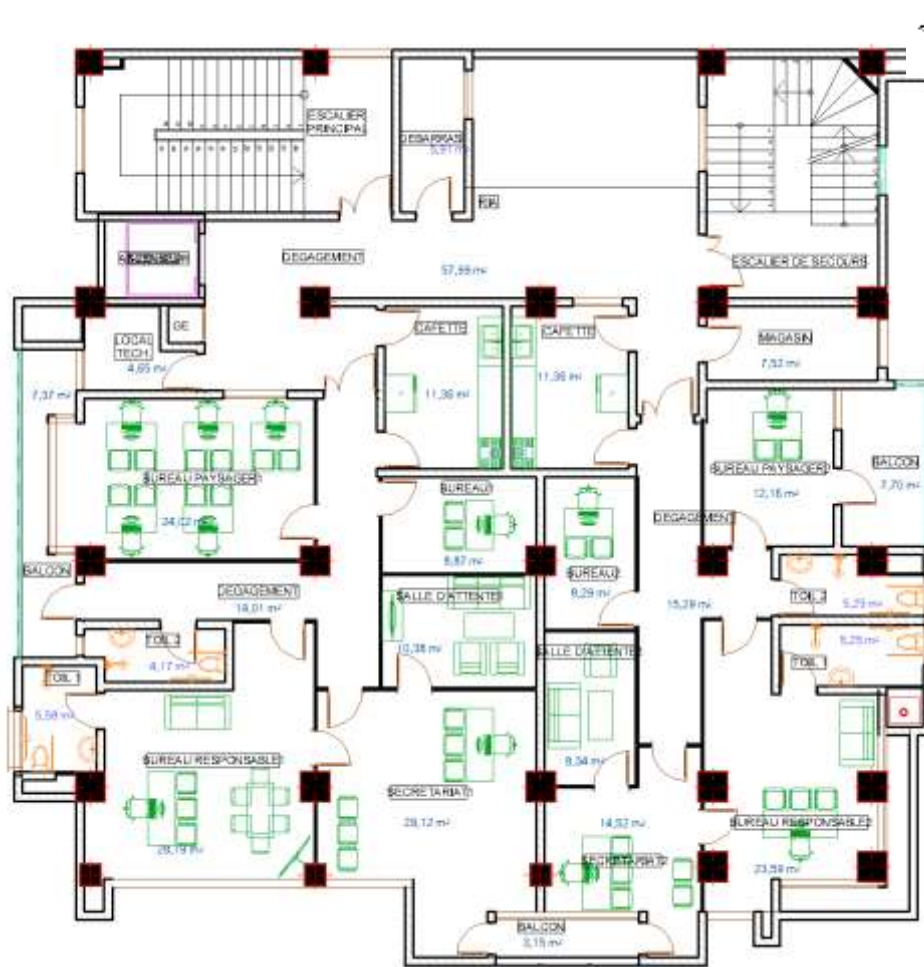


Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment

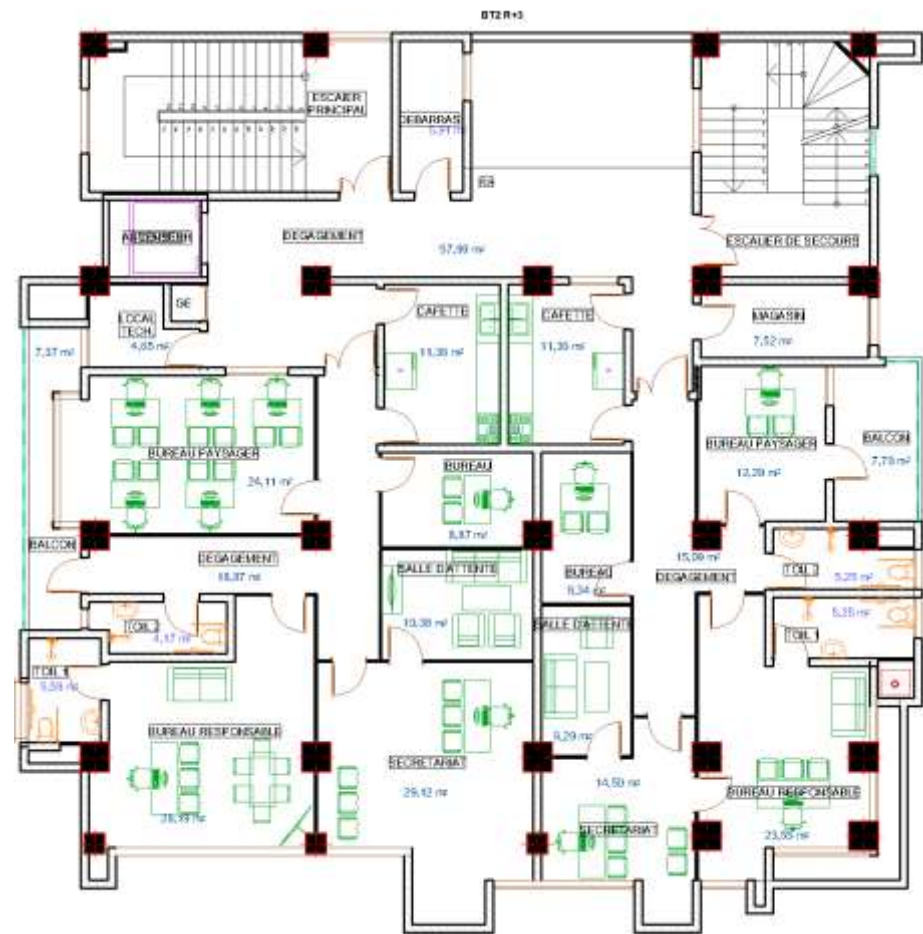


Plan du Bâtiment Résidentiel 3 niveau RDC

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Plan du Bâtiment Tertiaire 2 niveau R+2

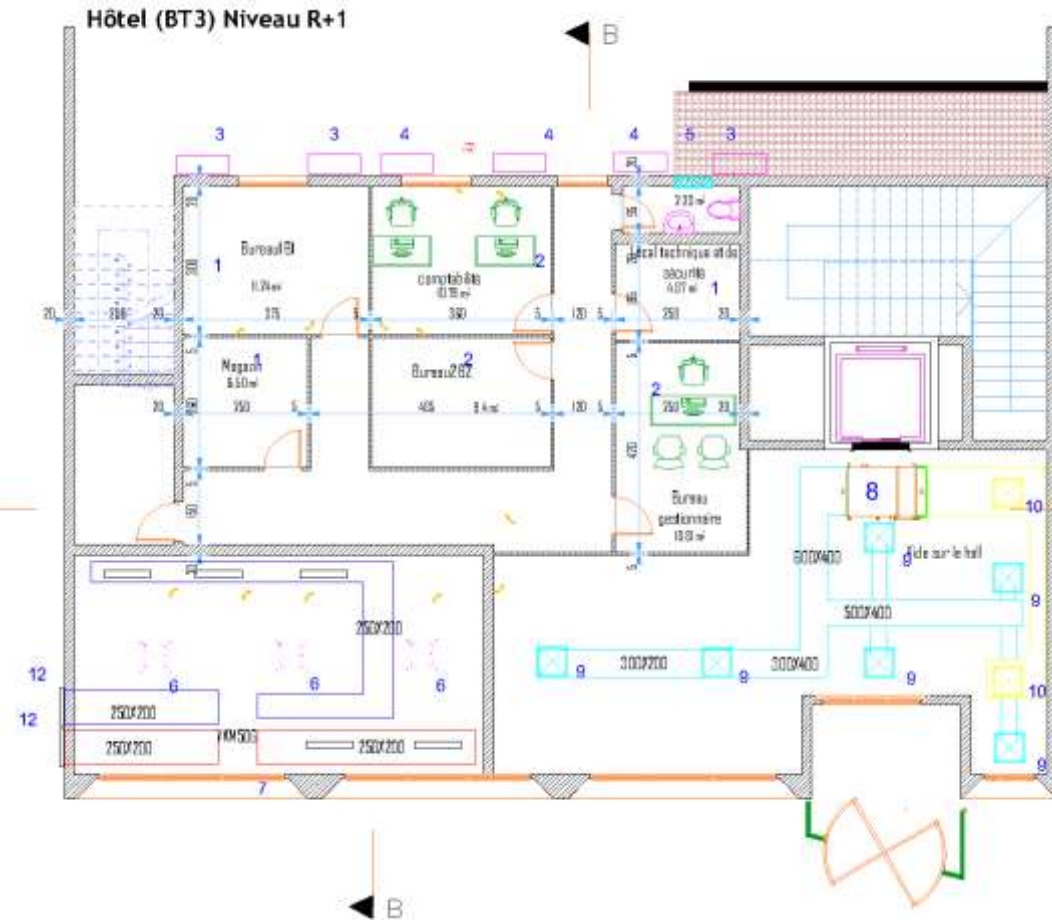


Plan du Bâtiment Tertiaire 2 niveau R+3

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Plan du Bâtiment Tertiaire 3 niveau RDC

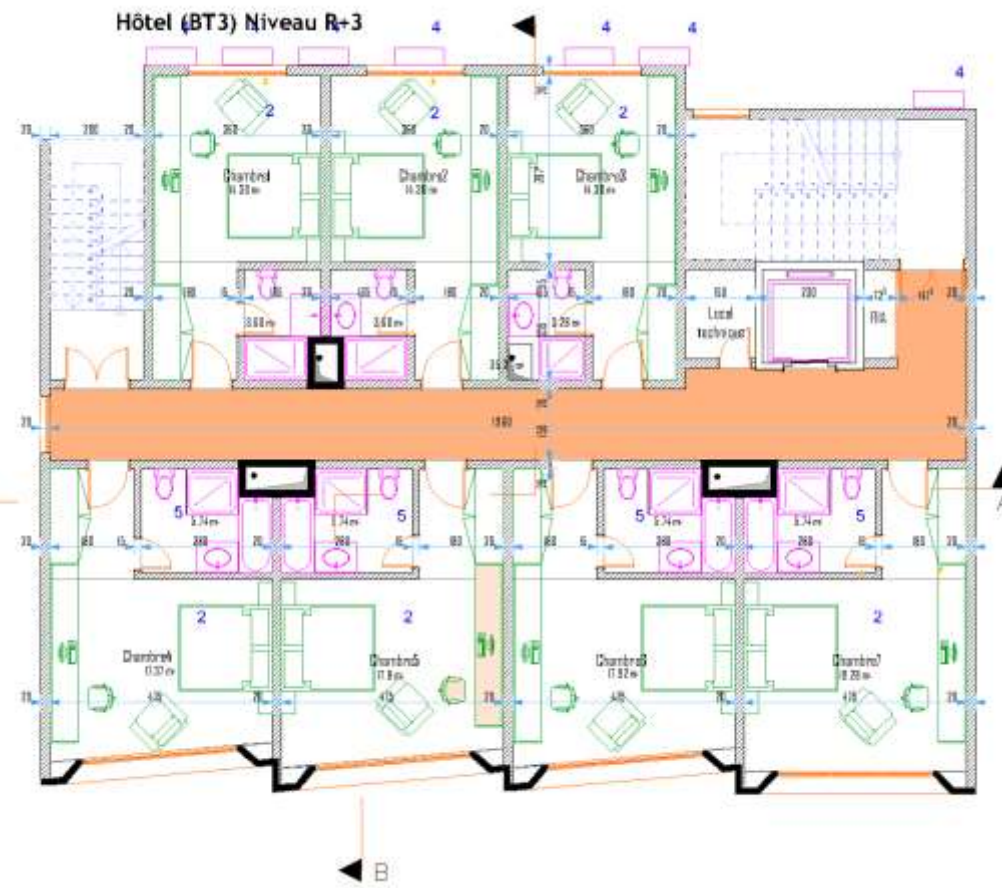


Plan du Bâtiment Tertiaire 3 niveau R+1

Dimensionnement de systèmes de climatisation mono-split et VRV pour 6 bâtiments : évaluation du coût d'investissement et du coût d'exploitation par système et par type de bâtiment



Plan du Bâtiment Tertiaire 3 niveau R+2



Plan du Bâtiment Tertiaire 3 niveau R+3