



CONCEPTION DU SYSTÈME DE CLIMATISATION DES BÂTIMENTS ADMINISTRATIFS DE L'AÉROPORT DE DONSIN

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER EN GÉNIE ÉLECTRIQUE ET ÉNERGÉTIQUE
SPÉCIALITÉ ÉNERGIES RENOUVELABLES

Présenté et soutenu publiquement le 01 Février 2022 par

OUATTARA Yasmine (2016 0083)

Directeur de mémoire : Ing. Jean Francis SEMPORE, Enseignant en procédés
frigorifiques 2iE

Maître de stage : Ing. Bettina TIENDREBEOGO, Responsable de la section climatisation

Structure (s) d'accueil du stage : SEEE

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr. Marie SAWADOGO

Membres et correcteurs : Dr.-Ing.habil. Kokouvi Edem N'TSOUKPOE
Dr. Sayon dite Sadio SIDIBE

Promotion [2021-2022]

DEDICACE

Je dédie ce mémoire accompagné d'un profond amour :

- A Dieu le Tout Puissant de m'avoir toujours accompagné durant mon parcours scolaire et m'a comblé de ses multiples bénédictions ;
- A mon père Issa OUATTARA, tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance pour son dévouement et ses sacrifices. Il a toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'épauler. Il est ma source d'inspiration ;
- A ma mère Fatoumata SANON, tous les mots ne pourraient témoigner ma gratitude et mon amour pour elle. Que Dieu la bénisse abondamment pour ses sacrifices, ses prières et son soutien à mon égard ;
- A mon frère Moubarak et mes sœurs Aoua, Djamila et Samira pour l'amour qu'ils me portent et pour leurs soutiens inconditionnels. Je leur souhaite une vie pleine de bonheur et de succès ;
- A la famille NASSA, de m'avoir accueilli avec amour et tendresse au sein de leur famille. Je leur témoigne toute ma reconnaissance et ma gratitude ;
- A l'ONG RES-PUBLICA pour tout le soutien moral et financier ;
- A mon meilleur ami Josué COULIBALY qui nous a quitté au moment de la finition de ce mémoire. J'aurai souhaité sa présence en ce moment de joie. Que Dieu lui accorde le repos éternel et que le paradis soit sa dernière demeure ;
- A mes ami(es) pour tout leur soutien moral et matériel. Je leur souhaite le succès et le bonheur.

REMERCIEMENTS

Je voudrais avant tout propos témoigner ma reconnaissance et ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce document. Mes sincères remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- Tout le corps professoral de l'Institution International de l'Eau et de l'Environnement (2iE) qui a contribué à ma formation durant les cinq dernières années ;
- Mon directeur de mémoire M. Francis SEMPORE, Ingénieure en procédé frigorifique à 2iE de m'avoir accordé son temps et son savoir pour la réalisation de ce mémoire ;
- M. Souleymane DIARRA, Directeur général de Société d'Études entreprise et d'Équipements de m'avoir accueilli à bras ouvert dans son entreprise et m'a permis de travailler dans sa dynamique équipe ;
- Mon maître de stage Mme Bettina TIENDREBEOGO, Ingénieur en froid et climatisation qui m'a prodigué ses multiples conseils, explications et critiques afin de toujours améliorer le travail ;
- À tous les travailleurs de SEEE, plus particulièrement M. Jean DRABO, M. Fidèle SORO, M. BANDAOGO Kader et Mme KIKONE Mariam pour leur conseil et leur soutien pour la bonne finition de ce travail.

RESUME

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la conception du système de climatisation des bâtiments administratifs de l'aéroport de Donsin. Dans le but d'assurer le confort thermique des occupants, il a été demandé de réaliser le dossier d'exécution du système à eau glacée (SEG). Il s'agit d'établir le bilan thermique afin de connaître la charge frigorifique des bâtiments. Ensuite de procéder au dimensionnement du SEG et proposer les solutions alternatives de climatisation que sont le split et le VRV. Enfin de réaliser une étude comparative sur le plan technico-économique en vue de choisir le système le plus économique, écologique et le moins énergivore.

Il ressort après la détermination du bilan, une charge thermique de 1 018 kW avec un ratio de climatisation de 233 W·m². Ensuite, il est choisi au total 253 unités intérieures et extérieures pour le SEG ; 211 pour le split et 280 pour le VRV.

De plus, en matière de coût d'investissement, le SEG est plus coûteux par rapport aux deux systèmes avec un coût de 730 869 200 FCFA, puis vient le VRV qui est de 483 860 300 FCFA et enfin le split avec un coût de 327 445 200 FCFA. Mais en termes de coût d'exploitation, le VRV le plus intéressant, car il demande moins de coûts d'entretien et de maintenance de ses équipements. Aussi, en termes de performance, le VRV est meilleur car ayant un coefficient de performance frigorifique (EER) de 4,05 par rapport au split qui est de 3,60. Enfin sur le plan environnemental, le système VRV présente un faible taux d'émission de CO₂ d'environ 11 146 tonnes/an puis vient le SEG avec un taux de 11 616 tonnes/an et enfin le split avec 13 409 tonnes/an.

A la fin de l'étude, il ressort que le meilleur système de climatisation pour les bâtiments administratifs est la solution VRV.

Mots clés

1- Bilan thermique

2- Système à eau glacée

3- VRV

4- Split

5- Aéroport de Donsin

ABSTRACT

The present study is part of the design of the air conditioning system of the administrative buildings of the Donsin airport. In order to ensure the thermal comfort of the occupants, it was asked to carry out the execution file of the chilled water system (SEG). It is a question of establishing the thermal balance in order to know the refrigerating load of the buildings. Then to proceed to the dimensioning of the SEG and to propose the alternative solutions of air-conditioning that are the split and the VRV. Finally, to carry out a comparative study on the technical-economic level in order to choose the most economical, ecological and least energy consuming system.

After determining the balance sheet, a thermal load of 1,018 kW with an air conditioning ratio of 233 W·m⁻² was determined. Then, a total of 253 indoor and outdoor units are selected for the SEG; 211 for the split and 280 for the VRV.

Moreover, in terms of investment cost, the SEG is more expensive than the two systems with a cost of 730 869 200 FCFA, then comes the VRV which is 483 860 300 FCFA and finally the split with a cost of 327 445 200 FCFA. But in terms of operating costs, the VRV is the most interesting, as it requires less maintenance and upkeep of its equipment. Also, in terms of performance, the VRV is better because it has a refrigeration coefficient of performance (EER) of 4,05 compared to the split which is 3,60. Finally, in terms of the environment, the VRV system has a low CO₂ emission rate of about 11,146 tons/year, followed by the SEG with a rate of 11,616 tons/year and finally the split with 13,409 tons/year.

At the end of the study, the best air conditioning system for administrative buildings is the VRV solution.

Key words

1- Heat balance;

2- Chilled water system;

3- VRV ;

4- Split ;

5- Donsin airport.

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
CTA	: Centrale de Traitement d'Air
EER	: Ratio de l'Efficacité Energétique
ETD	: Éléments Terminaux de Diffusion
FCS	: Facteur de chaleur sensible
GEG	: Groupe à Eau Glacée
HMT	: Hauteur Manométrique Totale
RDC	: Rez-De-Chaussée
SEEE	: Société d'Études et Entreprise d'Équipements
SEG	: Système à Eau Glacée
UE	: Unité intérieure
UI	: Unité extérieure
VRV	: Volume de Réfrigérant Variable

Nomenclature	Désignation	Unités
C_{Peau}	: Capacité thermique de l'eau	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
e	: Epaisseur	m
H	: Coefficient global d'échange thermique	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
h_e	: Coefficient de convection externe	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
h_i	: Coefficient de convection interne	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
H_l	: Enthalpie du local	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
H_s	: Enthalpie de soufflage	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
j	: Perte de charge unitaire	$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$
k	: Coefficient de conductivité thermique	$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
L	: Longueur	m
PDC_{lin}	: Perte de linéaire	Pa
PDC_{sing}	: Perte de charge singulière	m
PDC_{total}	: Perte de charge totale	m
P_f	: Puissance frigorifique	kW
Q_{as}	: Débit d'air soufflé	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
Q_{eau}	: Débit volumique de l'eau	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

q_m	: Débit massique d'air	$kg \cdot s^{-1}$
S	: Surface	m^2
V	: Vitesse	$m \cdot s^{-1}$
ρ_{eau}	: Masse volumique de l'eau	$kg \cdot m^{-3}$
ϑ_{air}	: Volume spécifique de l'air	$m^3 \cdot kg^{-1}$
ϕ_{sens}	: Charge sensible	kW
ξ	: Coefficient de singularité	
θ_s	: Température de soufflage	$^{\circ}C$

SOMMAIRE

Table des matières

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	v
SOMMAIRE.....	vii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	x
INTRODUCTION	1
I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE	2
I.1. Présentation de la structure d'accueil.....	2
I.2. Présentation de la zone d'étude	3
II. PRÉSENTATION DU PROJET ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	3
II.1. Contexte et présentation du projet	3
II.2. Objectif de l'étude.....	5
II.3. Généralité sur les systèmes de climatisation	5
III. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION.....	11
III.1. Bilan thermique	11
III.2. Méthodologie de dimensionnement du système à eau glacée	15
III.3. Méthode de dimensionnement du split système	18
III.4. Méthode de dimensionnement du VRV.....	18
IV. ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE.....	20
V.1. Résultats du bilan thermique	20
V.2. Critère de sélection des équipements de systèmes de climatisation	21
V.3. Choix des équipements du système à eau glacée	22
V.4. Choix des split systèmes.....	27
V.5. Choix des équipements pour la solution VRV	28
V. ÉTUDE DE FAISABILITÉ FINANCIÈRE	31
V.1. Les coûts d'investissement.....	31
V.2. Les coûts d'exploitation.....	32
VI. ÉTUDE COMPARATIVE TECHNICO-ECONOMIQUE DES 3 SYSTÈMES DE CLIMATISATION	33

VI.1. Comparaison sur le plan technique des trois systèmes	33
VI.2. Comparaison sur le plan économique	35
VI.3. Sur le plan environnemental	36
VI.4. Notation des systèmes étudiés	37
CONCLUSION	39
Bibliographie	40
Liste des annexes :	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques (earth, 2021)	13
Tableau 2 : Conditions extérieures et intérieures [7].....	13
Tableau 3 : Coefficients de convection K des parois [5] , [7]	13
Tableau 4 : Coefficients α , g, F [5].....	14
Tableau 5 : Débits de renouvellement d'air [8], [11]	14
Tableau 6 : Apports de chaleur dus aux occupants [8].....	15
Tableau 7 : Apport dû aux appareils électriques [11].....	15
Tableau 8 : choix de section des tuyauteries primaires	19
Tableau 9 : choix de section des tuyauteries secondaires.....	19
Tableau 10: Choix des raccords reflots	19
Tableau 11: Récapitulatif du bilan thermique	21
Tableau 12 : Sélection des ventilo-convecteurs pour le système à eau glacée	22
Tableau 13 : Choix des CTA	24
Tableau 14: Choix des GEG.....	26
Tableau 15 : Récapitulatif de choix des split systèmes des bâtiments administratifs	28
Tableau 16: Choix des unités intérieures du VRV	29
Tableau 17 : Choix des unités extérieures de la solution VRV	30
Tableau 18 : Évaluation des coûts d'investissement et d'exploitation du projet.....	32
Tableau 19 : Performance des trois systèmes.....	34
Tableau 20 : Évaluation de l'impact environnemental des systèmes étudiés	37
Tableau 21 : Détermination de la température extérieure [7].....	45
Tableau 22 : Détermination de l'humidité relative [7].....	45

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme SEEE Burkina Faso	2
Figure 2 : Situation géographique du projet (google earth,2021).....	3
Figure 3 : Un aperçu de l'aéroport de Donsin [14]	4
Figure 4 : Climatiseur de fenêtre (Francis SEMPORE, 2005)	5
Figure 5 : Schéma de principe du groupe à eau glacée [2].....	7
Figure 6 : Schéma de principe de la CTA [3].....	8
Figure 7 : Les différents types d'ETD [1]	9
Figure 8 : Split système et multi-split système (unité intérieure et extérieure).....	10
Figure 9 : Schéma de principe du système VRV [4]	11
Figure 10 : Raccordement des unités intérieures au système VRV (LATSCAD, 2021).....	20
Figure 11 : Performance des systèmes de climatisation étudiée	35
Figure 12 : Diagramme de comparaison des coûts.....	36
Figure 13 : Exemple de feuille de calcul de la méthode détaillée	42

INTRODUCTION

Depuis des décennies, la planète est menacée par un phénomène qui influence la température à la surface de la Terre : le réchauffement climatique. En effet, ce phénomène est dû principalement à l'activité humaine et à la production industrielle en particulier. Il a un impact négatif sur le bien-être des hommes et contribue à l'augmentation de la température terrestre. C'est alors que l'homme fait recours à la climatisation pour assurer son confort.

Ainsi, la climatisation se définit comme étant la technique qui consiste à modifier et à contrôler les conditions climatiques (température, humidité) d'un local pour des raisons de confort. De nos jours, on assiste à la conception de plusieurs systèmes de climatisation notamment les systèmes individuels et centralisés dont le but principal est d'assurer le bien-être des occupants.

Le Burkina Faso, plus particulièrement la ville de Ouagadougou est une zone à climat tropical désertique, caractérisé par un climat chaud et sec consacre une grande partie de son énergie aux seules fins de la climatisation afin de garantir le confort dans les habitations. En effet, la notion de confort thermique est une sensation ou une personne physique ne ressent ni chaud ni froid. Elle dépend de plusieurs facteurs comme la température, l'humidité et le renouvellement d'air.

C'est dans cette optique qu'il nous a été demandé de concevoir un système de climatisation pour les bâtiments administratifs de l'aéroport de DONSIN. L'objectif, recherché par ce travail, est de dimensionner le système à eau glacée et de proposer des solutions alternatives de climatisation.

Pour mener à bien notre analyse, notre travail sera divisé en quatre parties que sont :

- La première partie consistera à calculer le bilan thermique de chaque local à climatiser
- La deuxième partie portera sur l'étude et le dimensionnement du système à eau glacée
- La troisième partie sera consacrée également à l'étude des solutions alternatives que sont le split système, le système VRV.
- Enfin, la dernière partie consistera à réaliser une comparaison technico-économique des trois systèmes.

Cette comparaison permettra de choisir parmi les trois systèmes de climatisation étudiés le système le plus performant, économique et le moins énergivore.

I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ÉTUDE

I.1. Présentation de la structure d'accueil

La société d'accueil dans laquelle s'est déroulé le stage de fin de cycle est la Société d'Études et Entreprise d'Équipements (SEEE), agence du Burkina. C'est une société internationale fondée en 1963 en Côte d'Ivoire avec pour but de répondre aux besoins des populations en matière de lot technique du bâtiment. Les principales activités menées à SEEE sont la climatisation, la plomberie, l'électricité, la maintenance, l'hydraulique, l'ascenseur, la chambre froide, la sécurité incendie. De nos jours, elle est présente dans plusieurs pays de l'Afrique à savoir le Mali, le Burkina Faso, le Niger, le Sénégal, le Togo et la Guinée-Bissau. Elle est en partenariat avec des fournisseurs de systèmes de climatisation tels que CIAT, DAIKIN, France Air.

La société SEEE Burkina est basée à Ouagadougou sur l'avenue Zoalga au secteur N° 8 Gounghin, lot 328 et parcelle A. Sa boîte postale est la suivante : BP 461 Ouagadougou ; téléphone : (00226) 25 34 40 20 ; fax : (00226) 25 34 40 21 ; email : seeebf@yahoo.fr

Elle est actuellement dirigée par **M. DIARRA Souleymane** ; l'organigramme de la société est illustré par la figure ci-dessous :

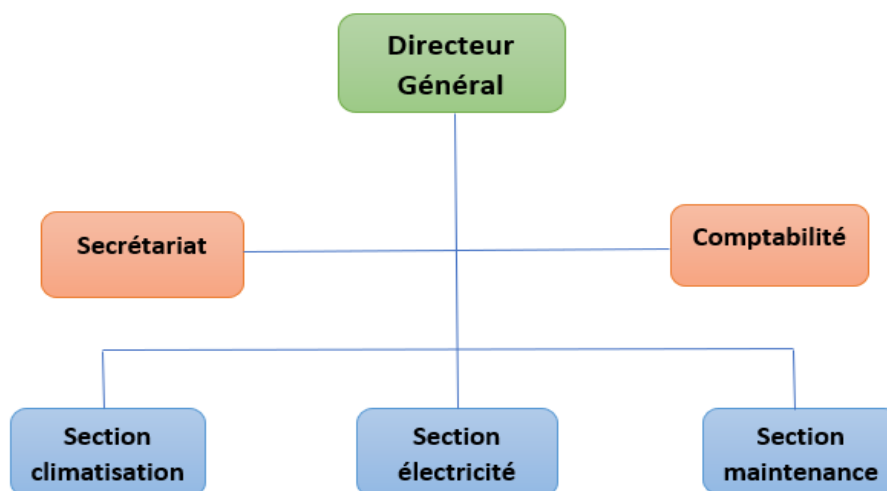


Figure 1 : Organigramme SEEE Burkina Faso

I.2. Présentation de la zone d'étude

La construction de l'aéroport international de Donsin est un projet qui sera implanté à 35 km au Nord de la ville de Ouagadougou plus précisément dans la commune de Donsin. Ses coordonnées géographiques sont de 12° 34'N (Lat) et de 1° 28'O (Long) sur une altitude de 286 m. L'espace réservé pour la construction du futur aéroport est de 4 400 ha.



Figure 2 : Situation géographique du projet (google earth,2021)

II. PRÉSENTATION DU PROJET ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE

II.1. Contexte et présentation du projet

Le Burkina Faso est un pays enclavé avec un trafic aérien important. Il est doté d'un grand aéroport international situé au cœur de la ville de Ouagadougou avec un risque d'insécurité pour la population. C'est ainsi que l'État burkinabè dans le souci d'améliorer la sécurité des personnes et la sûreté des activités aéronautiques décide de lancer en 2013 le projet de construction de l'aéroport international de Donsin. Dans le cadre de ce projet, l'entreprise SEEE est responsable de l'exécution des travaux de climatisation des bâtiments administratifs. La conception du système de climatisation de ces bâtiments repose sur un système à eau glacée. Cependant dans le cadre de la présente étude, il s'agira de préciser la conception relative à cette solution et de proposer des solutions alternatives (VRV, split système, monobloc).

Les bâtiments administratifs de l'aéroport de Donsin sont un ensemble constitué de sept bâtiments que sont :

- Le centre médico-social, composé de plusieurs bureaux : le bureau du médecin, le bureau d'infirmier, le bureau du dentiste, les salles de soins, la salle de détente, la salle de consultation, les locaux pharmaceutiques et de stockage, etc.
- La police constituée de plusieurs bureaux et salles, dont le bureau du directeur, le bureau de secrétaire, la salle de détente, le hall, etc.
- La gendarmerie nationale composée de trois bâtiments repartis indépendamment et connus sous les noms de gendarmeries nationale bloc A, B et C. Le bloc A est un bâtiment à quatre niveaux tandis que les bâtiments bloc B et C sont en RDC. Ils sont composés du bureau du commandant, du bureau adjudant escadron, bureau commandant peloton, la salle de garde, la salle de réflexion, la salle de repos, la salle de réunion, etc.
- La direction générale des douanes comprend la section de vérification, le bureau archives, le bureau du chef, le bureau de l'adjoint, la salle de réunion, le hall d'accueil, etc.
- Le bureau ANAC comprend plusieurs bureaux dont le bureau du secrétaire de direction, le bureau double et individuel, la salle de réunion, la salle archives, etc.

La figure 3 présente un aperçu de l'aéroport de Donsin à la fin des travaux.



Figure 3 : Un aperçu de l'aéroport de Donsin [14]

II.2. Objectif de l'étude

L'objectif recherché pour cette étude est de dimensionner le système à eau glacée puis de proposer par la suite des solutions alternatives de climatisation (split, VRV) au SEG pour les bâtiments administratifs. De manière spécifique, il s'agit de :

- Établir le bilan thermique des bâtiments administratifs
- Réaliser l'étude et le dimensionnement du système à eau glacée
- Étudier les solutions alternatives de climatisation
- Effectuer une comparaison des différentes solutions de climatisation sur le volet technico-économique.

II.3. Généralité sur les systèmes de climatisation

De nos jours, il existe plusieurs systèmes de climatisation qui participent au confort thermique des occupants. Suivant le mode d'apport de l'air neuf, le mode de distribution de l'air et le médium de transfert [1], nous pouvons classer le système en deux types : les systèmes de climatisation individuelles et les systèmes de climatisation centralisés.

II.3.1. Les systèmes de climatisation individuelles

Comme leur nom l'indique, ce sont les systèmes composés d'une unité extérieure alimentant une unité intérieure. Ils sont destinés au refroidissement des locaux et adaptés aux applications résidentielles et bureautiques. Ces systèmes comprennent : les climatiseurs de fenêtre ou Windows, les armoires de climatisation et les split système.

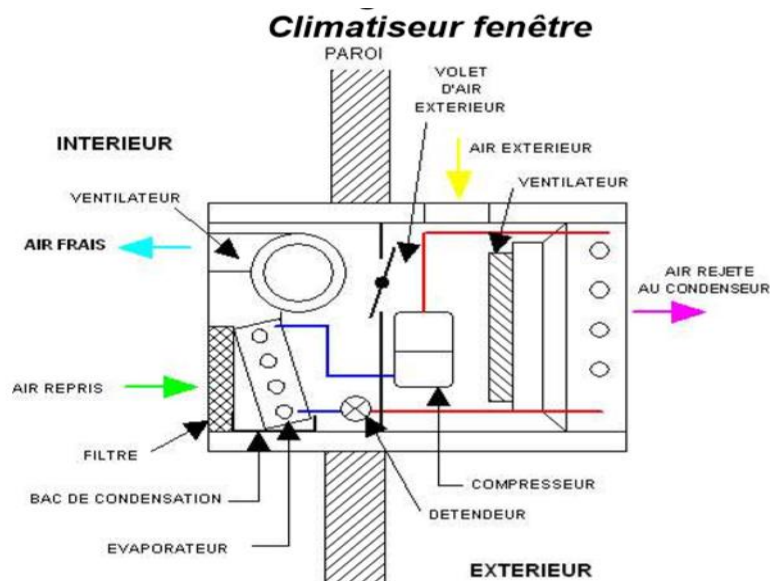


Figure 4 : Climatiseur de fenêtre (Francis SEMPORE, 2005)

Comme le montre la figure 4 les climatiseurs de fenêtre sont des appareils en un seul bloc dont une partie du bloc se trouve à l'intérieur du local à climatiser et l'autre partie à l'extérieur. Ils sont utilisés pour conditionner l'air des petits locaux (bureaux, chambres, etc.). Par contre, les armoires de climatisation sont des appareils destinés généralement pour le conditionnement des locaux techniques (salle informatique), mais aussi pour la climatisation de confort.

II.3.2. Les systèmes de climatisations centralisées

Ces systèmes sont conçus pour la climatisation de plusieurs locaux ou des grandes salles recevant du public (hall, salle de conférence, salle de réunion). Ils sont constitués d'une unité extérieure placée en local technique ou à l'air libre et reliés à plusieurs unités intérieures placées dans les locaux à climatiser. Leurs réseaux de gaines passent par les faux plafonds pour des raisons d'esthétiques.

Il existe 3 systèmes de climatisation centralisés que sont : les systèmes à eau glacée, les monoblocs de toiture ou roof top et les VRV.

Au vu de tous ces systèmes cités ci-dessus, le système proposé dans le cahier des charges pour la climatisation des bâtiments administratifs de l'aéroport de Donsin est celui de l'eau glacée. Il est écologique du point de vue environnemental, car il utilise l'eau en grande partie comme fluide caloporteur. En plus du système à eau glacée, il sera question de proposer l'étude des solutions de climatisation afin de déterminer la solution la plus économique. Ces solutions peuvent être :

- Le split système
- Le VRV

En plus de ces systèmes cités ci-dessus, il existe une autre solution de climatisation appelée le monobloc ou roof top. Ce système ne fera pas l'objet de notre étude, car étant utilisé pour le refroidissement des grandes salles telles que les salles de cinéma, les salles de conférences, les supermarchés, etc.

II.3.2.1. Le système à eau glacée

Le système à eau glacée est un système de climatisation composé de plusieurs parties que sont :

- Un groupe frigorifique composé de circuit frigorifique
- Un réseau hydraulique constitué d'un ensemble de conduits en acier ou en PVC, des vannes, d'une pompe de circulation, de manomètre, de thermostat, etc.

- Des unités de distribution d'air composées de ventilo-convecteurs prévus pour le refroidissement des bureaux et les CTA pour les salles de réunion, les halls, etc.
- Un ballon tampon
- Une tour de refroidissement

La production d'eau glacée est obtenue par détente directe du fréon au niveau d'un évaporateur. L'eau glacée ainsi obtenue est véhiculée par des pompes à travers un réseau de tuyauterie isolée jusqu'aux éléments terminaux pour l'utilisation (ventilo-convecteurs, CTA). Les organes de régulation permettent de maintenir le système en fonctionnement. Ainsi pour la climatisation des locaux, il sera maintenu un régime d'eau compris entre 7 et 12 °C.

Au niveau des terminaux, l'eau produite à 7 °C échangent ses calories avec l'air à travers un échangeur. De cet échange, l'eau passe de 7 à 12 °C permettant ainsi à l'air de souffler à 14 °C entraînant le conditionnement de la salle. Ce cycle repris plusieurs fois permet d'obtenir la température souhaitée.

Les groupes frigorifiques peuvent être soit à condenseur à air ou à condenseur à eau en fonction des conditions climatiques du pays. Dans le cas de notre étude, les groupes seront à condenseur à eau et muni d'une tour de refroidissement. Aussi le groupe peut être associé à un accumulateur de froid appelé ballon tampon (facultatif) qui assure le stockage du froid. La figure 5 montre le schéma de principe du système à eau glacée. À la suite de notre travail, il sera question d'aborder l'étude des ventilo-convecteurs, des CTA et des éléments terminaux de diffusion d'air (ETD) pour notre système.

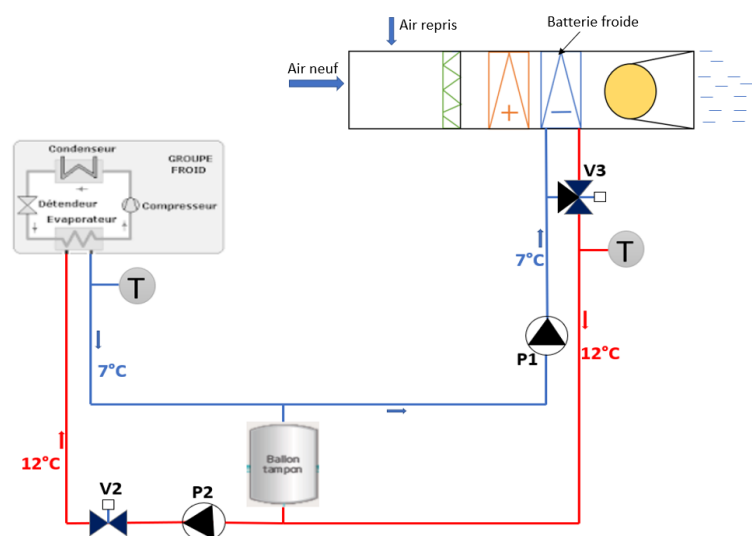


Figure 5 : Schéma de principe du groupe à eau glacée [2]

II.3.2.1.1. Centrale de traitement d'air (CTA)

La CTA est un appareil destiné au conditionnement d'air ou au refroidissement des locaux. Elle est constituée de plusieurs composants que sont : un caisson de mélange, des filtres, un registre, une batterie froide, un ventilateur de soufflage et de reprise, des thermostats, etc. Chacun de ces éléments joue un rôle important dans le fonctionnement de la centrale.

Le principe de fonctionnement de la CTA pour notre étude est la suivante : elle prend l'air neuf (air ambiant), l'introduit dans le caisson et le mélange avec de l'air recyclé. Le mélange obtenu est filtré puis refroidit à l'aide d'une batterie froide (élément en bleu). L'air ainsi traité est insufflé dans les locaux grâce à des réseaux de conduites et d'appareils terminaux de diffusion. L'air du local traité est repris par un ventilateur de reprise ; une partie de l'air est recyclé et l'autre partie (air vicié) rejetée à l'extérieur. Pour notre étude, la CTA sera associée à un groupe à eau glacée pour assurer le refroidissement des certaines salles (salle de réunion, halls). Voir le schéma de principe de fonctionnement de la CTA sur la figure 6.

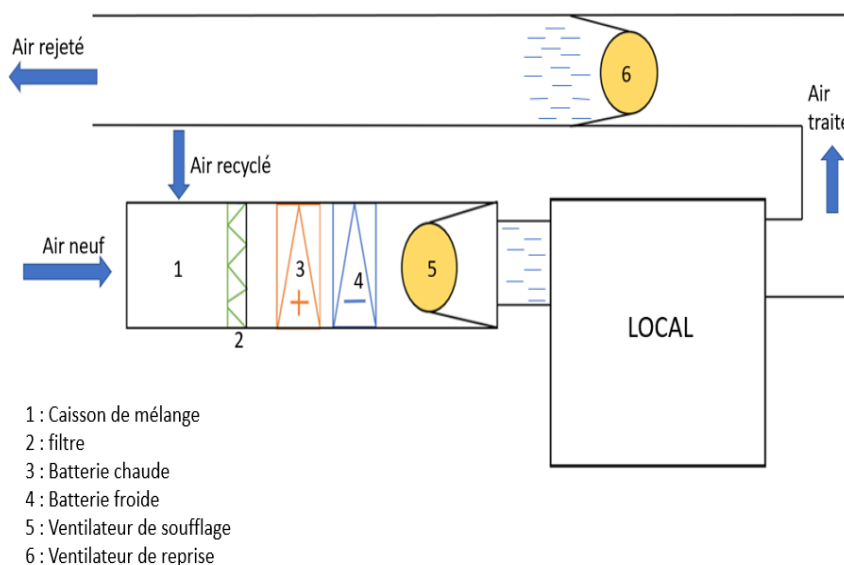


Figure 6 : Schéma de principe de la CTA [3]

II.3.2.1.2. Étude des ventilo-convecteurs

Les ventilo-convecteurs sont des appareils terminaux destinés au traitement de l'air (chauffage ou refroidissement). Ils sont munis d'une batterie froide ou d'une batterie chaude, d'un filtre, d'un ventilateur, d'un thermostat et d'une vanne trois voies. Leur principe de fonctionnement est le suivant : l'air du local est d'abord filtré et aspiré par le ventilateur qui l'envoie directement sur la batterie froide. Cette batterie étant alimentée par de l'eau glacée va refroidir l'air qui sera insufflé dans le local à climatiser.

Il existe plusieurs types de ventilo-convecteurs qui sont utilisés pour la diffusion de l'air dans les locaux. Ce sont :

- Les ventilo-convecteurs de type cassette
- Les ventilo-convecteurs de type plafonnier encastré
- Les ventilo-convecteurs de type console apparent
- Les ventilo-convecteurs de type mural

II.3.2.1.3. Étude des ETD

Les ETD comme leur nom l'indique constituent les accessoires finaux de la ligne de distribution d'air et permettent de répartir de façon homogène le débit soufflé et la température dans les locaux. Ils assurent le soufflage de l'air traité ainsi que la reprise de l'air vicié [1]. Pour une bonne diffusion de l'air, les ETD doivent remplir trois critères importants : le confort thermique, le confort sonore et l'esthétique.



Figure 7 : Les différents types d'ETD [1]

Il existe plusieurs types d'ETD comme présenté sur la figure 7 :

- Les diffuseurs plafonniers
- Les diffuseurs linéaires
- Diffuseurs plafonniers hélicoïdaux
- Les grilles murales

II.3.2.2. Système split

Le split est un système à élément séparé c'est-à-dire que le condenseur et l'évaporateur sont séparés par une liaison frigorifique et un câble électrique. Le couple évaporateur et détendeur est situé à l'intérieur du local à traiter tandis que le couple condenseur et compresseur placé à l'extérieur. Le split système est un appareil à détente directe équipé d'un système de régulation par thermostat. Cependant, avec l'apparition du nouveau système de régulation dit INVERTER nous notons une amélioration du COP entraînant une réduction de la consommation d'énergie

électrique [1]. L'avantage du split est qu'il est possible de choisir un système multi-composant dans lequel plusieurs unités intérieures peuvent être connectées à la même unité extérieure (environ 5 unités maximum). Ce qui permet le refroidissement de plusieurs pièces par la même unité extérieure. Ci-dessous, la Figure 8 nous montre le split système à gauche et le multi split à droite.



Figure 8 : Split système et multi-split système (unité intérieure et extérieure)

II.3.2.3. Le système VRV

Comme son nom l'indique, les systèmes VRV sont des systèmes à détente directe dont le débit du réfrigérant varie dans les unités intérieures. C'est une technologie composée d'une unité extérieure raccordée à plusieurs unités intérieures (jusqu'à 64 unités intérieures) par des liaisons frigorifiques. Son principe de fonctionnement est basé sur la variation du débit de fluide frigorigène en fonction de la température. Ils disposent d'un détendeur électronique qui permet de moduler le débit du fluide en fonction des besoins.

Les unités extérieures sont généralement placées sur les toitures ou à proximité du bâtiment. Ceci permet aux condenseurs d'être refroidi par l'air extérieur. Quant aux unités intérieures, elles sont placées dans les faux plafonds et peuvent être de types gainables, plafonniers ou murales.

La Figure 9 montre le schéma de principe du système VRV.

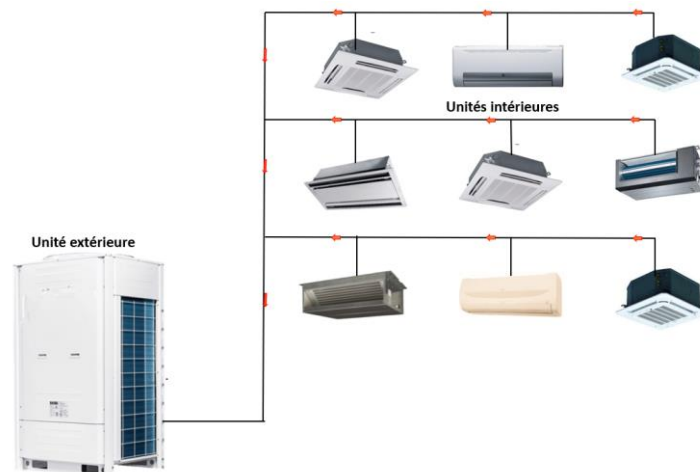


Figure 9 : Schéma de principe du système VRV [4]

III. MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION

Pour mener à bien notre étude, nous avons jugé nécessaire d'élaborer une méthodologie de travail pour l'atteinte des objectifs cités ci-dessus. Cette méthodologie s'articule sur 4 grands points tels que :

- La détermination du bilan thermique,
- Le dimensionnement du système à eau glacée,
- Le dimensionnement du système VRV et du split système
- La comparaison des 3 systèmes de climatisation sur le volet technico-économique.

III.1. Bilan thermique

Le bilan thermique est un calcul important dans le conditionnement d'air, car il permet de déterminer la quantité de chaleur à évacuer dans chaque pièce afin de connaître la puissance frigorifique à installer. Il existe 3 sources de chaleur qui influencent l'ambiance en température et en humidité d'un local [5]. Ce sont les sources de chaleur externes (les murs, les toitures, les ouvertures vitrées, les infiltrations d'air), les sources de chaleur internes (les individus, l'éclairage, les équipements électriques) et les rayonnements solaires (les murs, les fenêtres, les portes, etc.). Plusieurs méthodes de bilan thermique permettent de déterminer la puissance frigorifique de chaque local. Parmi lesquelles on peut citer : la méthode des surfaces, la méthode simplifiée York, la méthode simplifiée Carrier, la méthode détaillée de Libert et la méthode détaillée utilisant le logiciel sous Excel.

III.1.1. Les méthodes de calcul du bilan thermique [6]

- La méthode des surfaces : elle consiste à évaluer la surface du local à climatiser et à lui appliquer un coefficient multiplicateur pour obtenir la puissance frigorifique à installer. Cette méthode ne peut pas être utilisée lorsque nous avons des conditions de température et d'hygrométrie exigées.
- La méthode simplifiée York : elle consiste à déterminer la puissance frigorifique à partir de la surface des murs, des vitrages, des cloisons, du nombre d'occupants, du taux de renouvellement et à lui appliquer des facteurs multiplicatifs. Cette méthode permet d'approcher la puissance frigorifique à installer avec plus de précision que la méthode des surfaces. Mais elle ne peut pas être utilisée dans notre cas, car ne tient pas compte des conditions de température et d'hygrométrie.
- La méthode simplifiée Carrier quant à elle, permet d'obtenir la charge frigorifique à partir de la surface des murs, des fenêtres, des occupants, des appareils électriques et de la température extérieure du lieu considéré.
- La méthode détaillée de Libert prend en compte les apports de chaleur à travers les murs, les vitrages, les portes ; les apports de chaleur par rayonnement solaire ; les apports de chaleur dus aux occupants, à l'éclairage, aux divers appareils ; les conditions de température et d'hygrométrie ; de l'orientation des locaux, de l'heure de la journée, du mois le plus défavorable.
- La méthode détaillée utilisant le logiciel sous Excel ou encore appelé méthode UCL est une autre méthode de calcul plus précise par rapport aux autres méthodes.

Au regard de toutes ces méthodes citées ci-dessus et des données dont nous disposons, la méthode la mieux adaptée pour le calcul de notre bilan de climatisation est la méthode détaillée de Libert car elle tient compte de plusieurs paramètres et les résultats obtenus après les calculs sont beaucoup plus fiable par rapports aux autres méthodes. Voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour la feuille de calcul par la méthode détaillée.

III.1.2. Bases de calcul par la méthode détaillée

Pour déterminer le bilan thermique des bâtiments administratifs par la méthode détaillée de Libert, il est important d'établir les bases de calcul. Les données permettant le calcul des charges frigorifiques sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous.

- Les coordonnées géographiques de la zone d'étude

Ces coordonnées permettent de connaître le lieu où l'équipement de climatisation sera installé.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques (earth, 2021)

Lieu	DONSIN, BURKINA FASO
Latitude	12°34'27'' Nord
Longitude	1°28'26'' Ouest
Altitude	286 m

- Les conditions extérieures et intérieures

Ces valeurs ont été déterminées sur la base des données météorologiques de la ville de Ouagadougou. Voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour la détermination des conditions extérieures (température et hygrométrie).

Tableau 2 : Conditions extérieures et intérieures [7]

Conditions extérieures	Température (°C)	40
	Humidité relative (%)	30
Conditions intérieures	Température (°C)	24
	Humidité relative (%)	50

- Le mois le plus défavorable de l'année

Après une analyse des données météorologiques sur une période de 10 ans (2011-2020), nous avons pu déterminer avec précision le mois le plus défavorable de l'année : le mois **Avril**. Il est généralement utilisé pour les pays à climat tropical désertique. Voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour la détermination du mois le plus défavorisé.

- Coefficient global d'échange thermique des parois (H)

Les types de parois avec leur coefficient de convection sont récapitulés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Coefficients de convection K des parois [5] , [7]

Types de parois	K (W/m². K)
Murs en parpaing de ciment	2,85
Murs en béton avec enduit extérieur et intérieur	3,47
Murs en parpaing creux avec enduit plâtre	2,06
Double vitrage	2,30
Porte en bois avec châssis	1,56
Toiture en plaque de plâtre	0,77
Toiture en béton	3,80

- Coefficient d'absorption et facteur solaire

Tableau 4 : Coefficients α , g , F [5]

Coefficient d'absorption α	Mur en maçonnerie de couleur claire	0,6
Facteur solaire g	Vitre ordinaire sans teinte	0,6
Facteur inertiel F	Structure lourde	0,8
Facteur correctif F	Vitrages avec rideaux et protection interne	0,67

- L'heure de réfrigération maximale

C'est l'heure à laquelle l'apport de chaleur dans les locaux est plus important. Elle n'est pas fixe et peut varier d'un local à l'autre. Le calcul du bilan thermique s'effectue à partir de l'heure où la demande en réfrigération est maximale. Pour déterminer cette heure, il est nécessaire de connaître l'orientation des locaux et du nombre de mur exposé au soleil. Voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour la détermination de l'heure des différents locaux.

- Apport par infiltration et renouvellement d'air

Dans un local climatisé, il est important de renouveler l'air pour réduire l'humidité dans les locaux. Le tableau 6 indique les valeurs usuelles des débits d'air nécessaires pour les différentes salles.

Tableau 5 : Débits de renouvellement d'air [8], [11]

Désignation des locaux	Débit min d'air neuf sans fumeurs (m ³ /h/personne)	Débit min d'air neuf avec fumeurs (m ³ /h/personne)
Dortoirs, chambres collectives	18	25
Bureaux et locaux assimilés	18	25
Salle de réunion, spectacle	18	30
Cafés, bars, restaurants...	22	30

- Apport par éclairages

Les lampes utilisées dans le cahier de charge de l'électricité pour l'éclairage des locaux du bâtiment administratif sont de type LED T8 de puissance 36W avec un flux lumineux de 2600 lm et un IRC supérieur à 90.

- Apport de chaleur dû aux occupants et aux équipements électriques

Tableau 6 : Apports de chaleur dus aux occupants [8]

Activités	Application	Température du local			
		24		26	
		Chaleur sensible (W)	Chaleur latente (W)	Chaleur sensible (W)	Chaleur latente (W)
Assis, bureau	Bureau, hôtel	61	52	54	59
Debout, marche lente	Magasin, boutique	61	52	54	59
Assis	Restaurant	71	68	61	78

Tableau 7 : Apport dû aux appareils électriques [11]

Types d'appareils	Chaleur sensible (W)	Chaleur latente (W)
Imprimante	15	-
Ordinateur	250	-
Cafetière	750	300
Télévision	175	-

III.2. Méthodologie de dimensionnement du système à eau glacée

Pour dimensionner le groupe d'eau glacée (GEG) des bâtiments administratifs, nous devons d'abord choisir les ventilo-convecteurs et les CTA en fonction de la puissance frigorifique calculée. Ensuite, nous faisons le cumul de leur débit d'eau afin de déterminer le débit du groupe et la puissance correspondante. En effet, cette puissance et ce débit d'eau doivent être supérieurs aux débits des unités intérieures de distribution d'air. Enfin, nous procédons au choix du groupe dans le catalogue du constructeur.

III.2.1. Méthode de dimensionnement des ventilo-convecteurs

Pour dimensionner les ventilo-convecteurs pour notre installation, on procède :

- Au choix du catalogue du constructeur
- À la sélection du type de ventilo-convecteur (mural, gainable, encastrable)
- À la sélection du ventilo-convecteur ayant la puissance frigorifique supérieure ou égale à la charge de climatisation
- A la vérification du débit d'air soufflé
- Au calcul du débit d'eau soufflé déterminé à partir de la formule 1 :

$$Q_{eau} = \frac{P_f (kW)}{c_{p_{eau}} (kJ/kg/°C) \times \rho_{eau} (kg/m^3) \times \Delta t (°C)} \quad [m^3/s] \quad (1)$$

III.2.2. Méthode de dimensionnement des CTA

Le dimensionnement de la CTA consiste à déterminer dans un premier temps le débit d'air de soufflage, ensuite la puissance de la batterie froide et enfin sélectionner la CTA correspondante dans le catalogue du constructeur.

- Détermination du débit d'air de soufflage

Pour déterminer le débit d'air de soufflage, il est important de connaître les caractéristiques du point de soufflage (h_s , θ_s , φ_s) sur le diagramme psychrométrique (voir annexe) du local à traiter par la CTA. Plusieurs méthodes permettent de déterminer ces caractéristiques, parmi lesquelles, la méthode de facteur de chaleur sensible demeure la plus utilisée. Pour le calcul, nous allons d'abord fixer l'écart de soufflage $\Delta\theta$ qui est la différence de température entre l'air du local et l'air soufflé. Ensuite on place la valeur du facteur de chaleur sensible sur le diagramme obtenu par la formule ci-dessous :

$$FCS = \frac{\text{Charge sensible (kW)}}{\text{Charge totale (kW)}} \quad (2)$$

Cette méthode est simple et rapide, mais elle n'est pas utilisable pour les charges sensibles négatives.

Enfin les caractéristiques de l'air soufflé étant connues, nous allons déterminer le débit d'air de soufflage par la formule 3 :

$$Q_{as} = \frac{\phi_{sens}}{h_l - h_s} \times \vartheta_{air} \text{ [m}^3/\text{s]} \quad (3)$$

- Détermination de la puissance de la batterie froide

Dans le système la batterie froide assure le refroidissement de l'air, car étant en contact avec la conduite d'eau glacée voir (Figure 6 : Schéma de principe de la CTA). Sa puissance est déterminée par la formule 4 :

$$P_{bat} = q_{mas} \times (h_l - h_{AS}) \text{ [kW]} \quad (4)$$

- Détermination du débit d'air neuf (AN)

L'apport d'air neuf dans la CTA est très important, car il permet d'évacuer les polluants existants dans le local et de créer un environnement hygiénique pour l'occupant. La méthode utilisée pour déterminer le débit d'air neuf se base sur le nombre de renouvellements d'air par heure en fonction du type de local.

$$Q_{AN} = Q_{a.min / pers} \times n_{pers} \quad (5)$$

III.2.3. Méthode de sélection des ETD d'air

Les éléments terminaux de diffusion d'air ont été choisis de la manière suivante :

- Choix du catalogue du constructeur
- Choix du type d'ETD
- Le débit soufflé par l'ETD doit être supérieur ou égal au débit calculé
- Vérification du niveau sonore
- L'esthétique

III.2.4. Méthode de dimensionnement des réseaux de gaines et calcul des pertes de charge

Il existe principalement 3 méthodes de dimensionnement des réseaux de gaines que sont : la méthode des pertes de charge linéaires constantes, la méthode de la réduction arbitraire de vitesse et la méthode des gains de pression statique. La méthode qui demeure la plus utilisée en climatisation est celle de la méthode des pertes de charge linéaires constantes. Elle consiste à fixer une vitesse dans le tronçon principal du réseau et à lire à l'aide d'un abaque la perte de charge linéaire en fonction du débit total (voir annexe 14). Cette PDC sera considérée constante pour l'ensemble du réseau.

En plus des PDC linéaires constantes, il y'a les pertes de charge singulières qui tiennent compte de la singularité du réseau (les coudes, les tés, les réductions, etc.). La somme de ces pertes de charge nous donne la PDC totale qui n'est rien d'autre que les PDC linéaires et singulières. Elles sont calculées par la formule suivante :

$$Pdc_{lin} = j \times L \quad (6)$$

$$Pdc_{sing} = \xi \times P_d \text{ avec } P_d = \frac{\rho_{air} \times V^2}{2} \quad (7)$$

$$Pdc_{totale} = Pdc_{lin} + Pdc_{sing} \text{ [Pa]} \quad (8)$$

III.2.5. Méthode de dimensionnement des éléments du circuit hydraulique

Les équipements qui constituent l'ensemble des éléments du circuit hydraulique sont la tour de refroidissement, la pompe et les tuyauteries d'eau.

- Les pompes sont dimensionnées en fonction du débit d'eau et de la HMT qui n'est rien d'autre que la somme des pertes de charge linéaire et singulière. Leur rôle est de vaincre ces pertes qui freinent la bonne circulation de l'eau dans les conduites.

- Le ballon de stockage est dimensionné par la méthode des 3D qui consiste à déterminer le volume du ballon par la formule suivante $V = (\pi \times D^2/4) \times H$.
- La tour de refroidissement quant à elle se base sur la puissance frigorifique totale de l'installation. Sa puissance doit être supérieure à celle de l'installation environ $1,25 \times$ puissance frigorifique totale [12].
- Le dimensionnement des conduites d'eau glacée se fait par la méthode des pertes de charge constantes (à l'aide d'un abaque). Au départ, on fixe d'abord une vitesse dans la conduite principale et en fonction du débit total, on détermine la perte de charge linéaire et le diamètre de cette conduite. Cette perte de charge étant connue restera constante sur tout le long des tronçons secondaires et servira à déterminer le diamètre des tuyaux et la vitesse de circulation de l'eau.

III.3. Méthode de dimensionnement du split système

Le dimensionnement d'un split système consiste à faire le choix de catalogue du constructeur et de modèle d'appareil à mettre en place. Ensuite, on procède au choix de l'unité intérieure et de l'unité extérieure tout en tenant compte de certaines conditions tels que :

- La puissance frigorifique de l'unité choisie doit être supérieure ou égale à la puissance frigorifique calculée.
- Vérifier si le débit d'air soufflé par le split est supérieur au débit d'air du local. Ce débit est donné par la formule 9 :

$$Q_{AS} = \frac{P_f (kW)}{\rho_{air}(kg/m^3) \times C_{p,air}(kJ/kg/^\circ C) \times \Delta t(^\circ C)} [m^3/s] \quad (9)$$

- Vérifier que le COP soit supérieur à 3

III.4. Méthode de dimensionnement du VRV

À la différence du split système, le dimensionnement du VRV se fait en quatre étapes : le choix du catalogue du constructeur, la sélection des unités intérieures sur la base de la puissance frigorifique, le choix des unités extérieures sur la base des indices de l'unité intérieure, le choix des raccords reflats et des liaisons frigorifiques. Chaque unité intérieure est représentée par son indice. Le cumul de ces indices nous permet de choisir l'unité extérieure.

Concernant le choix de la section des tuyauteries, il est basé sur le principe des indices des unités intérieures. Les Tableau 8 et le Tableau 9 permettent de choisir la section des tuyauteries primaires (entre l'unité extérieure et le raccord refnet) en fonction du cumul des unités

intérieures et des tuyauteries secondaires (entre le raccord refnet et les unités intérieures) en fonction des indices des unités intérieures.

Tableau 8 : choix de section des tuyauteries primaires

Cumul des indices	Tuyauterie de gaz	Tuyauterie de liquide
<200	5/8 "	3/8 "
200<x<290	7/8 "	3/8 "
290<x<420	1 " 1/8	1/2 "
420<x<640	1 " 1/8	5/8 "
640<x<920	1 " 3/8	3/4 "
>920	1 " 5/8	3/4 "

Tableau 9 : choix de section des tuyauteries secondaires

Indice de l'unité intérieure	Tuyauterie de gaz	Tuyauterie de liquide
20-50	1/2 "	1/4 "
63-125	5/8 "	3/8 "
200	3/4 "	3/8 "
250	7/8 "	3/8 "

Le tableau 10 présente le choix des raccords reflets à partir du cumul des indices des unités intérieures qui lui sont connectés

Tableau 10: Choix des raccords reflets

Cumul des indices	Types de raccord refnet
<200	KHRQ22M20T
200<x<290	KHRQ22M29T9
290<x<420	KHRQ22M64T
420<x<640	KHRQ22M75T

Ci-dessous est présenté un exemple de raccordement des unités intérieures au système VRV grâce au raccord REFNET.

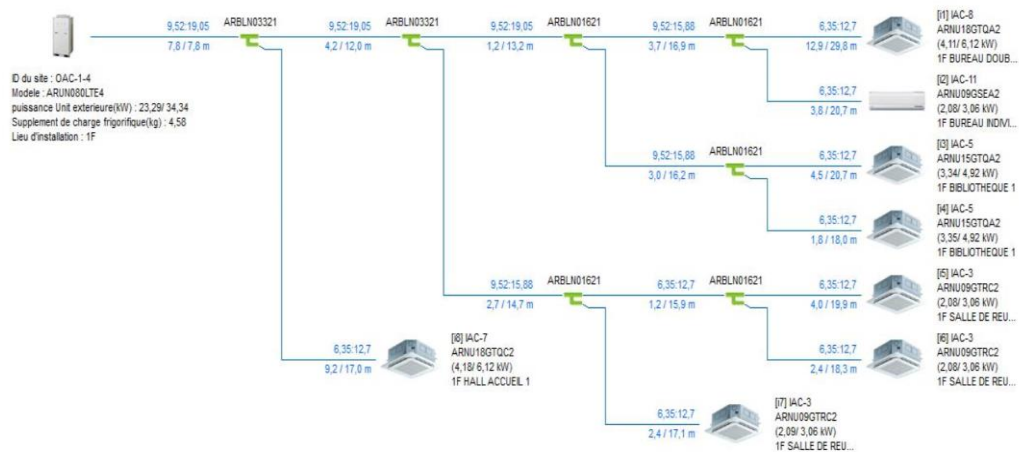


Figure 10 : Raccordement des unités intérieures au système VRV (LATSCAD, 2021)

IV. ÉTUDE DE FAISABILITÉ TECHNIQUE

Dans cette partie, il sera question de présenter les résultats de conception qui constituent l'ensemble des valeurs obtenues pour le bilan thermique, pour le choix des unités intérieures et extérieures des systèmes de climatisation ainsi que celles obtenues pour les coûts d'investissements et d'exploitation.

V.1. Résultats du bilan thermique

Dans le Tableau 11 est présenté un récapitulatif complet des charges frigorifiques, des ratios de puissances et de surface totale pour l'ensemble des bâtiments administratifs.

L'annexe 6 montre le tableau comprenant les détails de calcul du bilan thermique.

Tableau 11: Récapitulatif du bilan thermique

Bâtiments	Surface totale (m²)	Volume (m³)	Puissance frigorifique calculée (kW)	Ratio (W/m²)
CENTRE MEDICO-SOCIAL	292	876	66,1	205
POLICE	329	987	77,9	208
DIRECTION DES DOUANES	738	2 214	185	220
ANAC	798	2 394	187	211
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	400	1 200	95,8	219
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1	388	1 164	97,4	217
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2	35	105	10,1	264
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3	40	120	11,8	269
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+4	50	150	15,9	289
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	348	1044	78,1	202
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	647	1941	194	262
TOTAL BÂTIMENT	4 065	12 195	1 018	233

À l'issue du calcul du bilan thermique, nous avons obtenu une charge frigorifique totale de 1 018 kW et un ratio moyen de climatisation égal à 233 W.m² de surface au plancher sur l'ensemble des bâtiments. Les charges totales de climatisation s'élèvent à 1 018 kW pour une surface totale de 4 065 m².

V.2. Critère de sélection des équipements de systèmes de climatisation

Le choix des équipements de système de climatisation tient compte principalement de plusieurs critères, dont le confort, l'esthétique et la protection de l'environnement. Parmi ces critères principaux, on peut ajouter les critères suivants :

- Le COP de l'appareil doit être au minimum égal à 3
- Les unités intérieures et extérieures doivent avoir un faible niveau sonore.
- Le fluide frigorigène des appareils doit respecter les normes environnementales pour éviter toute pollution. D'où l'utilisation des nouveaux fluides du type R32 qui sont les plus recommandés

- L'esthétique

Aux vues des critères de choix des équipements de climatisation cités ci-dessus, les appareils sélectionnés pour le projet seront de la marque DAIKIN, CIAT et France Air, car ils sont un leader dans l'univers de la climatisation.

V.3. Choix des équipements du système à eau glacée

IV.5.1. Choix des ventilo-convecteurs et leurs accessoires

Le choix des ventilo-convecteurs s'est fait en prenant dans le catalogue du constructeur DAIKIN les appareils dont la puissance est supérieure ou égale à ceux fournis par le bilan thermique. Dans cette étude, trois modèles d'unités intérieures ont été choisis et seront posés dans les faux plafonds des bureaux que sont : les unités de type muraux, cassettes et gainables.

Les résultats du choix des unités intérieures sont récapitulés dans le tableau 13. En **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** sera présenté le tableau montrant le détail de choix des ventilo-convecteurs pour l'ensemble des bâtiments.

Tableau 12 : Sélection des ventilo-convecteurs pour le système à eau glacée

BÂTIMENTS	Surface totale (m²)	Type unité intérieure	Référence	Puissance frigorifique (kW)	Quantité
CENTRE MEDICO -SOCIAL	292	Mural/Gainable	FWT-AT/FWC-AT	80,8	22
POLICE	329	Mural/Cassettes 4 voies	FWT-AT/FWC-AT	94,2	23
DIRECTION DES DOUANES	738	Mural/Cassettes 4 voies	FWT-AT/FWC-AT	158	36
ANAC	798	Mural/Cassettes 4 voies	FWT-AT/FWC-AT	187	51
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	400	Mural/Cassettes 4 voies	FWT-AT/FWC-AT	110	28
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1	388	Mural/Cassettes 4 voies	FWT-AT/FWC-AT	118	36
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2	35	Cassette 4 voies	FWC-BT	10,2	2
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3	40	Cassette 4 voies	FWC-BT	13,6	3

GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+4	50	Cassette 4 voies	FWC-BT	16,4	7
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	348	Mural/Cassettes 4 voies	FWT- AT/FWC- AT	94,4	27
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	111	Mural/Cassettes 4 voies	FWT- AT/FWC- AT	41,1	13

Au total 248 ventilo-convecteurs seront installés pour l'ensemble des bâtiments administratifs que sont :

- 137 ventilo-convecteurs de type muraux et de référence FWT-AT
- 105 ventilo-convecteurs de type cassettes et de référence FWF-AT et FWC-BT
- 06 ventilo-convecteurs de type gainables et de FWT-AT

Certains accessoires ont été choisis pour contrôler le débit des ventilo-convecteurs. Ce sont la vanne de régulation, vanne d'arrêt et les filtres. Chacun de ces accessoires joue un rôle important que sont :

- **La vanne d'arrêt** permet de fermer le circuit d'eau lorsque survient une fuite d'eau ou dans le cas d'une maintenance des appareils
- **La vanne de régulation** assure l'équilibrage du système en créant une perte de charge sur le circuit le plus proche équivalente à celle du circuit le plus défavorisé afin d'éviter qu'une faible quantité d'eau arrive sur ce réseau.
- **Les filtres** permettent de recueillir les impuretés présentes dans l'eau.

IV.5.2. *Choix des centrales de traitement d'air*

Les CTA choisies dans le catalogue du constructeur CIAT 2019 sont des CTA air neuf dont l'alimentation de la batterie froide se fera par le GEG. Elles ont été sélectionnées en fonction des débits d'air soufflé qui doivent répondre aux besoins des locaux. La CTA choisie dans le catalogue doit avoir un débit d'air supérieur à celui du local considéré. Pour notre étude, les CTA sont prévus pour les salles recevant du public tels que les salles de réunions, les halls d'attente, les halls d'accueil, la cuisine et le restaurant.

Les données caractéristiques du diagramme psychométrique de l'air ont permis de déterminer le débit d'air et la puissance de la batterie froide de la CTA sont :

- L'écart de température : fixé à 10 °C
- La température de l'air soufflé est de 14 °C sous une humidité relative de 85 %

- L'enthalpie de soufflage est égale à 36 kJ/kg

Les différentes CTA choisies sont résumés dans le tableau 11.

Tableau 13 : *Choix des CTA*

Désignation du local	Débit (m3/h)	Puissance batterie froide (kW)	Référence unité	Nombre d'unité
Salle de réunion (50 personnes)	4 000	29,86	CLIMACIAT AIR COMPACT	1
Hall d'attente 1				
Hall d'attente 2				
Salle de réunion 1	3 500	27,33	CLIMACIAT AIR COMPACT	1
Salle de réunion 2				
Salle de réunion 3				
Salle de réunion 4				
Hall d'accueil 1				
Hall d'accueil 2				
Cuisine	6 000	20,26	CLIMACIAT AIRTECH	1
Salle de restaurant	10 000	70,39	CLIMACIAT AIRTECH	1
Salle de musculation	4 500	25,84	CLIMACIAT AIR COMPACT	1

IV.5.3. *Choix des éléments terminaux de diffusion de l'air (ETD)*

Le choix des ETD s'est fait dans le catalogue du constructeur France Air en tenant compte du niveau sonore, de la portée et de la pression. Deux modèles d'unité seront utilisés pour le soufflage et la reprise à savoir les grilles et les diffuseurs. Ils sont de plusieurs types comme présentés dans le tableau 12 et diffèrent en fonction du domaine d'application.

Pour connaître le nombre d'unités pour nos locaux, nous avons fait le rapport du débit total de chaque salle sur le débit unitaire de l'unité choisie. Enfin, les ETD ont été prévus pour les salles dont le refroidissement est assuré par un CTA. Ils assurent le soufflage de l'air traité dans les locaux et la reprise de l'air vicié grâce à un réseau de gaines.

En annexe 9 est donné le détail de choix des ETD pour les bâtiments considérés.

Tableau 15 : Choix des ETD du système à eau glacé

Désignation	Référence unité	Quantité
Diffuseur carré	DAP 195 S-3	13
	DAU 40	10
Diffuseur linéaire	TENSO	20
Grille de soufflage	GAC 21	13
Grille de soufflage	LAC 30-40	19
Grille de reprise murale	GAC 81	75

IV.5.4. Dimensionnement de réseau de gaines

La distribution de l'air dans les différents locaux via les CTA nécessite la réalisation d'un réseau de gaines. Ces gaines se présentent sous diverses formes. Selon la forme géométrique de leur section, elles peuvent être circulaires ou rectangulaires. Et selon la nature de leurs matériaux, elles peuvent être soit en aciers galvanisés, en aciers noirs, en cuivre ou en aluminium. Pour notre projet, nous avons opté pour des gaines en staff en raison de leur meilleure qualité/prix par rapport aux autres gaines et de leurs disponibilités sur le marché. La hauteur maximale prévue pour le passage de nos gaines ne doit pas dépasser 500 mm. Raison pour laquelle la hauteur de nos gaines varie entre 350 mm et 250 mm. En **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** est donné le plan du restaurant montrant le tracé du réseau ainsi que les détails du dimensionnement des gaines.

IV.5.5. Choix du groupe à eau glacée

Connaissant le débit d'eau total et la puissance totale de chaque bâtiment, nous avons effectué la sélection des groupes frigorifiques dans le catalogue du constructeur DAIKIN. Au total, 5 groupes de référence EWWD-G-XS ont été choisis pour alimenter l'ensemble des bâtiments administratifs. Vue la taille de certains bâtiments, nous avons trouvé judicieux de choisir un groupe froid pour ses bâtiments en tenant compte de plusieurs paramètres comme les coûts d'investissements du projet et les pertes de charge qui peuvent en découler. Les groupes sont à condensation à eau avec un régime d'eau glacé de 7 °C/12 °C et un meilleur COP de 4,45.

Le reste de l'étude sera fait sur le bâtiment GENDARMERIE NATIONALE BLOC A c'est-à-dire le tracé du réseau hydraulique, le choix des éléments du circuit hydraulique.

Ci-dessous est récapitulé dans le tableau 12, le choix des groupes ainsi que leur caractéristique

Tableau 14: Choix des GEG

Bâtiments	Référence groupe	Quantité	Débit d'eau (l/s)
CENTRE MEDICO - SOCIAL	EWWD190-G-XS	1	8,38
POLICE			
DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES	EWWD230-G-XS	2	20,33
ANAC			
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	EWWD280-G-XS	1	12,94
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1			
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2			
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3			
GENDARMERIE NATIONALE BLOC AR+4	EWWD320-G-XS	1	13,37
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC			
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC			
TOTAL		5	55,02

IV.5.6. Choix des éléments du circuit hydraulique

Les éléments du circuit hydraulique constituent l'ensemble des pompes, du ballon de stockage, des tours de refroidissement et des conduites. Ces organes jouent un rôle important dans le système à eau glacée.

IV.3.6.1 Choix de la pompe

Le choix de la pompe s'effectue en fonction du débit d'eau à aspirer et de la Hauteur Manométrique Totale. La pompe choisie pour notre projet doit être capable d'alimenter en eau glacée le ventilo-convecteur le plus éloigné possible mais aussi de vaincre les pertes de charges sur le réseau. Pour l'ensemble des bâtiments, nous avons choisi 5 pompes qui assurera la distribution de l'eau glacée du groupe frigorifique vers les ventilo-convecteurs.

Les pompes choisies sont de la marque Salmson de référence LRN 204. En annexe, est donné le catalogue de choix des pompes.

Bâtiments	Débit (m ³ /h)	HMT (m)	Pompes choisies	Quantité
Pompe circuit primaire	53	4	SIL 205-11/1,5	5
Pompe circuit secondaire	182	16	SIL 410-27/11	1
Pompe tours	46	4	SIL 205-11/1,5	5

IV.3.6.2 Choix du ballon de stockage

Le ballon de stockage permet de diminuer la fréquence de démarrage des groupes, de pouvoir alimenter les unités intérieures en eau glacée en temps voulu et de moins solliciter les groupes et d'optimiser la consommation d'énergie.

Pour notre étude, le volume de stockage du ballon obtenu est de 1104 litres. Avec ce volume, nous avons choisi un ballon standard de 1000 litres

IV.3.6.3 Choix de la tour de refroidissement

La tour de refroidissement est un organe important pour le système à eau glacée. Elle permet de refroidir les calories de l'eau chaude avant son introduction dans le GEG. La tour est choisie en fonction de la puissance des groupes et des pompes situées dans le local froid.

Pour notre installation, la puissance totale obtenue est de 1 496 kW. Avec cette puissance, nous avons choisis 3 tours de refroidissement de la marque MITA modèle PME-E 1803 ouverts à contre-courant avec une puissance calorifique unitaire de 650 kW.

IV.3.6.4 Choix des tuyauteries de canalisation

Pour notre étude, le choix est porté sur des conduites de type Kryoclim et acier noir pour véhiculer l'eau des groupes vers les unités intérieures. Les tuyauteries de type Kryoclim seront utilisées pour les réseaux horizontaux et les tuyauteries de type acier noir pour les réseaux verticaux (les colonnes montantes). L'isolation des conduites en acier sera faite en polyuréthane.

V.4. Choix des split systèmes

Conformément aux méthodes de choix des split systèmes vu plus haut, les unités choisies dans le catalogue du constructeur DAIKIN sont celles dont la puissance frigorifique et le débit d'air sont supérieurs à ceux fournis par le bilan thermique pour vaincre les apports de chaleur dans les locaux.

Le tableau 15 montre un récapitulatif de choix des unités intérieures et extérieures des bâtiments administratifs. En annexe sera présenté un tableau complet montrant la sélection des split systèmes pour l'ensemble des bâtiments.

Tableau 15 : Récapitulatif de choix des split systèmes des bâtiments administratifs

Bâtiments	Surface totale à climatiser	Réf UI	Type UI	Réf UE	Puiss froid (kW)	Nombre d'unité	Débit d'air soufflé (m3/h)
CENTRE MEDICO – SOCIAL	292	FTXSK	Mural/Cassette	RXSL	76,5	25	12 246
POLICE	329	FTXSK		RXSL	85,6	23	12 300
DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES	738	FTXSK/FCQGK		RXSL	202	49	29 730
ANAC	798	FTXSK/FCQGK		RXSL	210	50	33 138
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	400	FTXSK/FCQGK		RXSL	106	26	15 450
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1	388	FTXSK/FCQGK		RXSL	113	32	17 868
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2	35	FTXSK/FCQGK		RXSL	13,6	4	2 544
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3	40	FTXSK/FCQGK		RXSL	12,5	5	2 100
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+4	50	FTXSK/FCQGK		RXSL	17	5	3 180
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	348	FTXSK/FCQGK		RXSL	135	41	22 000
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	647	FTXSK/FCQGK		RXSL	158	47	37 338

V.5. Choix des équipements pour la solution VRV

Le choix des équipements pour la solution VRV consiste à sélectionner dans le catalogue du constructeur les unités intérieures, les unités extérieures et les raccords reflats.

IV.5.1. Choix des unités intérieures

Les unités intérieures choisies pour la solution VRV ont été faites à la suite d'un bilan thermique. L'unité choisie pour les différentes salles doit être conforme à la méthodologie

décrite ci-dessus c'est-à-dire que la puissance frigorifique des unités doit être supérieure ou égale à celle déterminée au bilan.

Pour cette solution, nous avons opté pour 2 types de modèles des unités intérieures qui ne sont rien d'autre que les muraux et les cassettes à quatre voix de soufflage. Les unités sont choisies dans le catalogue du constructeur DAIKIN récapitulatif du choix des unités intérieures du VRV est présenté dans le tableau 16.

Tableau 16: Choix des unités intérieures du VRV

Bâtiments	Surface totale (m²)	Réf UI	Nombre d'unité	Type UI
CENTRE MEDICO SOCIAL	292	FXAQP/FXFA	21	Mural/Cassette
POLICE	329	FXAQP/FXFA	19	
DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES	738	FXAQP/FXFA	42	
ANAC	798	FXAQP/FXFA	49	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	400	FXAQP/FXFA	24	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1	388	FXAQP/FXFA	27	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2	35	FXAQP/FXFA	3	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3	40	FXAQP/FXFA	4	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+4	50	FXAQP/FXFA	4	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	348	FXAQP/FXFA	22	
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	647	FXAQP/FXFA	32	

IV.5.2. Choix des unités extérieures

Le choix des unités extérieures s'est effectué dans le catalogue du constructeur DAIKIN en faisant la somme des indices de toutes les unités intérieures de la zone concernée. Ces indices représentent les chiffres présentés dans la référence des unités intérieures et permettent de connaître l'unité qui est appropriée à une zone donnée. Vu le nombre de locaux à climatiser et des charges thermiques à vaincre, nous avons trouvé judicieux de diviser les bâtiments en plusieurs zones dont chacune sera alimentée par une unité extérieure. Le tableau... nous donne

le récapitulatif des unités extérieures de tous les bâtiments. Ces indices nous permettent de connaître l'unité qui est appropriée à une zone donnée.

Tableau 17 : Choix des unités extérieures de la solution VRV

Bâtiments	Référence unité extérieure	Puissance unitaire (kW)	Quantité	Puissance totale (kW)	Débit d'air (m3/h)
CENTRE MÉDICO- SOCIAL	RXYQ8T	22,4	2	44,8	19 440
	RXYQ12T	33,5	1	33,5	11 100
POLICE	RXYQ16T	45	1	45	15 600
	RXYQ14T	40	1	40	13 380
DIRECTION DES DOUANES	RXYQ16T	45	1	45	15 600
	RXYQ14T	40	2	80	26 760
	RXYQ22T	61,5	1	61,5	21 600
	RXYQ14T	40	1	40	13 380
ANAC	RXYQ8T	22,4	4	89,6	38 880
	RXYQ10T	28	2	56	21 000
	RXYQ12T	33,5	2	67	22 200
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	RXYQ14T	40	2	80	26 760
	RXYQ8T	22,4	1	22,4	9 720
GENDARMERIE NATIONALE A R+1	RXYQ16T	45	1	45	15 600
	RXYQ12T	33,5	1	33,5	11 100
	RXYQ10T	28	1	28	10 500
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2	RXYQ8T	22,4	1	22,4	9 720
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3	RXYQ8T	22,4	1	22,4	9 720
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+4	RXYQ8T	22,4	1	22,4	9 720
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	RXYQ12T	33,5	1	33,5	11 100
	RXYQ10T	28	1	28	10 500
	RXYQ8T	22,4	1	22,4	9 720
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	RXYQ14T	40	2	80	26 760
	RXYQ36T	101	1	101	31 260
TOTAL			33	1 143	411 120

Pour l'ensemble du bâtiment, on aura à installer 33 unités extérieures VRV, dont 230 unités intérieures de types muraux et cassettes.

IV.5.3. Choix des raccords reflets et des tuyauteries cuivre

Conformément à la méthodologie décrite sur le choix des raccords reflets, nous avons procédé au cumul des indices des unités intérieures qui doivent être connectés à l'unité extérieure (VRV). Ce qui nous a permis de choisir les raccords du type :

- KHRQ22M20T
- KHRQ22M29T
- KHRQ22M64T

Pour le choix de la section des tuyauteries cuivre, nous nous sommes référés au Tableau 8 et Tableau 9 qui donne la section en fonction des indices des unités intérieures. Pour notre installation VRV, les différentes tuyauteries cuivre ont été choisies pour permettre le raccordement des unités intérieures et extérieures que sont :

- Tuyauterie 1/2 "
- Tuyauterie 5/8 "
- Tuyauterie 1/4 "
- Tuyauterie 3/8 "
- Tuyauterie 7/8 "
- Tuyauterie 1 " 1/8
- Tuyauterie 1 " 3/8

V. ÉTUDE DE FAISABILITÉ FINANCIÈRE

Pour réaliser un projet de climatisation, il est important d'effectuer une étude qui constitue la clé principale du projet : il s'agit de l'étude financière. Cette étude permet d'avoir une idée sur la viabilité économique, notamment sur les coûts d'investissement et les coûts d'exploitation. Pour la suite de l'étude, il sera judicieux d'évaluer les différents coûts qui composent le projet.

V.1. Les coûts d'investissement

Ce sont des coûts qui regroupent l'ensemble des dépenses à effectuer pour la réalisation d'un projet. En d'autres termes, ils constituent le coût de démarrage du projet qui ne sont rien d'autre que :

- Les coûts liés à l'étude et à la réalisation des plans d'exécution
- Les coûts liés à l'installation du chantier (achat d'ordinateur, d'imprimante, des éléments de protection)

- Les coûts liés à l'achat des équipements de climatisation que sont les GEG, les VRV et les split, les ventilo-convecteurs, les CTA
- Les coûts d'achat des tuyauteries (PVC, acier, cuivre) et accessoires (vanne, les thermomètres, les manomètres, les Armaflex, etc.)
- Les coûts de transport et dédouanement des équipements
- Les coûts liés au génie civil
- Les coûts liés à la rémunération du personnel (ingénieurs, techniciens, ouvriers)

V.2. Les coûts d'exploitation

Ils sont en réalité l'ensemble des coûts liés à l'entretien, à la maintenance, au remplacement des équipements ainsi qu'à la consommation d'énergie des équipements sur une période donnée. Pour notre présente étude, il a été pris une période de 10 ans et un taux d'actualisation de 8 % pour évaluer les différents coûts liés à l'exploitation.

Le tableau 18 montre le coût global d'investissement et d'exploitation sur une durée 10 ans.

Tableau 18 : Évaluation des coûts d'investissement et d'exploitation du projet

Désignation	GEG	Split	VRV
Coûts d'investissement net TTC (FCFA)	730 869 200	327 445 200	483 860 300
Coût de maintenance et d'entretien sur 13 ans (FCFA)			207 139 921
Coûts de remplacement sur 13 ans (FCFA)			24 857 012
Coût de consommation d'énergie 13 ans (FCFA)			1 597 072 264
Coût de maintenance et d'entretien sur 15 ans (FCFA)		563 391 344	
Coûts de remplacement sur 15 ans (FCFA)		156 933 188	
Coût de consommation d'énergie 15 ans (FCFA)		2 239 665 706	
Coût de maintenance et d'entretien sur 30 ans (FCFA)	695 697 831		
Coûts de remplacement sur 30 ans (FCFA)	80 484 478		
Coût de consommation d'énergie 30 ans (FCFA)	4 192 480 358		
Coût d'exploitation total (FCFA)	4 968 662 700	2 959 990 300	1 829 069 200
Cout global du projet (FCFA)	5 699 531 900	3 287 435 500	2 312 929 500

Comme l'indique le Tableau 18, les coûts d'investissement des trois systèmes s'élèvent à :

- Sept cent trente millions huit cent soixante-neuf mille deux cents (730 869 200) FCFA pour le système à eau glacée.
- Trois cent vingt-sept millions quatre cent quarante-cinq mille deux cents (327 445 200) FCFA pour le split
- Quatre cent quatre-vingt-trois millions huit cent soixante mille trois cents (483 860 300) FCFA pour le VRV

Pour les coûts liés à l'exploitation, on a un coût de :

- Quatre milliards neuf cent soixante-huit millions six cent soixante-deux mille sept cent (4 968 662 700) FCFA pour le système à eau glacée sur une période de 30 ans.
- Deux milliards neuf cent cinquante-neuf millions neuf cent quatre-vingt-dix trois cent (2 959 990 300) FCFA pour le split sur une période de 15 ans.
- Un milliard huit cent vingt-neuf millions soixante-neuf mille deux cent (1 829 069 200) FCFA pour le VRV sur une période de 13 ans.

D'où le coût global du système à eau glacée s'élève à cinq milliards six cent quatre-vingt-dix-neuf millions cinq cent trente-neuf mille neuf cent (5 699 531 900) FCFA, celui du split est à trois milliards deux cent quatre-vingt-sept millions quatre cent trente-cinq mille cinq cent (3 287 435 500) FCFA et deux milliards trois cent douze millions neuf cent vingt-neuf mille cinq cent (2 312 929 500) FCFA pour le VRV.

VI. ÉTUDE COMPARATIVE TECHNICO-ECONOMIQUE DES 3 SYSTÈMES DE CLIMATISATION

L'étude comparative consistera à faire une comparaison sur le plan technique, sur le plan économique et sur le plan environnemental des 3 systèmes étudiés. En effet, sur le plan technique la comparaison se fera sur la performance des systèmes. Ensuite sur le plan économique, elle se fera sur les coûts d'investissements et d'exploitation. Enfin, la comparaison se fera sur le taux d'émission de dioxyde de carbone (CO₂) des systèmes.

VI.1. Comparaison sur le plan technique des trois systèmes

Afin de connaître le système le plus performant, nous avons effectué une comparaison des systèmes de climatisation. Cette comparaison s'est faite en fonction de la puissance frigorifique, de l'EER et de la puissance électrique.

De plus, notons que la puissance électrique a été déterminée en fonction de la puissance froide et du ratio performance. La performance des systèmes est résumée dans le tableau 19 ci-dessous.

Tableau 19 : Performance des trois systèmes

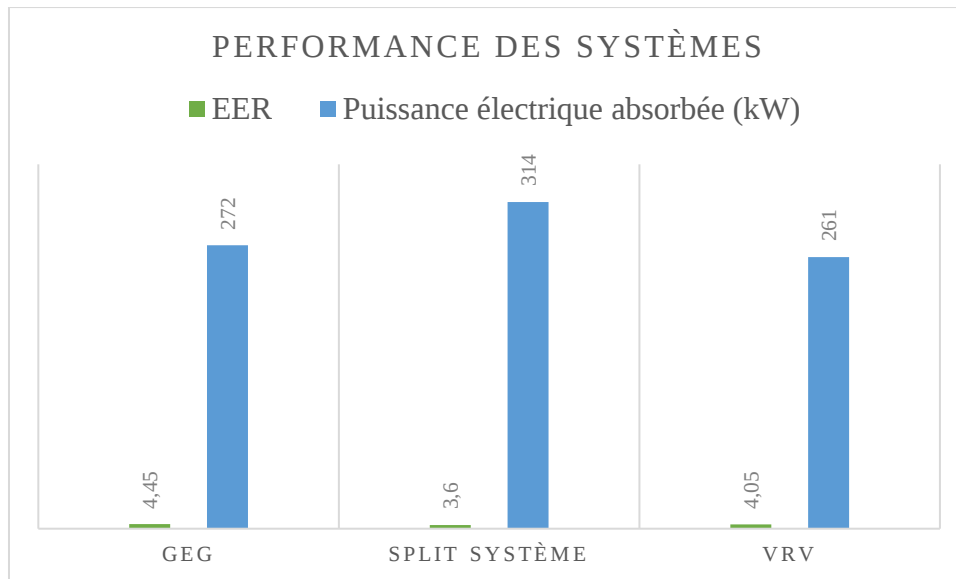
Systèmes	Puissance frigorifique (kW)	EER	Puissance électrique absorbée (kW)	Charge totale à satisfaire (kW)
GEG	1 211	4,45	272	1 018
Split système	1 130	3,60	314	1 018
VRV	1 057	4,05	261	1 018

Au vu de ces résultats, nous constatons que le système VRV présente une meilleure performance en termes de consommation électrique. En effet, il a la plus faible consommation électrique qui de 261 kW avec un EER de 4,05. Ensuite vient le système à eau glacée avec un EER le plus élevé de 4,45 par rapport au VRV, mais avec une consommation électrique élevée de 272 kW. Cela s'explique par le surplus du besoin en froid qui a entraîné une consommation importante de puissance par le GEG d'où le groupe devait consommer moins d'énergie par rapport au VRV. Enfin quant au split, il présente le plus faible EER (3,60) avec une forte consommation d'énergie de 314 kW.

De plus, on remarque que pour un besoin total de climatisation 1 018 kW, le système VRV fournit une puissance frigorifique de 1 057 kW avec un surplus d'énergie de 39 kW. Ensuite s'en suit le split qui fournit une puissance de 1 130 kW avec un dépassement de 112 kW et enfin le GEG qui produit un surplus de 193 kW avec une puissance frigorifique de 1 211 kW.

La figure 11 nous montre la performance des trois systèmes de climatisation.

Figure 11 : Performance des systèmes de climatisation étudiée



VI.2. Comparaison sur le plan économique

Après avoir évalué les coûts d'investissement et d'exploitation des trois systèmes de climatisation comme présentés dans le tableau ci-dessous, il ressort que le GEG présente un coût d'investissement assez élevé de 730 869 200 FCFA contre un coût d'investissement de 483 860 300 FCFA pour le VRV et 323 445 200 FCFA pour le split. En effet, ce coût exorbitant du GEG s'explique par la mise en place de plusieurs équipements tels que les tours de refroidissement, les pompes, les réseaux de distribution d'air, les CTA, etc. En plus, son coût de consommation d'énergie demeure élevé (4 192 480 358 FCFA) par rapport au split et au VRV.

Quant au VRV, il génère un coût d'investissement élevé après le SEG. Cela est dû au coût d'achat élevé des unités intérieures et extérieures du système. Contrairement à leur coût d'exploitation, il ne demande pas beaucoup d'investissement pour l'entretien et le remplacement des équipements et de plus sa consommation d'énergie est plus faible (1 597 072 200 FCFA) par rapport aux deux systèmes. Aussi, il faut noter que le coût de remplacement du SEG et du VRV est juste partiel, car ils peuvent avoir des petites pannes qui nécessitent le changement des appareils.

Enfin, le split présente un coût d'exploitation élevé (2 959 990 300 FCFA), car il nécessite un coût de remplacement lorsque sa durée de vie est atteinte, un coût d'entretien et de maintenance

élevé et un coût de consommation d'énergie élevé. Par contre, il demeure le système le plus économique à l'investissement.

La durée de vie maximum du split peut aller à 15 ou 20 ans en générale lorsque les planifications de maintenance et d'entretien sont respectées. Pour notre projet, nous avons considéré une durée de vie maximum de 15 ans avec un remplacement complet.

En annexe 18 est donné le détail de calcul du coût d'investissement et d'exploitation du système à eau glacée.

En conclusion, sur le plan économique, le système VRV paraît intéressant pour les bâtiments administratifs compte tenu de son coût global d'investissement et d'exploitation.

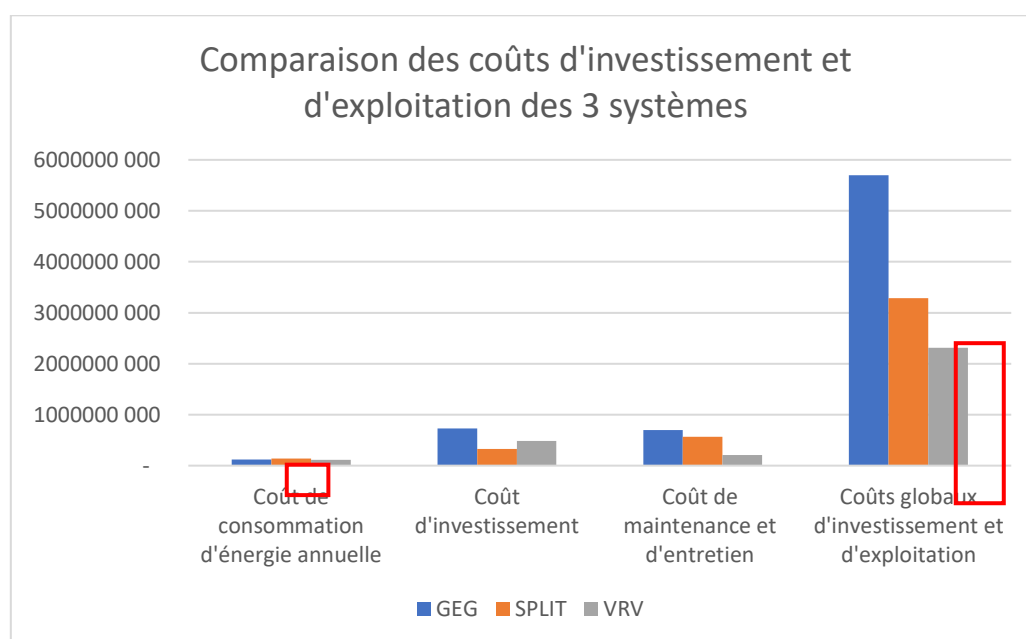


Figure 12 : Diagramme de comparaison des coûts

VI.3. Sur le plan environnemental

Les systèmes de climatisations étudiés pour notre projet utilisent des fluides frigorigènes comme réfrigérants pour transporter les calories des locaux vers l'extérieur. Ces différents fluides que sont le R410A et le R134a sont en voie de disparition, car ils sont responsables en grande partie du réchauffement planétaire avec un impact négatif sur l'environnement. Ils seront remplacés par le fluide R32 suite à l'accord de Kigali. En effet, ils ont des PRP de 2 088 et 1 430 supérieurs à 400 comme recommandé par la réglementation européenne. De plus, les fluides R410A et le R134a émettent une certaine quantité de dioxyde de carbone due à la fuite du fluide frigorigène et à l'utilisation de l'énergie électrique (les groupes électrogènes) pour l'alimentation des unités intérieures et extérieures. Toutefois pour évaluer la quantité de CO2

émis par les groupes, il a été donné un facteur d'émission de CO₂ égal à 0,9 kg/kWh [13] correspondant au facteur d'émission de la SONABEL. Le tableau 20 présente les quantités d'émissions de carbone en tonne/an ainsi que le PRP des fluides frigorigènes des trois systèmes étudiés.

Tableau 20 : Évaluation de l'impact environnemental des systèmes étudiés

Désignation	GEG	SPLIT	VRV
Énergie électrique annuelle (kWh)	1 290 640	1 489 930	1 238 445
Émission annuelle CO ₂ (kg/an)	1 161 576	1 340 937	1 114 601
Émission de CO ₂ par tonne sur 10 ans	11 616	13 409	11 146
Fluide	R-134a	R-410A	R-410A
PRP	1 430	2 088	2 088

Après analyse du tableau, il ressort que le split système émet une quantité importante de CO₂ de 13 409 tonnes/an dû à l'utilisation du fluide R410A avec un PRP de 2 088. Ensuite vient le système à eau glacée qui a une émission élevée de CO₂ de 11 616 tonnes/an malgré qu'il utilise en grande partie l'eau qui a un potentiel écologique. Cependant, le système VRV émet la plus faible émission de carbone de 11 146 tonnes/an due à sa faible consommation d'énergie.

VI.4. Notation des systèmes étudiés

Suite à l'étude comparative, nous avons trouvé judicieux d'établir un tableau de notation afin de choisir le système le plus économique et écologique pour le bâtiment administratif. Pour cela, nous allons attribuer à chaque système étudié une note en fonction des différents critères. Cette notation sera faite comme suite : 4 pour très bien, 3 pour bien, 2 pour passable et 1 pour mauvais.

Tableau 21 : Notation des systèmes

Critères	GEG	Split	VRV
Mise en œuvre	2	4	3
Esthétique	4	2	4
Niveau sonore	2	3	4
EER	4	2	3
Impact environnemental	2	1	3
Coût d'investissement	2	4	3
Coût d'exploitation	3	2	4
TOTAL/28	19	18	24

Suite à la notation des systèmes, on remarque que le système VRV a la meilleure note (24/28) par rapport aux autres systèmes, ensuite il est suivi le système à eau glacée avec une note de (19/28). Enfin vient le système split qui a la plus faible note (16/28). D'où il serait préférable de supprimer la solution split qui ne donne pas de note favorable aux critères énoncés dans le tableau 21.

En conclusion, nous pouvons retenir que le système VRV se présente comme la meilleure solution pour les bâtiments administratifs de l'aéroport de Donsin en termes d'esthétique, de confort sonore, d'impact environnemental et surtout en termes de coût d'exploitation. De plus, il permet de faire un gain de 4 874 210 FCFA en termes de consommation d'énergie annuelle par rapport au système à eau glacée (voir tableau 22).

CONCLUSION

Cette présente étude consistait à concevoir un système de climatisation des bâtiments administratifs afin d'assurer le confort thermique des occupants de l'aéroport de Donsin. L'objectif de ce travail consistait à dimensionner le système à eau glacée, de proposer des solutions alternatives de climatisation et de réaliser une étude technico-économique des systèmes. Il s'agit des solutions split systèmes et du VRV. En effet, cette étude comparative a permis de choisir parmi les 3 systèmes de climatisation le système le plus économique, écologique et le moins énergivore.

Après l'élaboration du bilan thermique par la méthode détaillée, il ressort que la charge thermique totale des bâtiments était de 1 018 kW avec un ratio de climatisation de $233 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Ensuite, les équipements ont été choisis pour chaque système dans le catalogue des constructeurs :

- Pour le système à eau glacée, il a été choisi au total 248 ventilo-convecteurs, 5 GEG, 5 CTA, 3 tours de refroidissement etc.
- Pour le VRV 247 unités intérieures et 33 unités extérieures ont été choisis
- Pour le split 211 unités ont été sélectionnés

De plus il ressort que le système qui demande beaucoup d'investissement à l'installation est le système à eau glacée. Mais son coût de maintenance et d'entretien est meilleur par rapport à celui du split.

En termes de performance énergétique, le SEG a le meilleur coefficient d'efficacité par rapport au split. Par contre celui du split est plus faible d'où sa consommation importante d'énergie.

Enfin sur le plan environnemental, le VRV est le plus écologique en termes d'émission de CO_2 . Ensuite vient le SEG avec une émission de 11 616 tonnes/an par rapport au split qui a un taux d'émission de 13 409 tonnes/an.

Enfin, les coûts globaux des 3 systèmes s'élèvent à :

- 5 699 531 900 FCFA pour le SEG ;
- 3 287 435 500 FCFA pour le split ;
- 2 312 929 500 FCFA pour le VRV.

Bibliographie

- [1] Francis SEMPORE, « Cours technologique frigorifique 2iE ». 2005.
- [2] energieplus, « Stockage d'eau glacée ».
- [3] Dr.Ing. Sayon SIDIBE, « Cour de conditionnement d'air ». 2020.
- [4] DAIKIN, « General Catalogue VRV ». 2016.
- [5] Y. COULIBALY, *Economie d'énergie dans le bâtiment, zones tropicales et régions chaudes*, Sud sciences et Technologies rue de la science. Ouagadougou, 2017.
- [6] E. ASSOUMOU OBIANG, « Calculs des charges frigorifiques de climatisation. Comparaison de cinq méthodes de calculs avec les résultats expérimentaux », 2ie, Ouagadougou, Burkina Faso, mémoire, juin 2007.
- [7] « historique-météo ; quel temps faisait-il ce jour-là ? ».
- [9] Institut de la Francophonie pour le Développement Durable (IFDD), « Guide du bâtiment durable en régions tropicales ». ENERGIES 2050.
- [10] energieplus, « Valeur de coefficients de transmission thermique (U) de parois types », *energieplus-lesite.be*.
- [11] J. CLAESSENS, Y. COULIBALY, et J. M. KONE, « Efficacité énergétique de la climatisation des bâtiments en pays tropical ».
- [12] TIENDREBEOGO Bettina, « Etude comparative de système de climatisation pour le projet de construction de la BOA ». 2016.
- [13] Boubacar Kanazoé (U Ouaga, Bruno Barbier (CIRAD/2iE et Taladidia Thiombiano (U. Ouaga), « Hydroélectricité, énergie thermique et carbone au Burkina Faso ». .
- [14] le faso.net, « Aéroport de Donsin : ou en est le projet », 2018.

Liste des annexes :

ANNEXE 1 : Feuille de calcul du Bilan thermique	42
ANNEXE 2 : Formule pour le calcul du bilan thermique par méthode de Libert.....	43
ANNEXE 3 : Suite de la formule par la méthode de Libert.....	44
ANNEXE 4 : Détermination de la température extérieure, de l'humidité et du mois le plus défavorisé	45
ANNEXE 5 : RESULTAT DU BILAN THERMIQUE ET DE CHOIX DES UNITES INTERIEURES POUR LE SEG.....	46
ANNEXE 6 : Catalogue de choix des groupes frigorifiques.....	58
ANNEXE 7 : Catalogue de choix des ventilo-convecteurs.....	59
ANNEXE 8 : Catalogue de choix des CTA	60
ANNEXE 9 : Détermination des caractéristiques du point de soufflage.....	61
ANNEXE 10 : Choix des ETD.....	62
ANNEXE 11 : Catalogue de choix des ETD.....	63
ANNEXE 12 : Tracé du réseau aéraulique.....	64
ANNEXE 13 : PLAN DE CLIMATISATION DE LA POLICE DE L'AEROPORT DE DONSIN	65
ANNEXE 14: PLAN DE CLIMATISATION DE LA GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	66
ANNEXE 15 : PLAN DE LA CLIMATISATION DE LA GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1	67
ANNEXE 16 : PLAN DE LA CLIMATISATION DE L'ANAC.....	68
ANNEXE 17 : Calcul de la perte de charge du réseau aéraulique : restaurant	69
ANNEXE 18 : Abaque aéraulique	70
ANNEXE 19 : Schéma synoptique du SEG de la gendarmerie nationale bloc A.....	71
ANNEXE 20 : Calcul du réseau hydraulique.....	72
ANNEXE 21 : Abaque hydraulique	73
ANNEXE 22 : CHOIX DES UNITES POUR LA SOLUTION SPLIT.....	74
ANNEXE 23 : Catalogue de choix des split	83
ANNEXE 24 : CHOIX DES UNITES INTERIEURES ET EXTERIEURES POUR LA SOLUTION VRV	84
ANNEXE 25 : Catalogue de choix du système VRV	98
ANNEXE 26 : Fiche technique de la pompe.....	99
ANNEXE 27 : CADRE DE DEVIS QUANTITATIF DU SYSTEME A EAU GLACEE.....	100

ANNEXE 1 : Feuille de calcul du Bilan thermique

CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION D'UN LOCAL					
Données	L	l	h	Te	Ti
	He	Hi		heure	Mois
Conduction	Murs	surf. en m ²	K	DT	gains
	S				
	O				
	N				
	E				
	Plafond				
	Plancher				
	Total des gains par conduction par les murs				
	Vitrages	surf. en m ²	K	DT	gains
	S				
	O				
	N				
	E				
	Total des gains de conduction par les fenêtres				
	Porte				
Apports. Solaire	Murs+portes clos	surf en m ²	K (W/m ²)	DT fictif	gains
	S				
	O				
	N				
	E				
	Porte				
	Total des apports solaires par les murs				
	vitrages	Surface	g F	G (W/m ²)	gains
	S				
	O				
	N				
	E				
	Total des apports solaires par les fenêtres				
	Nature	quantité	facteurs	DT	gains
Apports sensibles	occupants				
	Eclairage				
	Renouvellement				
	Total des gains sensibles internes				
Apports latents	Nature	quantité	facteurs	Dx	gains
	occupants				
	Renouvellement				
	Machines				
	Total des gains latents				
	TOTAL DES GAINS DU LOCAL				

Figure 13 : Exemple de feuille de calcul de la méthode détaillée

ANNEXE 2 : Formule pour le calcul du bilan thermique par méthode de Libert

IV.2.1 Méthode de calcul du bilan thermique par la méthode détaillée de Libert

Les formules utilisées pour déterminer les apports calorifiques dans les locaux par la méthode détaillée seront présentées ci-dessous :

IV.2.1.a Apports externes

- ❖ Apports de chaleur par transmission à travers les vitrages et les parois extérieures. Cet apport est donné par la formule suivante :

$$Q_1 = K \times S \times \Delta T \quad (1)$$

K : Coefficient global de transmission thermique à travers les parois (Voir tableau)

S : Surface de la fenêtre et de la paroi considéré

ΔT : Différence de température entre les parois considérées

- ❖ Apport de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois

$$Q_2 = K \times S \times \Delta T_{fictif} \text{ Avec } \Delta T_{fictif} = \frac{\alpha \times G \times F}{h_e} \quad (2)$$

α : Coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement (Voir tableau)

G : Rayonnement solaire tombant sur les parois verticales et horizontales

F : Facteur de rayonnement solaire

h_e : Coefficient de convection externe

- ❖ Apport de chaleur par rayonnement sur les vitres

$$Q_3 = S \times gF \times G \quad (3)$$

g : Facteur solaire de la vitre

F : Facteur correctif dû à la présence des rideaux extérieurs ou intérieurs

S : Surface de la vitre

G : Rayonnement global tombant sur les vitres

ANNEXE 3 : Suite de la formule par la méthode de Libert

IV.2.1.b Apports internes

Ce sont des apports de chaleur dû aux personnes et aux équipements. Ces apports sont de deux types :
les gains de chaleur sensible et les gains de chaleur latent.

❖ Apport de chaleur dû aux occupants

Gains sensibles :

$$Q_4 = n \times Q_s/pers \times \Delta T \quad (4)$$

Gains latents :

$$Q_5 = n \times Q_l/pers \times \Delta T \quad (5)$$

n : Nombre de personne dans le local considéré

$Q_s/pers$: Chaleur sensible par personne (voir tableau 7)

$Q_l/pers$: Chaleur latente par personne

❖ Apport de chaleur dû à l'éclairage

$$Q_6 = P_n \quad (6)$$

P_n : Puissance nominale en Watt

❖ Apport de chaleur dû au renouvellement d'air

Gain sensible

$$Q_7 = 0,34 \times n \times q_a/pers \times \Delta T \quad (7)$$

Gain latent

$$Q_8 = 0,82 \times n \times q_a/pers \times \Delta T \quad (8)$$

$q_a/pers$: Débit d'air neuf par personne

IV.2.1.c Apport de chaleur total

C'est la somme totale de tous les apports de chaleurs externes et internes d'où :

ANNEXE 4 : Détermination de la température extérieure, de l'humidité et du mois le plus défavorisé

Tableau 21 : Détermination de la température extérieure [7]

Température extérieure °C											
Années	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Moyenne sur 10 ans
Mars	41,5	38,4	40,9	38,7	38,6	39,1	40,7	39,3	39,6	40,5	39,7
Avril	41,9	40,2	39,6	41,0	39,8	40,1	40,4	39,9	40,5	41,5	40,0
Mai	41,2	39,8	40,2	38,8	40,1	39,5	39,0	40,2	39,2	39,9	39,8

Tableau 22 : Détermination de l'humidité relative [7]

Humidité relative %											
Années	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Moyenne sur 10 ans
Mars	20,7	11,2	28,2	15,6	16,9	16,7	12,3	19,4	14,9	40,5	17,2
Avril	24,8	27,8	36,7	34,3	23,1	30,4	26,7	27,3	29,8	38,4	30
Mai	35,2	39,5	41,6	42,6	39,9	41,1	40,2	39,3	45	51,4	41,6

ANNEXE 5 : RESULTAT DU BILAN THERMIQUE ET DE CHOIX DES UNITES INTERIEURES POUR LE SEG

	RESULTATS ETUDES						CHOIX DES EQUIPEMENTS							
Bâtiments	Désignation du local	S (m ²)	V (m3)	Débit (m3/h)	Puiss froid (kW)	Ratio (w/m ²)	Type UI	Référence UI	Nbre UI	Débit d'eau (l/s)	Débit total (l/s)	Type UE	Réf UE	Puiss froid UE (kW)
CENTRE MEDICO SOCIAL	Bureau médecin	12	36	216	2,67	223	Mural	FWT04AT	1	0,15	8,33	GF	EW WD1 90-G-XS	185
	Bureau infirmier	13	39	234	3,03	233	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Salle de soin	13	39	234	3,05	235	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Salle de consultation 1	19	57	342	4,52	238	Mural	FWT02AT	2	0,22				
	Salle de consultation 2	19	57	342	4,03	212	Mural	FWT02AT	2	0,22				
	Hall d'attente + Secrétariat + Salle attente	84	252	1512	18,92	225	Plafonnier gainable	FWT08AT	3	1.09				
	Local reprographie	11	33	198	2,69	245	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Local réserve	11	33	198	2,41	219	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Local stérilisation	11	33	198	2,41	219	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Utilité sale	11	33	198	2,03	185	Mural	FWT02AT	1	0,11				
	Local compresseur	13	39	234	2,58	198	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Pharmacie de stockage	13	39	234	2,41	185	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Bureau dentiste	13	39	234	2,68	206	Mural	FWT05AT	1	0,17				
	Salle d'observation 1	11	33	198	2,73	248	Mural	FWT04AT	1	0,15				

	Salle d'observation 2	19	57	342	4,34	228	Mural	FWT02AT	2	0,22				
	Salle de consultation 3	19	57	342	4,6	242	Mural	FWT03AT	2	0,27				
	TOTAL CENTRE	292	876	5256	65,1	221			22,0	3,82				
POLICE	Local maintenance	19	57	342	4,21	222	Mural	FWT06AT	1	0,25				
							Cassette à soufflage circulaire	FWC07BT	1	0,27				
	Hall	19	57	342	4,98	262								
	Bureau de direction 1	26	78	468	5,77	222	Cassette encastrable 4 voies	FWC07AT	1	0,32				
	Local reprographie	9	27	162	1,78	198	Mural	FWT02AT	1	0,11				
	Bureau 3 personnes 1	26	78	468	6,22	239	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
	Bureau 3 personnes 2	26	78	468	6,25	240	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
	Local serveur	13	39	234	2,57	198	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Stockage fourniture	13	39	234	2,62	202	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Détente	26	78	468	6,67	257	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
							Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
	Briefing	26	78	468	6,41	247								
	Bureau 3 personnes 3	26	78	468	5,66	218	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
	Bureau 3 personnes 4	26	78	468	6,34	244	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				

	Archive de proximité	9	27	162	1,75	194	Mural	FWT02AT	1	0,11				
	Bureau de direction 2	26	78	468	5,87	226	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,30				
	Secrétaire de direction	19	57	342	4,51	237	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	2	0,22				
	Secrétaire	20	60	360	5,28	264	Mural	FWT04AT	2	0,31				
	TOTAL POLICE	329	987	5 922	76,89	229			23,00	4,51				
DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES	Bureau chef de coffre	26	78	468	5,85	225	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,3	9,51	GF	EW WD2 30- G-XS	222
	Secrétariat 1	19	57	342	4,49	236	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau renseignement information	19	57	342	4,96	261	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,3				
	Bureau chef de comptabilité	19	57	342	3,65	192	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau adjoint 1	22	66	396	4,39	200	Cassette à soufflage circulaire	FWC06BT	1	0,24				
	Section vérification 1 (18 personnes)	74	222	1 776	19,27	260	Mural	FWT06AT	1	0,25				
	Salle de repos (20 personnes)	26	78	468	7,03	270	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	3	0,59				
	Section vérification 2 (18 personnes)	74	222	1 776	19,27	260	Cassette à soufflage circulaire	FWC07BT	4	1,07				
	Bureau adjoint 2	20	60	360	4,39	220	Cassette encastrable 4 voies	FWC06BT	1	0,24				

	Secrétariat 2	19	57	456	4,49	236	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau chef (coffre-fort)	26	78	468	5,68	218	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,3				
	Magasin colis commerciaux	74	222	1 332	17,93	242	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	10	1,12				
	Section archive bureau adjoint	20	60	360	4,38	219	Mural	FWT06AT	1	0,25				
	Section archive bureau chef	20	60	600	4,38	219	Mural	FWT06AT	1	0,25				
	Bureau de dédouanement	26	78	468	5,99	230	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
	Magasin informatique	13	39	234	2,9	223	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Local informatique	13	39	234	3,2	246	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau chef cellule informatique	22	66	396	3,17	144	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Section écriture	64	192	1 152	16,99	265	Mural	FWT06AT	4	1,01				
	Salle de réunion (50 personnes)	104	312	1 872	33,75	325	CTA	CLIMACIA T AIR COMPACT	1	1,95				
	Hall d'attente 1	19	57	342	4,76	251								
	Hall d'attente 2	19	57	342	4,35	229								
	TOTAL DOUANES	738	2 214	14 526	185	235			37	9,51				
ANAC	Bureau double 1	25	75	450	6,54	262	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39	10,74	GF	EW WD2 80-G-XS	276
	Bureau individuel 1	13	39	234	2,6	200	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Bureau individuel 2	13	39	234	2,6	200	Mural	FWT04AT	1	0,15				

Bureau double 2	25	75	450	5,55	222	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
Salle de détente 1	19	57	342	4,7	247	Mural	FWT03AT	2	0,27				
Secrétaire de direction 1	13	39	234	3,41	262	Mural	FWT05AT	1	0,22				
Bureau de direction 1	25	75	450	6,25	250	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
Archive de proximité 1	8	24	144	1,56	195	Mural	FWT02AT	1	0,11				
Stock fourniture reprographie 1	25	75	450	2,95	118	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Archive de proximité 2	8	24	144	1,56	195	Mural	FWT02AT	1	0,11				
Bureau de direction 2	25	75	450	6,25	250	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
Secrétaire de direction 2	13	39	234	3,41	262	Mural	FWT05AT	1	0,22				
Local serveur 1	13	39	234	2,66	205	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Secrétaire de direction 3	13	39	234	3,41	262	Mural	FWT05AT	1	0,22				
Bureau de direction 3	25	75	450	6,25	250	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
Archive de proximité 3	8	24	144	1,56	195	Mural	FWT02AT	1	0,11				
Stock fourniture reprographie 2	25	75	450	2,95	118	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Archive de proximité 4	8	24	144	1,56	195	Mural	FWT02AT	1	0,11				

Bureau de direction 4	25	75	450	6,25	250	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
Secrétaire de direction 4	13	39	234	3,17	244	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle de détente 2	19	57	342	4,69	247	Mural	FWT03AT	2	0,27				
Bureau double 3	25	75	450	5,91	236	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
Bureau individuel 3	13	39	234	2,6	200	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau individuel 4	13	39	234	2,6	200	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau double 4	25	75	450	5,57	223	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
Bureau double 5	13	39	234	5,96	458	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
Bureau individuel 5	13	39	234	2,65	204	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bibliothèque technique 1	28	84	504	7,56	270	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	4	0,45				
Bureau individuel 6	13	39	312	2,64	203	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau double 6	26	78	390	6,4	246	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
Salle des archives	25	75	450	3,81	152	Mural	FWT05AT	1	0,22				
Bureau double 7	26	78	468	6,49	250	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
Bureau individuel 7	13	39	234	2,62	202	Mural	FWT02AT	1	0,15				

	Bibliothèque technique 2	28	84	504	7,56	270	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	4	0,45				
	Bureau individuel 8	13	39	234	2,81	216	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Bureau double 8	25	75	600	5,75	230	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
	Salle de réunion 1	19	57	456	4,67	246	CTA	CLIMACIA T AIR COMPACT	1	1,75				
	Salle de réunion 2	30	90	720	8,09	270								
	Salle de réunion 3	30	90	720	8,34	278								
	Salle de réunion 4	19	57	456	5,01	264								
	Hall d'accueil 1	20	60	480	5,19	260								
	Hall d'accueil 2	20	60	480	4,85	243								
	TOTAL ANAC	798	2 394	15 342	187	227			52	10,74				
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	Bureau adjudant escadron	19	57	342	4,34	228	Mural	FWT05AT	1	0,22	12,94	GF	EW WD2 80- G-XS	276
	Bureau adjoint 1	20	60	360	4,34	217	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau commandant 1	26	78	468	6,11	235	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,3				
	Bureau chef secrétariat 1	13	39	234	3,18	245	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Secrétariat 1	13	39	234	3,43	264	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau escadron	19	57	342	4,78	252	Mural	FWT06AT	1	0,25				
	Bureau peloton	19	57	342	4,18	220	Cassette encastrable 4 voies	FWF04AT	1	0,2				
	Bureau trésorier	13	39	234	3,2	246	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Service sport	13	39	234	3,21	247	Mural	FWT05AT	1	0,22				

	Salle réflexion 1	12	36	216	2,83	236	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle d'attente	13	39	234	2,92	225	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Secrétariat 2	13	39	234	3,43	264	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau chef secrétaire	13	39	234	3,29	253	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Bureau commandant 2	26	78	468	6,11	235	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,3				
	Bureau adjoint 2	26	78	468	5,69	219	Cassette à soufflage circulaire	FWC08BT	1	0,3				
	Salle de garde 1	13	39	234	3,15	242	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle de garde 2	13	39	234	3,28	252	Mural	FWT05AT	1	0,22				
	Salle de réflexion 2	13	39	234	3,15	242	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle de réflexion 3	13	39	234	3,15	242	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle de détente	26	78	468	6,17	237	Cassette encastrable 4 voies	FWF03AT	2	0,39				
	Salle de repos	19	57	342	4,63	244	Mural	FWT03AT	2	0,27				
	Salle de garde 3	19	57	342	4,5	237	Mural	FWT02AT	2	0,22				
	Salle de réunion	26	78	468	6,75	260	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	3	0,34				
	TOTAL GENDARMERIE BLOC A RDC	400	1 200	7 200	95,82	241			28	5,3				
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1	Bureau adjoint	26	78	468	6,38	245	Mural	FWT04AT	2	0,31				
	Bureau commandant	26	78	624	6,45	248	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				

CONCEPTION DU SYSTEME DE CLIMATISATION DES BATIMENTS ADMINISTRATIFS DE L'AEROPORT DE DONSIN

Chef secrétariat	13	39	234	2,75	212	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Secrétariat	13	39	234	2,85	219	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle d'attente	25	75	450	5,67	227	Mural	FWT02AT	3	0,34				
Salle communication	39	117	702	10,45	268	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	5	0,56				
Bureau transmission	13	39	234	3,08	237	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Service emploi	13	39	234	3,08	237	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau vagueuses	13	39	234	3,08	237	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle de réunion	39	117	702	11,92	306	Plafonnier gainable	FWT05AT	3	0,73				
Local serveur	12	36	216	2,43	203	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Poste com opérationnel	26	78	624	6,49	250	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34				
Bureau adjudant	12	36	216	2,94	245	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau trésorier	13	39	234	2,79	215	Mural	FWT04AT	3	0,46				
B service den logis	13	39	234	2,79	215	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau police judiciaire	13	39	234	3,44	265	Mural	FWT05AT	1	0,22				
Ressources humaines	13	39	234	2,74	211	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Service sport	40	120	720	12,44	311	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	6	0,67				
Salle de garde 1	13	39	234	2,82	217	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle de garde 2	13	39	234	2,82	217	Mural	FWT04AT	1	0,15				
TOTAL GENDARMERIE BLOC A R+1	388	1 164	7 296	97,41	239			36	5,67				

GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+2	Salle d'archives	35	105	630	10,19	291	Cassette à soufflage circulaire	FWC07BT	2	0,54				
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+3	Salle de repos	40	120	720	11,84	296	Mural	FWT05AT	3	0,65				
GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+4	Salle de crise	50	150	900	15,88	318	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	7	0,78				
	TOTAL GENDARMERIE BLOC A	913	2 739	16 746	231	277			76	12,94				
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	Bureau commandant 1	26	78	468	6,38	245	Cassette à soufflage circulaire	FWC09BT	1	0,34	13,37	GF	EW WD3 20- G-XS	306
	Bureau adjoint 1	13	39	234	2,97	228	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle des enquêteurs	26	78	468	6,12	235	Mural	FWT04AT	2	0,31				
	Salle d'audition 1	13	39	234	2,96	228	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle d'audition 2	13	39	234	2,95	227	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle garde à vue 1	12	36	216	2,59	216	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle garde à vue 2	12	36	216	2,59	216	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle garde à vue 3	12	36	216	2,59	216	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Salle garde à vue 4	12	36	216	2,89	241	Mural	FWT04AT	1	0,15				
	Local technique 1	12	36	216	2,38	198	Mural	FWT04AT	1	0,15				

Bureau commandant 2	20	60	360	4,5	225	Cassette à soufflage circulaire	FWC07BT	1	0,27				
Bureau adjoint 2	13	39	234	2,97	228	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salles techniciens	13	39	234	2,73	210	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle de garde	13	39	234	2,96	228	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau cynophile 1	13	39	234	2,88	222	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Bureau cynophile 2	13	39	234	2,92	225	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle d'audition 3	19	57	342	4,52	238	Mural	FWT06AT	1	0,25				
Cellule VIP avec toilette 1	12	36	216	2,42	202	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Cellule VIP avec toilette 2	12	36	216	2,42	202	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Cellule VIP avec toilette 3	12	36	216	2,42	202	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Cellule VIP avec toilette 4	12	36	216	2,42	202	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Local technique 2	13	39	234	2,42	186	Mural	FWT04AT	1	0,15				
Salle vidéo	13	39	234	3,5	269	Mural	FWT05AT	1	0,22				
Hall d'attente	19	57	342	4,56	240	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	3	0,34				
TOTAL GENDARMERIE BLOC B	348	1 044	6 264	78,06	222			27	4,5				
Bibliothèque	51	153	765	15,59	306	Cassette encastrable 4 voies	FWF02AT	8	0,9				

GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	Salle de loisir	44	132	1 320	11,25	256	Cassette à soufflage circulaire	FWC07BT	3	0,8
	Salle de musculation	125	375	4500	25,84	207	CTA	CLIMACIA T AIR COMPACT	1	2,08
	Salle de détente	8	24	144	2,44	305	Mural	FWT04AT	1	0,15
	Bureau	8	24	144	1,74	218	Mural	FWT02AT	1	0,11
	Cuisine	84	252	5040	20,26	241	CTA	CLIMACIA T AIRTECH	1	4,83
	Salle de restaurant	327	981	9810	70,36	215	CTA	CLIMACIA T AIR COMPACT	1	
TOTAL GENDARMERIE BLOC C		647	1 941	21 723	147,48	250			16	8,87

ANNEXE 6 : Catalogue de choix des groupes frigorifiques

EWWD-G-XS

Groupe d'eau glacée monovis
à refroidissement par eau,
haute efficacité,
niveau sonore standard



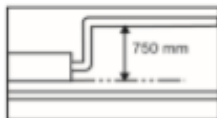
Chauffage seul et froid seul			EWWD-G-XS	190	230	280	320	380	400	460	500	550	650	
Puissance frigorifique Norm.			kW	185	222	276	306	365	407	443	495	539	602	
Puissance calorifique Norm.			kW	226	272	337	379	446	496	540	602	657	743	
Puissance absorbée Refroidissement			Mini.	kW	40,6	49,4	61,0	73,4	81,3	89,0	97,0	107	141	
Puissance absorbée Chauffage			Norm.	kW	40,6	49,4	61,0	73,4	81,3	89,0	97,0	107	141	
Commande de puissance			Méthode	Variation de puissance continue										
Puissance minimum			%	25,0 12,5										
IEER				4,57	4,50	4,53	4,57	4,50	4,58	4,57	4,61	4,59	4,70	
ESER				5,17	5,11	5,13	4,91	5,14	5,62	5,63	5,68	5,67	5,77	
COP				5,57	5,50	5,53	5,17	5,50	5,58	5,6	5,61	5,59	5,76	
IPV (valeur intégrée sous charge partielle)				6,45	6,36	6,35	5,80	6,47	6,57	6,55	6,65	6,64	6,17	
Qualité d'ambiance			Climat tempéré - sortie d'eau à 35 °C	Général	qualité standard de chauffage d'ambiance		%							
					187	184	185	175						
					4,75	4,68	4,69	4,44						
Dimensions			Unité	Hauteur	mm	1.860								
				Largeur	mm	920								
				Profondeur	mm	3.435								
Poids			Unité	kg	1.650	1.665	1.680	2.800	2.945	2.955	2.975	2.990		
			Poids en fonctionnement	kg	1.800	1.810	1.820	3.000	3.280	3.290	3.315	3.340		
Évaporateur de réchauffeur de chaleur eau			Type	Multitubulaire à passage unique										
			Volume d'eau	l	125	120	190	170	285	280				
			Débit d'eau Norm.	l/s	8,9	10,6	11,2	14,6	17,5	19,5	21,2	21,7	21,8	
			Chute de pression d'eau Refroidissement Totale	kPa	23	31	30	37	28	21	24	33	39	
Échangeur de chaleur d'eau - condenseur			Type	Multitubulaire à passage unique										
			Débit d'eau Norm.	l/s	10,9	11,1	16,2	18,2	10,7	10,9	11,0	11,2	15,8	
			Débit d'eau 2 Norm.	l/s					10,7	11,0	12,9			
			Chute de pression d'eau Refroidissement Norm.	kPa	16	18	22	27			15	14	17	
			Chute de pression d'eau 2 Refroidissement Norm.	kPa							15	14	17	
Compresseur			Type	Compresseur monovis										
			Quantité				1					2		
Niveau de puissance sonore			Refroidissement Norm.	dB(A)			88					90		
Niveau de pression sonore			Refroidissement Norm.	dB(A)			70					72		
Plage de fonctionnement			Évaporateur	°C/BS	-8/-15									
			Condenseur	°C/BS	20-55									
Réfrigérant			Type / PSE	R-134a / R-410A										
			Circuits	Quantité			1					2		
Charge de réfrigérant			Par circuit	kg	60,0			65,0	60,0	65,0	60,0			
			Tonq. CO ₂		85,8			93,0	85,8	93,0	85,8			
Raccords de tuyauterie			Entrée/Sortie d'eau de l'évaporateur (D.E.)				114,3			139,7	168,3 mm			
			Entrée/Sortie d'eau du condenseur (D.C.)						5"					
Unité			Courant de démarrage Maxi.	A			208			307			420	
			Courant de fonctionnement Norm.	A			81			161			196	
			Fonctionnement Maxi.	A	114	136	165	186	229	250	272	308	330	
Alimentation électrique			Phase/Fréquence/Tension	Hz/V	3-/50/400									

ANNEXE 7 : Catalogue de choix des ventilo-convecteurs

Cassette encastrable à 4 voies de soufflage

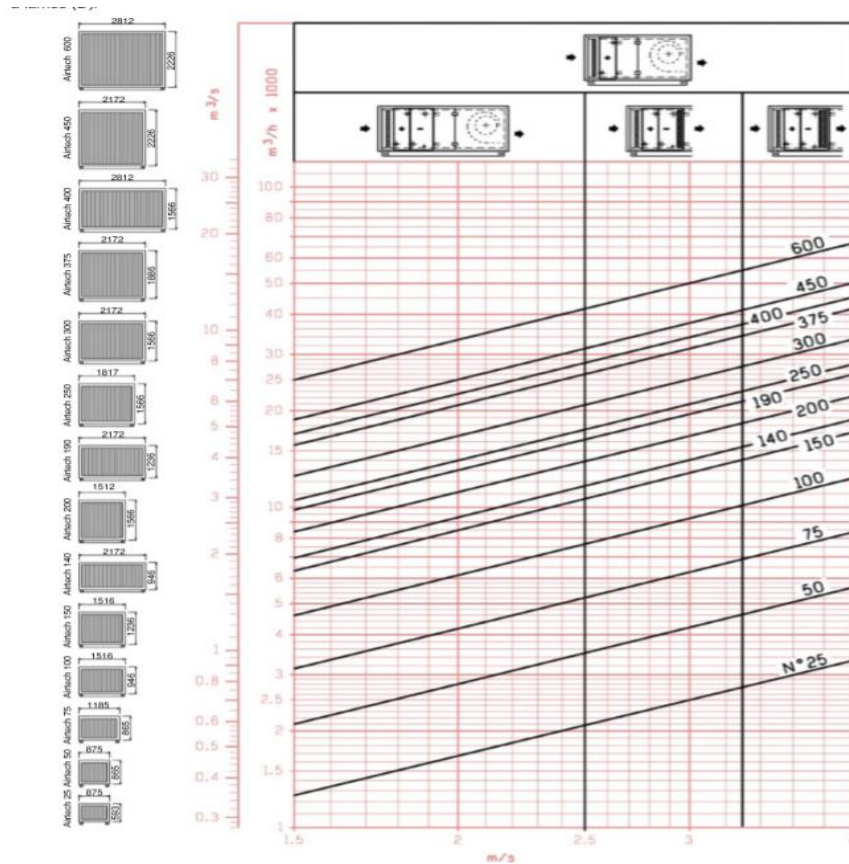
Moteur CA de ventilateur pour installation au plafond.
Possibilité de fermeture d'un ou de deux volets

- » Panneau décoratif moderne blanc (RAL 9010)
- » Caisson compact autorisant un montage affleurant de l'unité dans un plafond et un mariage élégant avec les modules architecturaux standard
- » Balayage automatique horizontal assurant un fonctionnement confortable **sans courant d'air** et évitant les salissures au plafond
- » **Admission d'air frais intégrée** au même système, ce qui réduit le coût d'installation dans la mesure où aucune ventilation supplémentaire n'est nécessaire
- » Pompe d'évacuation standard avec **hauteur de refoulement de 750 mm**



FWF-BT/BF			02	03	04	05	02	03	04	05	
			2 tubes				4 tubes				
Puissance frigorifique	Puissance totale	Très haut	KW	2,0	3,2	4,2	5,2	2,0	2,7	3,5	4,5
		Haut	KW	1,7	2,8	3,3	4,0	1,7	2,3	2,8	3,5
		Bas	KW	1,5		2,5	2,9	1,4		1,8	2,6
	Puissance sensible	Très haut	KW	1,5	2,0	2,8	3,5	1,5	1,7	2,4	3,3
		Haut	KW	1,3	1,7	2,1	2,7	1,3		1,7	2,3
		Bas	KW	1,1		1,4	1,8	1,1		1,0	1,5
Puissance calorifique	2 tubes	Très haut	KW	2,9	4,0	5,4	6,7				
		Haut	KW	2,6	3,4	4,3	5,3				
		Bas	KW	2,3		2,8	3,6				
	4 tubes	Très haut	KW			-		3,9	3,8	4,9	6,1
		Haut	KW			-		3,1	3,3	3,9	4,8
		Bas	KW			-		2,3		2,8	3,5
Puissance absorbée	Très haut	W	74		90	118		74		94	121
	Haut	W	67		70	89	67	62	74	93	
	Bas	W	60		55	62	60		55		66
Dimensions	Unité	Hauteur	mm	285							
		Largeur	mm	575							
		Profondeur	mm	575							
Poids	Unité	kg	19						20		
Ventilateur	Type		Turbo								
	Quantité		1								
	Débit d'air										
	Haut	m³/h	468		660	876	468	438	618	822	
	Bas	m³/h		318		420	318		300	390	
Niveau de puissance sonore	Très haut	dBA	44		50	55	44	46	52	57	
	Haut	dBA	40		44	49	40	42	46	51	
Niveau de pression sonore	Très haut	dBA	31		40	45	31	33	42	47	
	Haut	dBA	27		33	39	27	29	35	41	
Raccords de tuyauterie	Evacuation	DE	VP20 (diam. extérieur 26 / diam. Intérieur 20)								
Alimentation électrique	Phase/Fréquence/Tension	Hz/V	1~ / 50 / 220-240								
Systèmes de commande	Télécommande infrarouge		BRC/ES30 / BRC/ES31								
	Télécommande câblée		BRC/ES07								

ANNEXE 8 : Catalogue de choix des CTA



AIRTECH™
Centrales de traitement d'air



AIRTECH™
Le choix technologique

Débit d'air : 1 000 à 66 000 m³/h



Caractéristiques	Classe	
	Taille 25 à 75	Taille 100 à 600
Résistance mécanique	D1	D2
Étanchéité à l'air	L1	L1
Fuite de dérivation du filtre	F9	F9
Transmittance thermique	T2	T2
Portage thermique	TB2	TB2



LE TRAITEMENT D'AIR DE TOUTES LES APPLICATIONS

Une gamme de débit d'air étendue et un choix exhaustif des fonctions du traitement de l'air permettent à **AIRTECH™** de répondre efficacement à toutes les réalisations du tertiaire et de l'industrie.

Les spécifications des cahiers des charges trouveront des réponses adaptées grâce à une large palette de solutions proposées, à une excellente modularité du produit, ainsi qu'à de multiples possibilités de montage horizontal, vertical, superposé, juxtaposé, en ambiance intérieure ou extérieure.

LES PERFORMANCES NOUVELLES NORMES

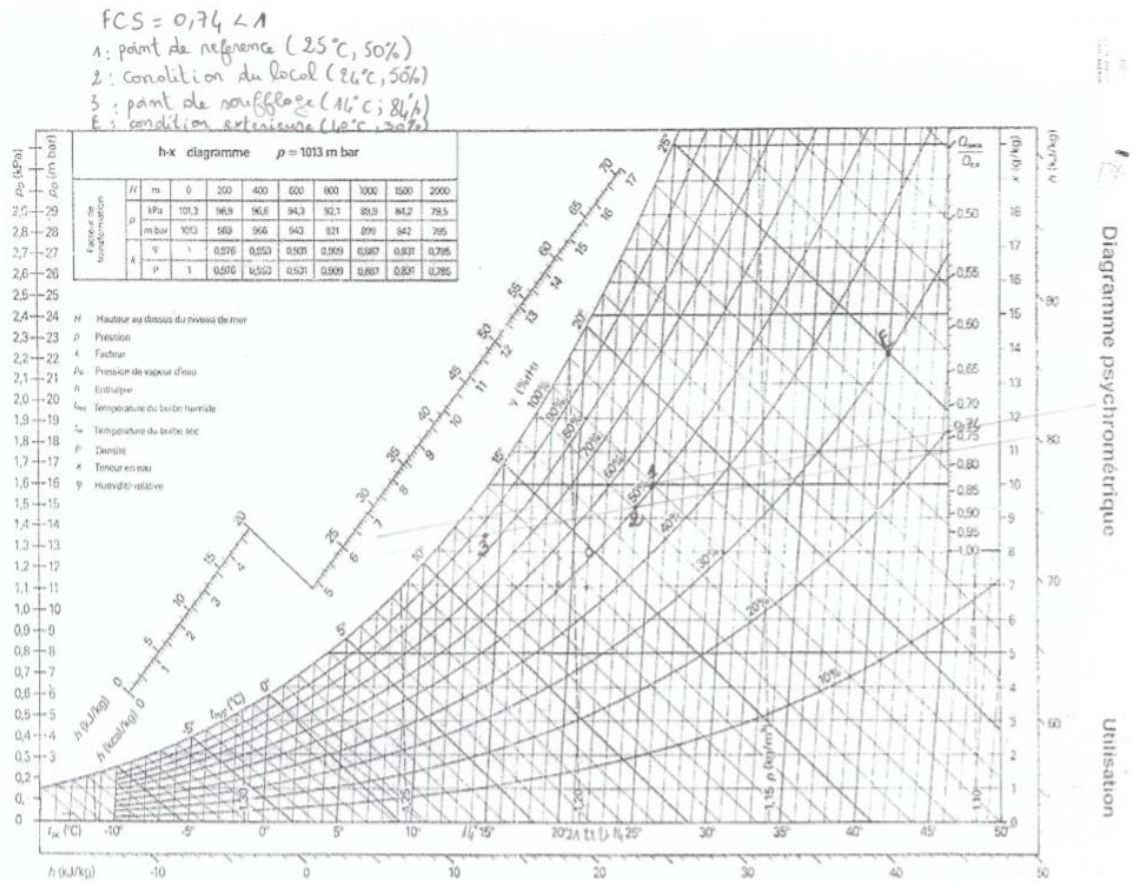
Les centrales de traitement d'air **AIRTECH™** ont été conçues dans l'esprit des recommandations de la norme EN 13053 et l'ambition des meilleures classifications de la norme EN 1886 : transmittance et portage thermique, résistance mécanique et étanchéité à l'air de l'enveloppe, fuite de dérivation des filtres, respect de la prescription sur la sécurité mécanique des ventilateurs.

Tous les éléments et accessoires (poignées, loquets de fermeture, traversées de paroi, hublots, joints d'étanchéité) ont été développés par CIAT pour atteindre un haut niveau de performances, grâce à une conception spécifique et faisant référence.

2

ANNEXE 9 : Détermination des caractéristiques du point de soufflage

© AFPA, France - DEAT - Froid et climatisation - D. Diagramme Psychro Diagramme Psychrométrique doc - F. Cadez - Mai 2002



ANNEXE 10 : Choix des ETD

ETUDES						CHOIX DES EQUIPEMENTS							
Bâtiments	Désignation du local	S (m²)	Débit (m³/h)	Puissance frigorifique (kW)	Ratio (w/m²)	Référence UI soufflage	Débit unitaire (m³/h)	Qte	Débit total soufflé (m³/h)	Référence UI reprise	Débit unitaire (m³/h)	Qte	Débit total soufflé (m³/h)
Direction générale des douanes	Salle de réunion (50 personnes)	104	3 804	29,86	210	DAP 195 S-3	300	13	3 900	GAC 81 300*300	300	13	3 900
	Hall d'attente 1	19											
	Hall d'attente 2	19											
ANAC	Salle de réunion 1	19	3 072	27,33	198	LAC 34 400*100	300	11	3 300	GAC 81 300*300	300	11	3 300
	Salle de réunion 2	20											
	Salle de réunion 3	30											
	Salle de réunion 4	30											
	Hall d'accueil 1	20											
	Hall d'accueil 2	19											
Gendarmerie nationale bloc C, RDC	Cuisine	84	5 040	20,26	241,19	GAC 21 300*150	400	13	5 200	GAC 81 300*300	400	13	5 200
	Salle de restaurant	327	9 810	70,36	215	Tenso/1485-4	500	20	10 000	GAC 81 500*300	500	20	10 000
	Salle de musculation	125	4 500	25,84	207	DAU 40/375*375	500	10	5 000	GAC 81 500*300	500	10	5 000
TOTAL								67	27 400			67	27 400

ANNEXE 11 : Catalogue de choix des ETD

→ SÉLECTION GFC 10 / GAC 10 ET GFC 21 / GAC 21

Débit (m³/h)	L x H	200 x 100	250 x 100	300 x 100	250 x 150	400 x 100	300 x 150	500 x 100	400 x 150	500 x 150	400 x 200	600 x 150	500 x 200	600 x 200	800 x 200	600 x 300	800 x 300	1000 x 300
	Ak (m²)	0,0093	0,0125	0,0152	0,0193	0,0190	0,0224	0,0248	0,0306	0,0387	0,0432	0,0453	0,0547	0,0640	0,0830	0,0930	0,1130	0,1640
160	X (m)	2,5	2,2															
	NR	22	< 20															
	PI (Pa)	8	5															
200	X (m)	3,1	2,7	2,5	2,3	2,2												
	NR	27	< 20	< 20	< 20	< 20												
	PI (Pa)	13	8	6	4	3												
250	X (m)	3,9	3,4	3,1	2,8	2,8	2,6	2,4										
	NR	33	28	24	20	< 20	< 20	< 20										
	PI (Pa)	20	12	9	6	5	4	3										
300	X (m)	4,6	4,1	3,8	3,4	3,3	3,1	2,9	2,6									
	NR	37	32	29	25	24	21	< 20	< 20									
	PI (Pa)	29	18	13	8	8	6	5	3									
350	X (m)	5,4	4,8	4,4	4	3,9	3,6	3,4	3	2,7								
	NR	41	36	33	29	28	25	23	< 20	< 20								
	PI (Pa)	39	24	17	11	10	8	6	4	3								
400	X (m)	6,2	5,5	5	4,5	4,4	4,1	3,9	3,5	3,1	2,9	2,9						
	NR	44	39	36	32	31	28	26	22	< 20	< 20	< 20						
	PI (Pa)	51	32	23	15	14	10	8	5	3	3	2						
500	X (m)		6,8	6,3	5,6	5,5	5,1	4,9	4,3	3,9	3,7	3,6	3,3	3				
	NR		45	41	37	36	33	31	27	23	20	< 20	< 20	< 20				
	PI (Pa)		49	35	23	21	15	13	8	5	4	4	3	2				
600	X (m)				7,9	7,8	7,1	6,8	6,1	5,5	5,1	5	4,6	4,2	3,7			
	NR				45	45	41	39	35	31	29	28	24	20	< 20			
	PI (Pa)				45	42	38	35	31	27	24	21	18	15	12			
700	X (m)						8,2	7,8	7	6,3	5,9	5,7	5,2	4,8	4,2	3,9		
	NR						45	43	38	34	32	31	27	24	< 20	< 20		
	PI (Pa)						39	32	21	14	11	10	7	5	3	2		
800	X (m)							8,7	7,8	7	6,6	6,5	5,9	5,4	4,8	4,4		
	NR							46	41	37	35	34	30	26	22	< 20		
	PI (Pa)							41	26	17	13	12	8	6	4	3		
1000	X (m)								8,7	7,8	7,4	7,2	6,5	5,9	5,3	4,9	4,2	
	NR								44	40	37	36	33	29	24	21	< 20	
	PI (Pa)								32	21	17	15	10	7	4	3	2	
1200	X (m)									9,4	8,8	8,6	7,8	7,1	6,4	5,9	5	4,5
	NR									44	42	41	37	33	29	26	< 20	< 20
	PI (Pa)									31	24	22	15	10	6	5	3	2
1400	X (m)									10,3	10,1	9,9	8,3	7,4	6,9	5,9	5,2	
	NR									45	45	41	37	33	30	23	< 20	
	PI (Pa)									32	29	28	14	9	6	3	2	
1800	X (m)													10,7	9,5	8,8	7,5	6,7
	NR													43	39	36	30	25
	PI (Pa)													23	15	11	6	4
2000	X (m)														11,8	10,6	9,8	8,4
	NR														46	41	38	32
	PI (Pa)														28	18	13	7
2500	X (m)															13,3	12,3	10,5
	NR															47	44	38
	PI (Pa)															28	21	11
3000	X (m)																12,6	11,2
	NR																42	38
	PI (Pa)																16	10
3500	X (m)																14,7	13,1
	NR																46	41
	PI (Pa)																21	14
4000	X (m)																	15
	NR																	45
	PI (Pa)																	18

NR < 25

25 < NR > 35

35 < NR > 45

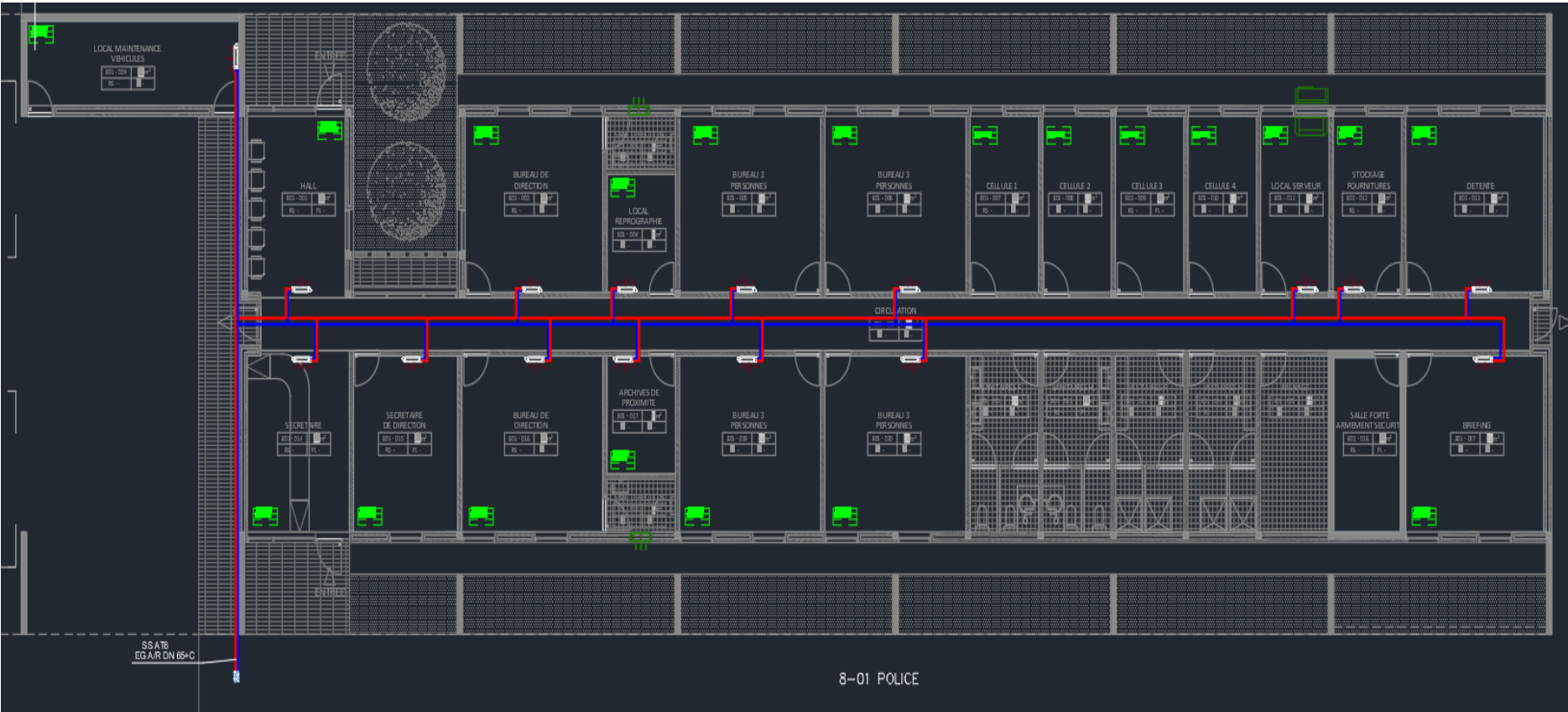
NR > 45

NR indiqué : puissance acoustique sans atténuation du local.

ANNEXE 12 : Tracé du réseau aéraulique



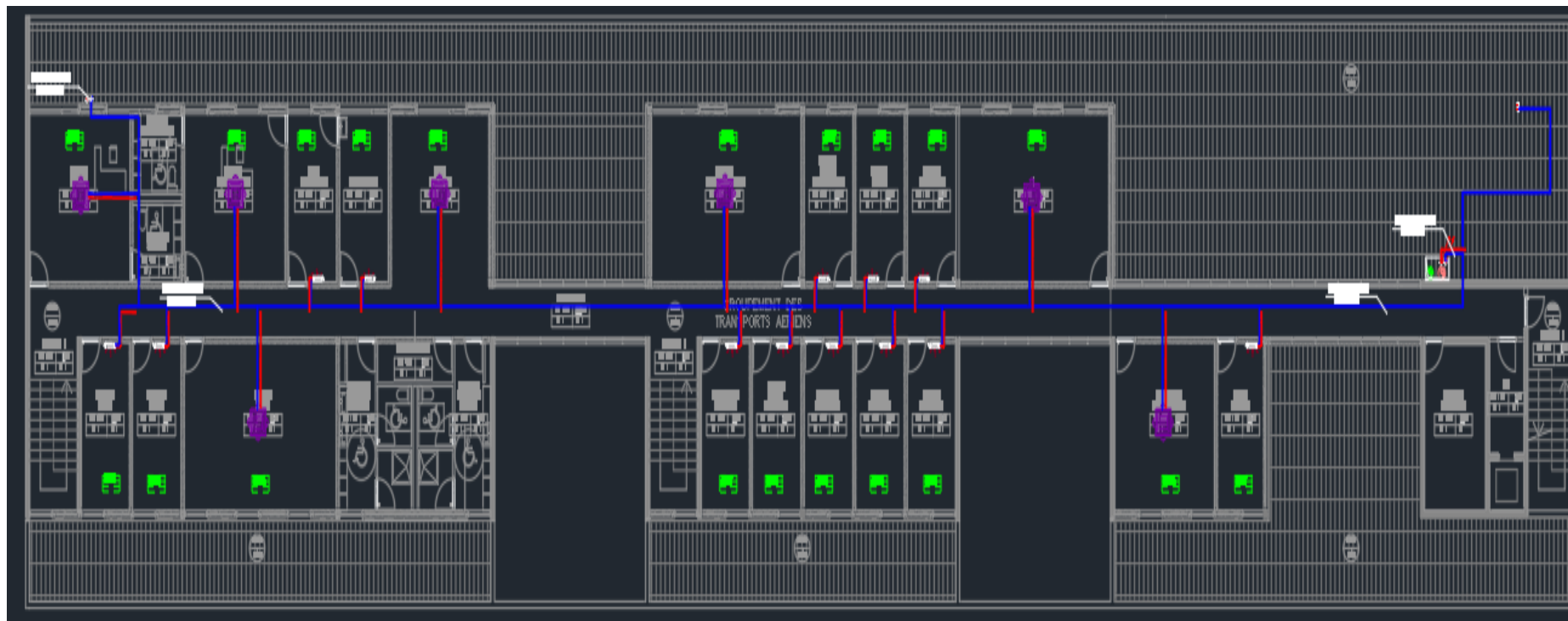
ANNEXE 13 : PLAN DE CLIMATISATION DE LA POLICE DE L'AEROPORT DE DON SIN



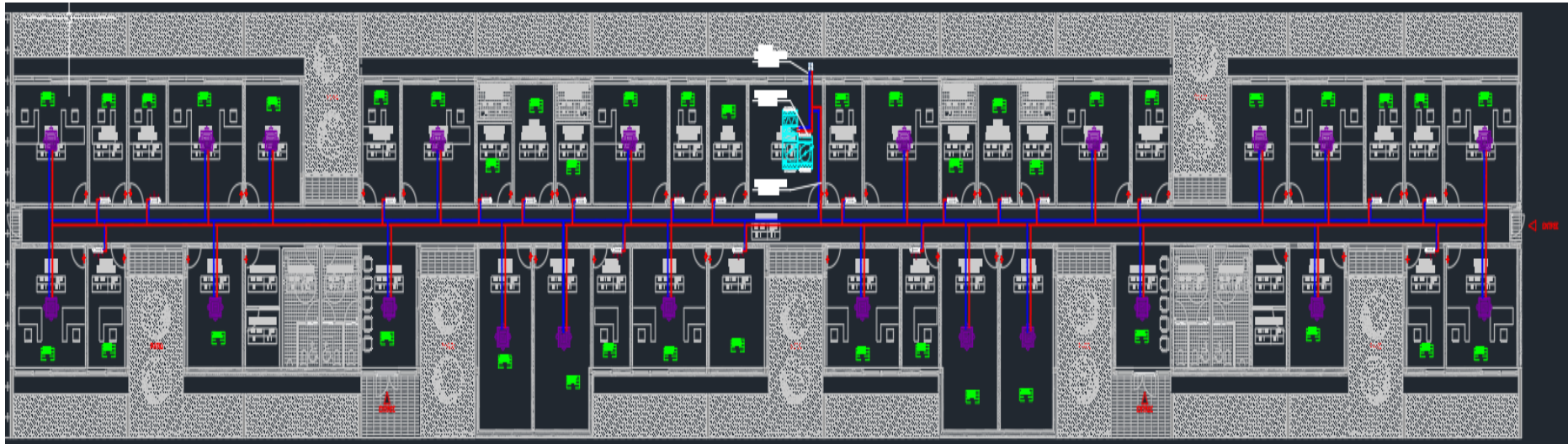
ANNEXE 14: PLAN DE CLIMATISATION DE LA GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC



ANNEXE 15 : PLAN DE LA CLIMATISATION DE LA GENDARMERIE NATIONALE BLOC A R+1



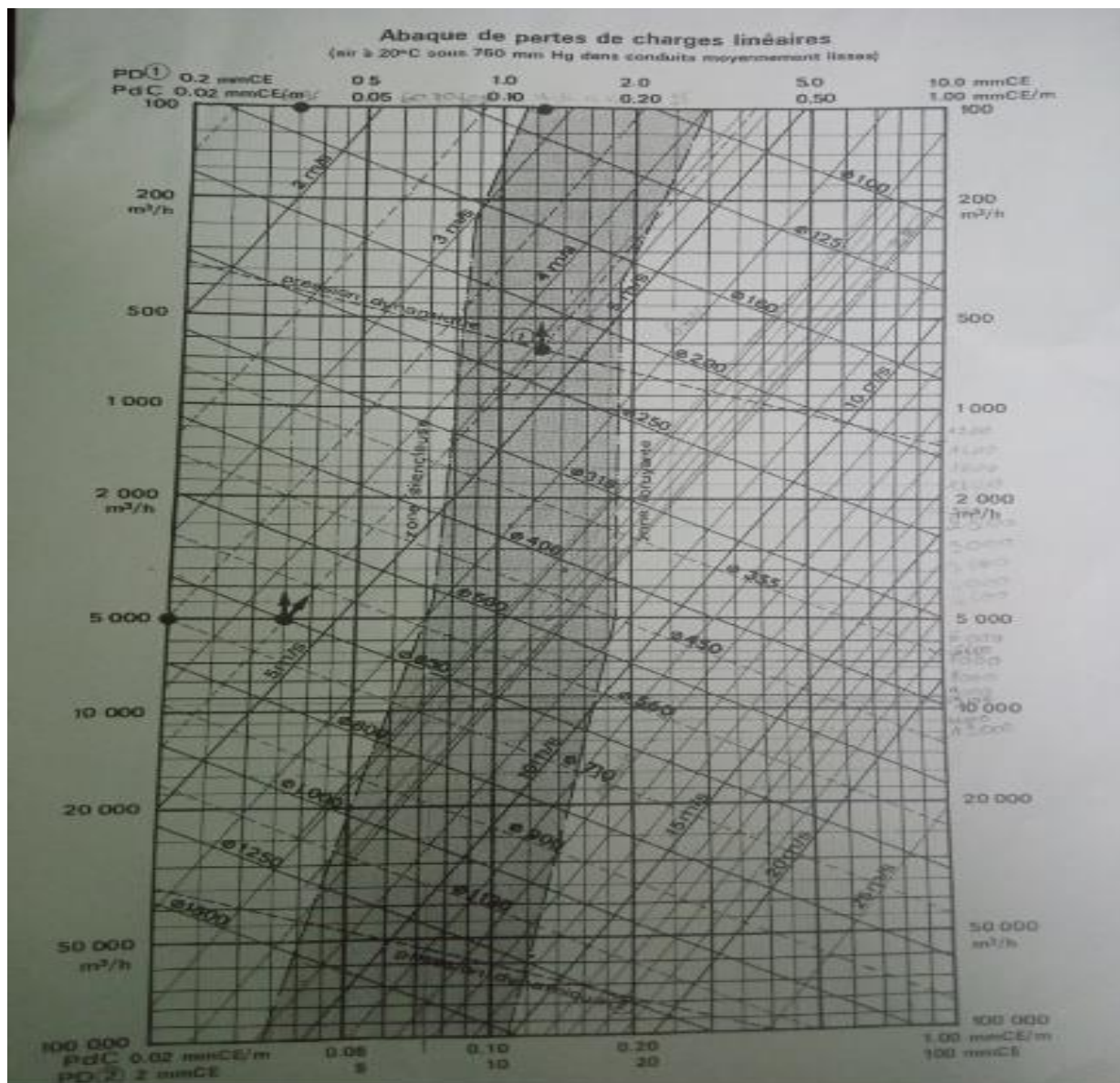
ANNEXE 16 : PLAN DE LA CLIMATISATION DE L'ANAC



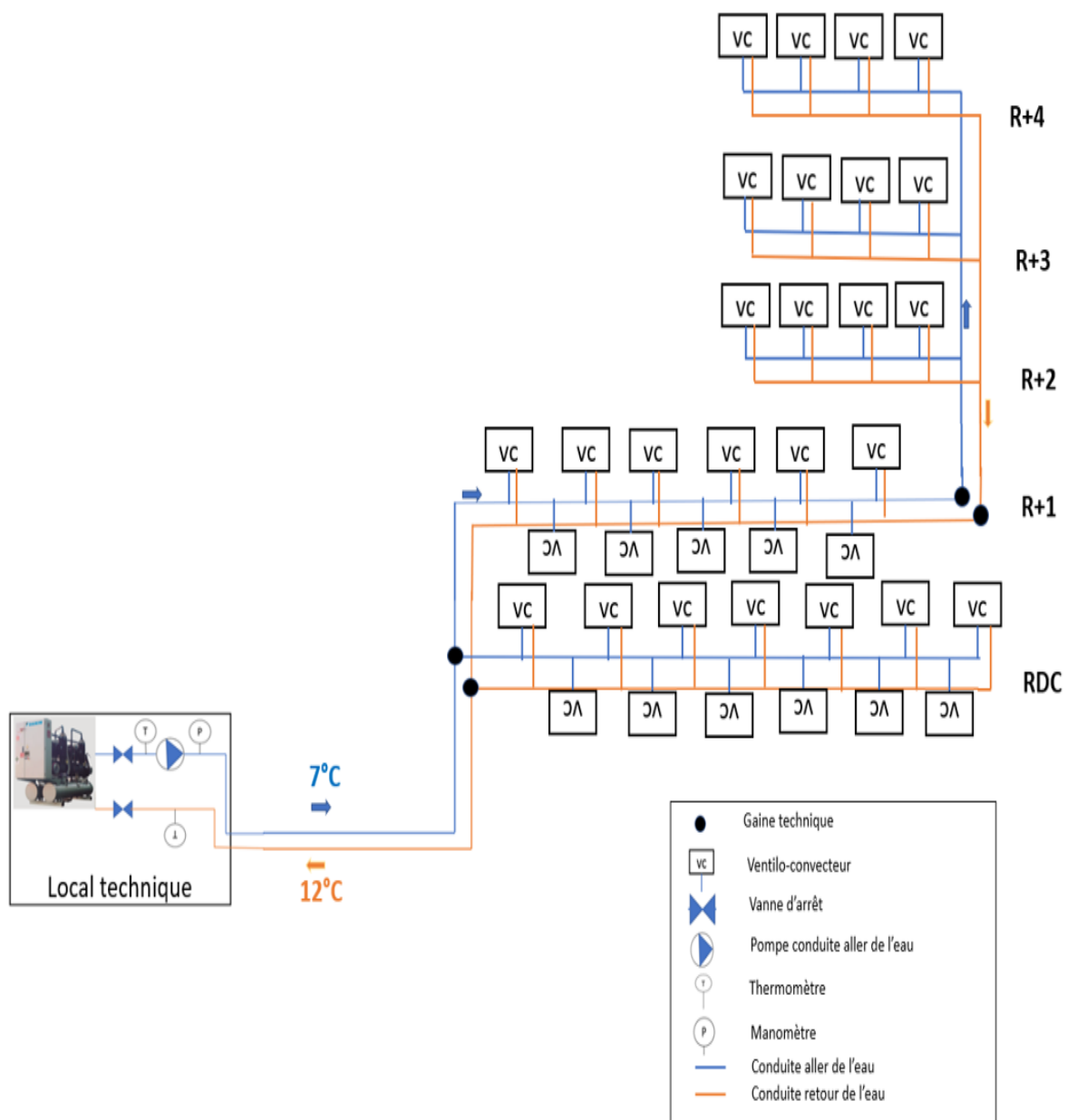
ANNEXE 17 : Calcul de la perte de charge du réseau aéraulique : restaurant

TRONÇON	Débit	D	H	Vitesse réelle	PDC unitaire J	L	PDC linéaire (J*L)	Type de singularité	ξ	PDC singulière	ΔP
	(m ³ /h)	(m)	(m)	(m/s)	(Pa/m)	(m)	(Pa)			(Pa)	(Pa)
A-B	10 000	0,703	0,350	8,33	1,08	14,4	15,55	Coude	0,3	12,49	28, 042
B-C	9 500	0,600	0,350	7,94	1,08	3,1	3,35	Té	1,4	52,96	56, 305
C-D	8 000	0,567	0,350	7,94	1,08	3,1	3,35		1,4	52,96	56, 305
D-E	6 500	0,515	0,350	7,94	1,08	3,1	3,35		1,4	52,96	56, 305
E-F	5 000	0,457	0,300	7,72	1,08	3,1	3,35		1,4	50,06	53, 411
F-G	3 500	0,400	0,300	7,20	1,08	3,1	3,35		1,4	43,54	46, 894
G-H	2 000	0,299	0,250	7,41	1,08	3,1	3,35		1,4	46,12	49, 471
H-I	1 000	0,273	0,250	4,44	1,08	3,1	3,35		1,4	16,55	19, 907
I—1	500	0,180	0,250	3,70	1,08	7,5	8,10	Coude	0,3	2,46	10, 564
TOTAL ΔP											377

ANNEXE 18 : Abaque aéraulique



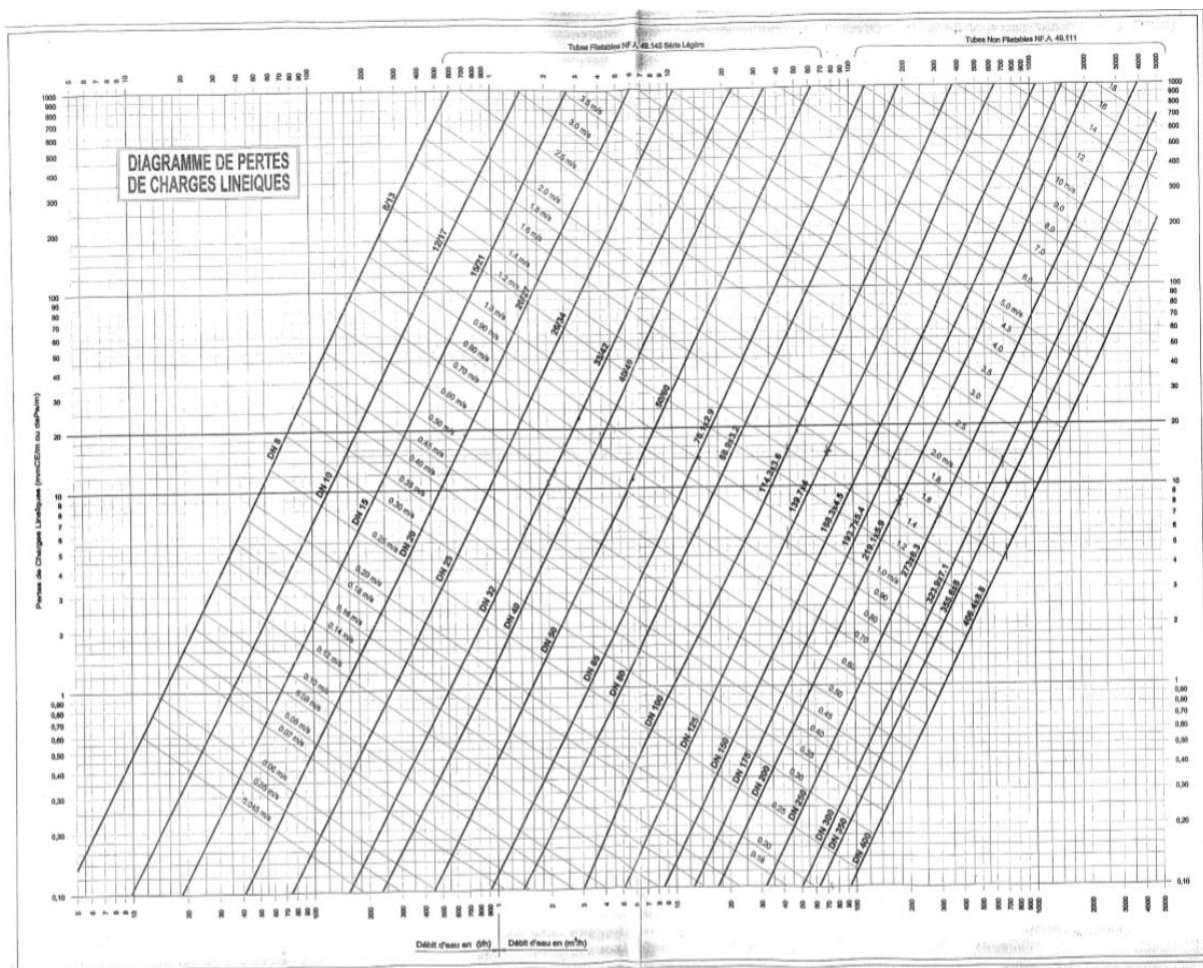
ANNEXE 19 : Schéma synoptique du SEG de la gendarmerie nationale bloc A



ANNEXE 20 : Calcul du réseau hydraulique

Troncon	Débit (l/s)	Débit (m3/h)	V (m/s)	Diamètre nominal (mm)	Pdc unitaire J (mmCE/m)	L (m)	Pdc linéaire (mCE)	ξ	PDC singulière (mCE)	PDC totale (mCE)
O-A	12,94	46,58	1,50	100	18	23,60	0,425	4,1	0,461	0,886
A-B	7,64	27,50	1,35	80	18	4,00	0,072	0,3	0,027	0,099
B-a	7,33	26,39	1,30	80	18	6,30	0,113	1,3	0,110	0,223
a-b	7,18	25,85	1,27	80	18	1,90	0,034	1	0,081	0,115
b-c	7,03	25,31	1,27	80	18	3,90	0,070	1	0,081	0,151
c-d	6,69	24,08	1,24	80	18	4,20	0,076	1	0,077	0,152
d-e	6,02	21,67	1,22	80	18	3,70	0,067	1	0,074	0,141
e-f	5,87	21,13	1,21	80	18	3,30	0,059	1	0,073	0,133
f-g	5,72	20,59	1,20	80	18	3,80	0,068	1	0,072	0,140
g-h	5,38	19,37	1,20	80	18	6,30	0,113	1	0,072	0,185
h-i	4,82	17,35	1,18	65	18	16,60	0,299	1	0,070	0,368
i-j	4,67	16,81	1,17	65	18	3,40	0,061	1	0,068	0,130
j-k	4,45	16,02	1,16	65	18	4,00	0,072	1	0,067	0,139
k-l	4,3	15,48	1,15	65	18	1,40	0,025	1	0,066	0,091
l-m	4,15	14,94	1,15	65	18	2,40	0,043	1	0,066	0,109
m-n	4,00	14,40	1,15	65	18	1,10	0,020	1	0,066	0,086
n-o	3,54	12,74	1,13	65	18	2,70	0,049	1	0,064	0,112
o-p	3,39	12,20	1,13	65	18	1,10	0,020	1	0,064	0,084
p-q	3,24	11,66	1,10	65	18	2,50	0,045	1	0,061	0,106
q-r	2,51	9,04	1,05	50	18	6,80	0,122	1	0,055	0,178
r-s	2,17	7,81	0,95	50	18	9,70	0,175	1	0,045	0,220
s-t	2,02	7,27	0,94	50	18	6,10	0,110	1	0,044	0,154
t-B'	2,02	7,27	0,94	50	18	13,70	0,247	0,5	0,022	0,269
B'-C	1,97	7,09	0,94	50	18	4,00	0,072	1	0,044	0,116
C-D	1,43	5,15	0,88	40	18	4,00	0,072	1	0,039	0,111
D-E	0,78	2,81	0,76	32	18	4,00	0,072	1	0,029	0,101
F-a'	0,44	1,58	0,65	25	18	1,50	0,027	1,5	0,032	0,059
a'-b'	0,33	1,19	0,60	25	18	1,00	0,018	2	0,036	0,054
b'-c'	0,22	0,79	0,57	25	18	1,00	0,018	1	0,016	0,034
c'-d'	0,11	0,40	0,55	20	18	1,00	0,018	1	0,015	0,033
TOTAL										5,50

ANNEXE 21 : Abaque hydraulique



ANNEXE 22 : CHOIX DES UNITES POUR LA SOLUTION SPLIT

Bâtiments	Désignation du local	Référence unité intérieure	Type unité intérieur	Réf UE	Puiss froid (kW)	Nbre d'U	Puiss froid catalogue	Puiss totale	Débit d'air soufflé (m3/h)
CENTRE MEDICO SOCIAL	Bureau médecin	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,67	1	3,5	3,5	510
	Bureau infirmier	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,03	1	3,5	3,5	510
	Salle de soin	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,05	1	3,5	3,5	510
	Salle de consultation 1	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,52	2	2,5	5	840
	Salle de consultation 2	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,03	2	2,5	5	840
	Hall d'attente	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	12,08	4	3,4	13,6	2544
	Secrétariat	FTXS42K	Mural	RXS42L	4,05	1	4,2	4,2	546
	Salle d'attente	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,79	1	3,5	3,5	510
	Local reprographie	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,69	1	3,5	3,5	510
	Local réserve	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,41	1	2,5	2,5	420
	Local stérilisation	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,41	1	2,5	2,5	420
	Utilité sale	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,03	1	2,5	2,5	420
	Local compresseur	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,58	1	3,5	3,5	510
	Pharmacie de stockage	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,41	1	2,5	2,5	420
	Bureau dentiste	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,68	1	4,2	4,2	546
	Salle d'observation 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,73	1	3,5	3,5	510
	Salle d'observation 2	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,34	2	2,5	5	840
	Salle de consultation 3	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,6	2	2,5	5	840
	TOTAL					25	56.3	76.5	12,246

POLICE	Local maintenance	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,21	1	5	5	576
	Hall	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,98	2	2,5	5	840
	Bureau de direction 1	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,77	1	6	6	960
	Local reprographie	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,78	1	2	2	402
	Bureau 3 personnes 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	6,22	2	3,5	7	1020
	Bureau 3 personnes 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	6,25	2	3,5	7	1020
	Local serveur	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,57	1	3,5	3,5	510
	Stockage fourniture	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,62	1	3,5	3,5	510
	Détente	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	6,67	2	3,4	6,8	1272
	Briefing	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	6,41	2	3,4	6,8	1272
	Bureau 3 personnes 3	FTXS35K	Mural	RXS35L3	5,66	2	3,5	7	510
	Bureau 3 personnes 4	FTXS35K	Mural	RXS35L3	6,34	2	3,5	7	510
	Archive de proximité	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,75	1	2	2	402
	Bureau de direction 2	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,87	1	6	6	960
	Secrétaire de direction	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,51	1	5	5	576
	Secrétaire	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,28	1	6	6	960
	TOTAL					23	62,3	85,6	12 300
DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES	Bureau chef de coffre	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,85	1	6	6	960
	Secrétariat 1	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,49	1	5	5	576
	Bureau renseignement information	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,96	1	5	5	576
	Bureau chef de comptabilité	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,65	1	4,2	4,2	546
	Bureau adjoint 1	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,39	1	5	5	576
	Section vérification 1 (18 personnes)	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	19,27	6	3,4	20,4	3816

	Salle de repos (20 personnes)	FTXS25K	Mural	RXS25L3	7,03	3	2,5	7,5	1260
	Section vérification 2 (18 personnes)	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	19,27	6	3,4	20,4	3816
	Bureau adjoint 2	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,39	1	5	5	576
	Secrétariat 2	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,49	1	5	5	576
	Bureau chef (coffre-fort)	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,68	1	6	6	960
	Magasin colis commerciaux	FTXS35K	Mural	RXS35L3	17,93	6	3,5	21	3060
	Hall d'accueil attente 1	FCQG50F	Cassette à soufflage	RXS50L	4,76	1	5	5	642
	Salle de réunion (50 personnes)	FCQG71F	Cassette à soufflage	RZQSG71L3V1	33,75	5	6,8	34	3630
	Section archive bureau adjoint	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,38	1	5	5	576
	Section archive bureau chef	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,38	1	5	5	576
	Bureau de dédouanement	FTXS35K	Mural	RXS35L3	5,99	2	3,5	7	1020
	Magasin informatique	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,9	1	3,5	3,5	510
	Local informatique	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,2	1	3,5	3,5	510
	Bureau chef cellule informatique	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,17	1	3,5	3,5	510
	Hall d'accueil attente 2	FCQG50F	Cassette à soufflage	RXS50L	4,35	1	5	5	642
	Section écriture	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	16,99	6	3,4	20,4	3816
	TOTAL					49	98,2	202,4	29 730
ANAC	Bureau double 1	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,54	1	7,1	7,1	1032

Bureau individuel 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,6	1	3,5	3,5	510
Bureau individuel 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,6	1	3,5	3,5	510
Bureau double 2	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,55	1	6	6	960
Salle de détente 1	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,7	1	5	5	576
Secrétaire de direction 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,41	1	3,5	3,5	510
Bureau de direction 1	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,25	1	7,1	7,1	1032
Archive de proximité 1	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,56	1	2	2	402
Stock fourniture reprographie 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,95	1	3,5	3,5	510
Archive de proximité 2	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,56	1	2	2	402
Bureau de direction 2	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,25	1	7,1	7,1	1032
Secrétaire de direction 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,41	1	3,5	3,5	510
Local serveur 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,66	1	3,5	3,5	510
Secrétaire de direction 3	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,41	1	3,5	3,5	510
Bureau de direction 3	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,25	1	7,1	7,1	1032
Archive de proximité 3	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,56	1	2	2	402
Stock fourniture reprographie 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,95	1	3,5	3,5	510
Archive de proximité 4	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,56	1	2	2	402
Bureau de direction 4	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,25	1	7,1	7,1	1032
Secrétaire de direction 4	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,17	1	3,5	3,5	510
Salle de détente 2	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,69	2	2,5	5	840
Bureau double 3	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,91	1	6	6	960

Bureau individuel 3	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,6	1	3,5	3,5	510
Bureau individuel 4	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,6	1	3,5	3,5	510
Bureau double 4	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,57	1	6	6	960
Bureau double 5	FTXS71G	Mural	RXS71F8	5,96	1	7,1	7,1	1032
Bureau individuel 5	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,65	1	3,5	3,5	510
Salle de réunion 1	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	4,67	2	3,4	6,8	1272
Hall d'accueil 1	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	5,19	2	3,4	6,8	1272
Salle de réunion 2	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	8,09	3	3,4	10,2	1908
Bibliothèque technique 1	FTXS42K	Mural	RXS42L	7,56	2	4,2	8,4	1092
Bureau individuel 6	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,64	1	3,5	3,5	510
Bureau double 6	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,4	1	7,1	7,1	1032
Salle des archives	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,81	1	4,2	4,2	546
Bureau double 7	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,49	1	7,1	7,1	1032
Bureau individuel 7	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,62	1	3,5	3,5	510
Bibliothèque technique 2	FTXS42K	Mural	RXS42L	7,56	2	4,2	8,4	1092
Salle de réunion 3	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	8,34	3	3,4	10,2	1272
Hall d'accueil 2	FCQG50F	Cassette à soufflage	RXS50L	4,85	1	5	5	642
Salle de réunion 4	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	5,01	2	3,4	6,8	1272
Bureau individuel 8	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,81	1	3,5	3,5	510
Bureau double 8	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,75	1	6	6	960
TOTAL					52	183,4	218,1	33 138
Bureau adjudant escadron	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,34	1	5	5	576

CONCEPTION DU SYSTEME DE CLIMATISATION DES BATIMENTS ADMINISTRATIFS DE L'AEROPORT DE DONSIN

GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	Bureau adjoint 1	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,34	1	5	5	576
	Bureau commandant 1	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,11	1	7,1	7,1	1032
	Bureau chef secrétariat 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,18	1	3,5	3,5	510
	Secrétariat 1	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,43	1	4,2	4,2	546
	Bureau escadron	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,78	1	5	5	576
	Bureau commandant pelotons	FTXS42K	Mural	RXS42L	4,18	1	4,2	4,2	546
	Bureau trésorier	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,2	1	3,5	3,5	510
	Service sport	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,21	1	3,5	3,5	510
	Salle réflexion 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,83	1	3,5	3,5	510
	Salle d'attente	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,92	1	3,5	3,5	510
	Secrétariat 2	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,43	1	4,2	4,2	546
	Bureau chef secrétaire	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,29	1	3,5	3,5	510
	Bureau commandant 2	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,11	1	7,1	7,1	1032
	Bureau adjoint 2	FTXS60G	Mural	RXS60L	5,69	1	6	6	960
	Salle de garde 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,15	1	3,5	3,5	510
	Salle de garde 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,28	1	3,5	3,5	510
	Salle de réflexion 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,15	1	3,5	3,5	510
	Salle de réflexion 3	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,15	1	3,5	3,5	510
	Salle de détente	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	6,17	2	3,4	6,8	1272
	Salle de repos	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,63	2	2,5	5	840
	Salle de garde 3	FTXS50K	Mural	RXS50L	4,5	1	5	5	576
	Salle de réunion	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	6,75	2	3,4	6,8	1272
	TOTAL					26	97,1	106,4	15 450
	Bureau adjoint	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,38	1	7,1	7,1	1032

GENDARMERIE NATIONALE R+1	Bureau commandant	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,45	1	7,1	7,1	1032
	Chef secrétariat	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,75	1	3,5	3,5	510
	Secrétariat	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,85	1	3,5	3,5	510
	Salle d'attente	FTXS35K	Mural	RXS35L3	5,67	2	3,5	7	1020
	Salle communication	FTXS25K	Mural	RXS25L3	10,45	5	2,5	12,5	2100
	Bureau transmission	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,08	1	3,5	3,5	510
	Service emploi	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,08	1	3,5	3,5	510
	Bureau vague mes	FTXS35K	Mural	RXS35L3	3,08	1	3,5	3,5	510
	Salle de réunion	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	11,92	4	3,4	13,6	2544
	Local serveur	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,43	1	2,5	2,5	420
	Poste com opérationnel	FTXS35K	Mural	RXS35L3	6,49	2	3,5	7	1020
	Bureau adjudant	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,94	1	3,5	3,5	510
	Bureau trésorier	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,79	1	3,5	3,5	510
	B service den logis	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,79	1	3,5	3,5	510
	Bureau police judiciaire	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,44	1	4,2	4,2	546
	Ressources humaines	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,74	1	3,5	3,5	510
	Service sport	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	12,44	4	3,4	13,6	2544
	Salle de garde 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,82	1	3,5	3,5	510
	Salle de garde 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,82	1	3,5	3,5	510
	TOTAL					32	75,7	113,1	17 868
GENDARMERIE NATIONALE R+2	Salle d'archives	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	10,19	4	3,4	13,6	2544
GENDARMERIE NATIONALE R+3	Salle de repos	FTXS25K	Mural	RXS25L3	11,84	5	2,5	12,5	2100
GENDARMERIE NATIONALE R+4	Salle de crise	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	15,88	5	3,4	17	3180

GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	Bureau commandant 1	FTXS71G	Mural	RXS71F8	6,38	1	7,1	7,1	1032
	Bureau adjoint 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,97	1	3,5	3,5	510
	Salle des enquêteurs	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	6,12	2	3,4	6,8	1272
	Salle d'audition 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,96	1	3,5	3,5	510
	Salle d'audition 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,95	1	3,5	3,5	510
	Salle garde à vue 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,59	1	3,5	3,5	510
	Salle garde à vue 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,59	1	3,5	3,5	510
	Salle garde à vue 3	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,59	1	3,5	3,5	510
	Salle garde à vue 4	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,89	1	3,5	3,5	510
	Local technique 1	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,38	1	2,5	2,5	420
	Bureau commandant 2	FTXS50G	Mural	RXS50L	4,5	1	5	5	576
	Bureau adjoint 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,97	1	3,5	3,5	510
	Salles techniciens	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,73	1	3,5	3,5	510
	Salle de garde	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,96	1	3,5	3,5	510
	Bureau cynophile 1	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,88	1	3,5	3,5	510
	Bureau cynophile 2	FTXS35K	Mural	RXS35L3	2,92	1	3,5	3,5	510
	Salle d'audition 3	FTXS25K	Mural	RXS25L3	4,52	2	2,5	5	840
	Cellule VIP avec toilette 1	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,42	1	2,5	2,5	420
	Cellule VIP avec toilette 2	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,42	1	2,5	2,5	420
	Cellule VIP avec toilette 3	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,42	1	2,5	2,5	420
	Cellule VIP avec toilette 4	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,42	1	2,5	2,5	420
	Local technique 2	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,42	1	2,5	2,5	420
	Salle vidéo	FTXS42K	Mural	RXS42L	3,5	1	4,2	4,2	546

	Hall d'attente	FCQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	4,56	2	3,4	6,8	1272
	TOTAL					41	91,9	135	22 002
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	Bibliothèque	CFQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	15,59	5	3,4	17	3180
	Salle de loisir	CFQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	11,25	4	3,4	13,6	2544
	Salle de musculation	CFQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	39,84	12	3,4	40,8	7632
	Salle de détente	FTXS25K	Mural	RXS25L3	2,44	1	2,5	2,5	420
	Bureau	FTXS20K	Mural	RXS20L3	1,7	1	2	2	402
	Cuisine	FTXS35K	Mural	RXS35L3	27,26	8	3,5	28	4080
	Salle de restaurant	CFQG35F	Cassette à soufflage	RXS35L3	96,39	30	3,4	102	19 080
	TOTAL					61	21,6	205,9	37 338

ANNEXE 23 : Catalogue de choix des split

Unité murale

Design moderne discret permettant l'obtention d'une efficacité et d'un confort optimum grâce au capteur Intelligent Eye bizonne

- Design moderne ultra discret. Sa ligne progressivement incurvée s'intègre parfaitement au mur, ce qui résulte en une présence ultra discrète en harmonie avec toute décoration intérieure
- Finition blanc cristal mat de haute qualité
- Très faible niveau sonore : fonctionnement quasi inaudible de l'unité. Le niveau de pression sonore atteint un minimum de 19 dB(A) !
- Unité idéalement adaptée à une installation dans les chambres (classe 20, 25) et dans les zones de vie de superficie plus importante ou de forme irrégulière (classe 35, 42, 50)
- Capteur Intelligent Eye bizonne : le flux d'air est dirigé vers une zone inoccupée de la pièce. Si personne n'est détecté dans la pièce, l'unité bascule automatiquement en mode éco-énergétique
- Dispositif de commande en ligne (en option) : commandez votre unité intérieure depuis un lieu quelconque à l'aide d'une application, via votre réseau local ou Internet



Données relatives à l'efficacité			FTXS + RXS												
Puissance frigorifique	Mini/Nom./Maxi.		kW					20K + 20L3	25K + 25L3	35K + 35L3	42K + 42L	50K + 50L	60G + 60L	71G + 71F8	
Puissance calorifique	Mini/Nom./Maxi.		kW					-2,00/-	-2,5/-	1,4/3,5/4,0	1,7/4,20/5,0	1,7/5,00/5,3	1,7/6,0/6,7	2,3/7,30/8,5	
Puissance absorbée	Rafraîchissement	Mini/Nom./Maxi.	kW					1,3/2,5/4,3	1,3/2,8/4,7	1,4/4,00/5,2	1,7/5,40/6,0	1,7/5,80/6,5	1,7/7,0/8,0	2,3/8,20/10,2	
								0,320/0,455	0,320/0,583	0,350/0,860	0,320/1,253	0,350/1,506	0,440/1,990	0,570/2,350	
	Chauffage	Mini/Nom./Maxi.	kW					-0,60	-1,000	-1,190	-2,330	-1,810	-2,400	-3,200	
								0,310/0,530	0,300/0,600	0,340/0,840	0,400/1,10	0,300/1,450	0,400/2,040	0,520/2,550	
								1,120	1,410	1,460	1,980	2,000	2,880	3,820	
Efficacité saisonnière (selon la norme EN14825)	Rafraîchissement	Étiquette-énergie						A++							A
		Pdesign (Charge de calcul)	kW					2,00	2,50	3,50	4,20	5,00	6,00	7,30	
		SEER						7,40	7,90	7,47		6,80	5,58	5,28	
	Chauffage	Étiquette-énergie						A++							A
		Pdesign (Charge de calcul)	kW					2,30	2,50	3,60	4,00	4,60	4,80	6,20	
		SCOP						4,77	4,78	4,85		4,20	3,89	3,81	
	Chauffage (climat tempéré)	Étiquette-énergie													
		Pdesign (Charge de calcul)	kW												
		Consommation énergétique annuelle	kWh						675	732	1,039	1,334	1,535	1,728	2,276
		Consommation énergétique annuelle	kWh						4,39	4,21	3,89	3,35	3,32		3,02
Efficacité nominale	EER							4,72	4,62	4,76	4,12	4,00	3,43	3,22	
	COP							228	297	450	627	753	995	1,175	
	Consommation énergétique annuelle	kWh													
	Étiquette-énergie	Rafraîchissement/Chauffage							A/A				B/B	B/C	
Unité intérieure					FTXS	CTXS35K	CTXS35K	20K	25K	35K	42K	50K	60G	71G	
Dimensions	Unité	H x L x P	mm			289x780x215		294x850x215							
Poids	Unité		kg			8		11							
Filtre à air	Type					Amovible / lavable / anti-moisissures									
Ventilation-Débit d'air	Rafraîchissement	Haut/Nom./Bas/Silence	m³/min			7,9/6,3/	9,2/7,2/	8,8/6,2/	9,3/7,0/	11,2/8,5/	11,2/9,3/	11,9/9,6/	16,0/16,0/	17,2/17,2/	
	Chauffage	Haut/Nom./Bas/Silence	m³/min			4,7/3,9	5,2/3,9	4,7/3,9	5,0/3,9	5,8/4,3	7,0/4,1	7,4/4,5	11,3/10,1	11,5/10,5	
						9,0/7,5/	10,1/8,1/	9,5/7,8/	10,0/8,0/	12,1/9,3/	12,4/10,0/	13,3/10,8/	17,2/14,9/	19,5/16,7/	
						6,0/4,3	6,3/4,3	6,0/4,3	6,0/4,3	6,5/4,2	7,8/5,2	8,4/5,5	12,6/11,3	14,2/12,6	
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement		dBA			55	59	58		59		60	63	62	
Niveau de pression sonore	Chauffage		dBA					58		59		60	59	62	
	Rafraîchissement	Haut/Nom./Bas/Silence	dBA			37/31/25/21	40/35/28/21	40/32/24/19	41/33/25/19	45/37/29/19	45/39/33/21	46/40/36/23	46/42/37/34	46/42/37/34	
	Chauffage	Haut/Nom./Bas/Silence	dBA			38/33/28/21	41/36/30/21	40/34/27/19	41/34/27/19	45/39/29/19	45/39/33/22	47/40/34/24	44/40/35/32	46/42/37/34	
Systèmes de commande	Télécommande Infrarouge														
Alimentation électrique	Phase / Fréquence / Tension		Hz/V												
Unité extérieure					RXS										
Dimensions	Unité	H x L x P	mm					20L3	25L3	35L3	42L	50L	60L	71F8	
Poids	Unité		kg					550x675x285				735x825x300	708x900x300		
Niveau de puissance sonore	Rafraîchissement		dBA					34			30	47	48	71	
Niveau de pression sonore	Chauffage		dBA					59		61		62		65	
Niveau de pression sonore	Rafraîchissement	Haut/Bas/Silence	dBA					58	59	61		62		66	
Niveau de pression sonore	Chauffage	Haut/Bas/Silence	dBA					46/-/44		48/-/44		48/44/-	49/46/-	52/-/49	
Plage de fonctionnement	Rafraîchissement	Temp. ext. Mini-Maxi.	°C/BS					47/-/44		48/-/45		48/45/-	49/46/-	52/-/49	
Chauffage	Temp. ext. Mini-Maxi.	°C/BS								-10-46					
Réfrigérant	Type/Charge	kg-Téq. CO²/PRP								-15-18					
Raccords de tuyauterie	Liquide	DE	mm												
	Gaz	DE	mm												
	Longueur de tuyauterie	UE - UI	Maxi.												
	Système	Sans charge	m												
	Charge supplémentaire de réfrigérant		kg/m												
	Dérivée	UI - UE	Maxi.												
Alimentation électrique	Phase / Fréquence / Tension		Hz/V												
Courant - 50 Hz	Intensité maximale de fusible (MFA)		A												

ANNEXE 24 : CHOIX DES UNITES INTERIEURES ET EXTERIEURES POUR LA SOLUTION VRV

Bâtiments	Désignation du local	S (m²)	Débit (m³/h)	Puiss froid (kW)	Puiss froid totale (kW)	Ratio (W/m²)	Réf UI	Nbre U	Puiss cat (kW)	Puiss totale (kW)	Type UI	Total indice	Réf UE
CENTRE MEDICO SOCIAL	Bureau médecin	12	216	2,67	17,3	228	FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural	179	RXYQ8 T
	Bureau infirmier	13	234	3,03			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de soin	13	234	3,05			FXFQ32 A	1	3,6	3,6	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle de consultation 1	19	342	4,52			FXFQ50 A	1	5,6	5,6	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle de consultation 2	19	342	4,03			FXFQ40 A	1	4,5	4,5	Cassette à soufflage circulaire		
	Hall d'attente	53	954	12,08	28,46	222	FXFQ32 A	4	3,6	14,4	Cassette à soufflage circulaire	233	RXYQ1 2T
	Secrétariat	19	342	4,05			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Salle attente	12	216	2,79			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Local reprographie	11	198	2,69			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		

	Local réserve	11	198	2,41	20,34	231	FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural	197	RXYQ8 T
	Local stérilisation	11	198	2,41			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Utilité sale	11	198	2,03			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		
	Local compresseur	13	234	2,58			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Pharmacie de stockage	13	234	2,41			FXFQ25 A	1	2,8	2,8	Cassette à soufflage circulaire		
	Bureau dentiste	13	234	3,68			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle d'observation 1	11	198	2,73			FXFQ25 A	1	2,8	2,8	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle d'observation 2	19	342	4,34			FXFQ40 A	1	4,5	4,5	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle de consultation 3	19	342	4,6			FXFQ50 A	1	5,6	5,6	Cassette à soufflage circulaire		
POLICE	Local maintenance	19	342	4,21	41,07	232	FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural	356	RXYQ1 6T
	Hall	19	342	4,98			FXFQ25 A	2	2,8	5,6	Cassette à soufflage circulaire		
	Bureau de direction 1	26	468	5,77			FXAQ63 P	1	7,1	7,1	Mural		
	Local reprographie	9	162	1,78			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		

	Bureau 3 personnes 1	26	468	6,22			FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire		
	Bureau 3 personnes 2	26	468	6,25			FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire		
	Local serveur	13	234	2,57			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Stockage fourniture	13	234	2,62			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Détente	26	468	6,67			FXFQ32 A	2	3,6	7,2	Cassette à soufflage circulaire		
	Briefing	26	468	6,41			FXAQ32 P	2	3,6	7,2	Mural		
	Bureau 3 personnes 3	26	468	5,66			FXFQ50 A	1	5,6	5,6	Cassette à soufflage circulaire		
	Bureau 3 personnes 4	26	468	6,34			FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire		
	Archive de proximité	9	162	1,75			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		
	Bureau de direction 2	26	468	5,87			FXAQ63 P	1	7,1	7,1	Mural		
	Secrétaire de direction	19	342	4,51			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Secrétaire	20	360	5,28			FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural		
DIRECTION GÉNÉRALE	Bureau chef de coffre	26	468	4,85	39,27	219	FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural	402	RXYQ1 6T
					35,82	236						318	RXYQ1 4T

CONCEPTION DU SYSTEME DE CLIMATISATION DES BATIMENTS ADMINISTRATIFS DE L'AEROPORT DE DONSIN

DES DOUANES	Secrétariat 1	19	342	3,49			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau renseignement information	19	342	3,96			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Bureau chef de comptabilité	19	342	3,65			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Bureau adjoint 1	22	396	4,05			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Section vérification 1 (18 personnes)	74	1776	19,27			FXZQ40 M9	5	4,5	22,5	Cassette 4 voies de soufflage		
	Salle de repos (20 personnes)	26	468	5,03	37,86	229	FXZQ25 M9	2	2,8	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	355	RXYQ1 4T
	Section vérification 2 (18 personnes)	74	1776	19,27			FXZQ40 M9	5	4,5	22,5	Cassette 4 voies de soufflage		
	Bureau adjoint 2	20	360	4,39			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Secrétariat 2	19	456	4,49			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Bureau chef (coffre- fort)	26	468	4,68			FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural		
	Magasin colis commerciaux	74	1332	14,33	56,59	260	FXAQ32 P	4	3,6	14,4	Mural	508	RXYQ2 2T
	Salle de réunion (50 personnes)	104	2496	33,5			FXZQ50 M9	6	5,6	33,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Section archive bureau adjoint	20	360	4,38			FXZQ40 M9	1	4,5	4,5	Cassette 4 voies de soufflage		

	Section archive bureau chef	20	600	4,38	37,36	238	FXZQ40 M9	1	4,5	4,5	Cassette 4 voies de soufflage	364	RXYQ1 4T
	Bureau de dédouanement	26	468	4,99			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Magasin informatique	13	234	2,9			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Local informatique	13	234	3,2			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau chef cellule informatique	22	396	3,17			FXZQ32 M9	1	3,6	3,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Hall d'accueil attente 2	19	342	4,35			FXZQ40 M9	1	4,5	4,5	Cassette 4 voies de soufflage		
	Section écriture 2 caisses	64	1152	13,99			FXZQ32 M9	4	3,6	14,4	Cassette 4 voies de soufflage		
	Hall d'accueil attente 1	19	342	4,76			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
ANAC	Bureau double 1	25	450	5,54	20,49	216	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	190	RXYQ8 T
	Bureau individuel 1	13	234	2,6			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Bureau individuel 2	13	234	2,6			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Bureau double 2	25	450	5,55			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		

	Salle de détente 1	19	342	4,2			FXZQ40 M9	1	4,5	4,5	Cassette 4 voies de soufflage		
	Secrétaire de direction 1	13	234	3,41			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau de direction 1	25	450	5,25			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Archive de proximité 1	8	144	1,56			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		
	Stock fourniture reprographie 1	25	450	2,72			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Archive de proximité 2	8	144	1,56			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		
	Bureau de direction 2	25	450	5,25	25,82	199	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	254	RXYQ1 0T
	Secrétaire de direction 2	13	234	3,41			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Local serveur 1	13	234	2,66			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Secrétaire de direction 3	13	234	3,41			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau de direction 3	25	450	5,25			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Archive de proximité 3	8	144	1,56	22,92	196	FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural	229	RXYQ1 0T
	Stock fourniture reprographie 2	25	450	2,72			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Archive de proximité 4	8	144	1,56			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		

	Bureau de direction 4	25	450	5,25			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Secrétaire de direction 4	13	234	3,17			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de détente 2	19	342	4,69	21,03	221	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	200	RXYQ8 T
	Bureau double 3	25	450	5,57			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Bureau individuel 3	13	234	2,6			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Bureau individuel 4	13	234	2,6			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Bureau double 4	25	450	5,57			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Bureau double 5	13	234	5,53	12,85	286	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	125	RXYSQ 5TV9
	Bureau individuel 5	13	234	2,65			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Salle de réunion 1	19	342	4,67			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
	Hall d'accueil 1	20	360	5,19	28,88	247	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	280	RXYQ1 2T
	Salle de réunion 2	30	720	8,09			FXZQ25 M9	3	2,8	8,4	Cassette 4 voies de soufflage		

Bibliothèque technique 1	28	504	7,56			FXZQ40 M9	2	4,5	9	Cassette 4 voies de soufflage		
Bureau individuel 6	13	312	2,64			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Bureau double 6	26	390	5,4			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
Salle des archives	25	450	3,45			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
Bureau double 7	26	468	5,45	27,42	225	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	262	RXYQ1 2T
Bureau individuel 7	13	234	2,62			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Bibliothèque technique 2	28	504	7,56			FXZQ40 M9	2	4,5	9	Cassette 4 voies de soufflage		
Salle de réunion 3	30	540	8,34			FXZQ25 M9	3	2,8	8,4	Cassette 4 voies de soufflage		
Hall d'accueil 2	20	300	4,85	17,96	233	FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage	175	RXYQ8 T
Salle de réunion 4	19	456	5,01			FXZQ25 M9	2	2,8	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		
Bureau individuel 8	13	234	2,6			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Bureau double 8	25	450	5,5			FXZQ50 M9	1	5,6	5,6	Cassette 4 voies de soufflage		

GENDARMERIE NATIONALE BLOC A RDC	Bureau adjudant escadron	19	342	4,34	38,84	233	FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural	415	RXYQ1 4T
	Bureau adjoint 1	20	360	4,34			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Bureau commandant 1	26	468	6,11			FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire		
	Bureau chef secrétariat 1	13	234	3,18			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Secrétariat 1	13	234	3,43			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau escadron	19	342	4,02			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Bureau commandant pelotons	19	342	4,18			FXFQ40 A	1	4,5	4,5	Cassette à soufflage circulaire		
	Bureau trésorier	13	234	3,2			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Service sport	13	234	3,21			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle réflexion 1	12	216	2,83			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle d'attente	13	234	2,92	21,25	234	FXFQ32 A	1	3,6	3,6	Cassette à soufflage circulaire	209	RXYQ8 T
	Secrétariat 2	13	234	3,43			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau chef secrétaire	13	234	3,29			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau commandant 2	26	468	6,11			FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire		

	Bureau adjoint 2	26	468	5,5	34,78	245	FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural	345	RXYQ1 4T
	Salle de garde 1	13	234	3,15			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de garde 2	13	234	3,28			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de réflexion 2	13	234	3,15			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de réflexion 3	13	234	3,15			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de détente	26	468	6,17			FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle de repos	19	342	4,63			FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural		
	Salle de garde 3	19	342	4,5			FXAQ40 P	1	4,5	4,5	Mural		
	Salle de réunion	26	468	6,75			FXFQ32 A	2	3,6	7,2	Cassette à soufflage circulaire		
GENDARMERIE NATIONALE BLOC B RDC	Bureau commandant 1	26	468	6,38	32,04	231	FXFQ63 A	1	7,1	7,1	Cassette à soufflage circulaire	298	RXYQ1 2T
	Bureau adjoint 1	13	234	2,97			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle des enquêteurs	26	468	6,12			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle d'audition 1	13	234	2,96			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle d'audition 2	13	234	2,95			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		

Salle garde à vue 1	12	216	2,59			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Salle garde à vue 2	12	216	2,59			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Salle garde à vue 3	12	216	2,59			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Salle garde à vue 4	12	216	2,89			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
Bureau commandant 2	20	360	4,5	23,48	226	FXFQ40 A	1	4,5	4,5	Cassette à soufflage circulaire	243	RXYQ1 0T
Bureau adjoint 2	13	234	2,97			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
Salles techniciens	13	234	2,73			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Salle de garde	13	234	2,96			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
Bureau cynophile 1	13	234	2,88			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
Bureau cynophile 2	13	234	2,92			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
Salle d'audition 3	19	342	4,52			FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural		
Cellule VIP avec toilette 1	12	216	2,42			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Cellule VIP avec toilette 2	12	216	2,42	17,74	222	FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural	182	RXYQ8 T
Cellule VIP avec toilette 3	12	216	2,42			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
Cellule VIP avec toilette 4	12	216	2,42			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
						FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		

	Salle vidéo	13	234	3,5			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Hall d'attente	19	342	4,56			FXFQ50 A	1	5,6	5,6	Cassette à soufflage circulaire		
GENDARMERIE NATIONALE BLOC C RDC	Bibliothèque	51	765	15,59	70,82	300	FXFQ32 A	5	3,6	18	Cassette à soufflage circulaire	725	RXYQ1 4T
	Salle de loisir	44	1320	11,25			FXAQ40 P	3	4,5	13,5	Mural		
	Salle de musculation	125	4500	39,84			FXFQ50 A	8	5,6	44,8	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle de détente	8	144	2,44			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Bureau	8	144	1,7			FXAQ20 P	1	2,2	2,2	Mural		
	Salle de restaurant	327	13 080	96,39			FXFQ63 A	14	7,1	99,4	Cassette à soufflage circulaire		
					96,39	295						882	RXYQ3 6T
GENDARMERIE NATIONALE R+1	Bureau adjoint	26	468	6,38	41,96	248	FXAQ63 P	1	7,1	7,1	Mural	417	RXYQ1 6T
	Bureau commandant	26	624	6,45			FXAQ63 P	1	7,1	7,1	Mural		
	Chef secrétariat	13	234	2,75			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Secrétariat	13	234	2,85			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle d'attente	25	450	5,45			FXAQ50 P	1	5,6	5,6	Mural		

	Service sport	40	720	12,44			FXFQ40 A	3	4,5	13,5	Cassette à soufflage circulaire		
	Salle de garde 1	13	234	2,82			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de garde 2	13	234	2,82			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle communication	39	702	10,45	31,61	270	FXFQ32 A	3	3,6	10,8	Cassette à soufflage circulaire	320	RXYQ1 2T
	Bureau transmission	13	234	3,08			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Service emploi	13	234	3,08			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau vague mes	13	234	3,08			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Salle de réunion	39	702	11,92			FXFQ32 A	4	3,6	14,4	Cassette à soufflage circulaire		
	Local serveur	12	216	2,43	23,62	232	FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural	227	RXYQ1 0T
	Poste com opérationnel	26	624	6,49			FXAQ63 P	1	7,1	7,1	Mural		
	Bureau adjudant	12	216	2,94			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		
	Bureau trésorier	13	234	2,79			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	B service den logis	13	234	2,79			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
	Bureau police judiciaire	13	234	3,44			FXAQ32 P	1	3,6	3,6	Mural		

	Ressources humaines	13	234	2,74			FXAQ25 P	1	2,8	2,8	Mural		
GENDARMERIE NATIONAL E R+2	Salle d'archives	35	630	10,19	10,19	291	FXFQ32 A	3	3,6	10,8	Cassette à soufflage circulaire	96	RXYQ8 T
GENDARMERIE NATIONAL E R+3	Salle de repos	40	720	11,84	11,84	296	FXFQ32 A	4	3,6	14,4	Cassette à soufflage circulaire	128	RXYQ8 T
GENDARMERIE NATIONAL E R+4	Salle de crise	50	900	15,88	15,88	318	FXFQ40 A	4	4,5	18	Cassette à soufflage circulaire	160	RXYQ8 T

ANNEXE 25 : Catalogue de choix du système VRV

VRV IV (sans chauffage continu) - RXYQ-T
Modules à montage simple de 8 ch à 20 ch



RXYQ-T

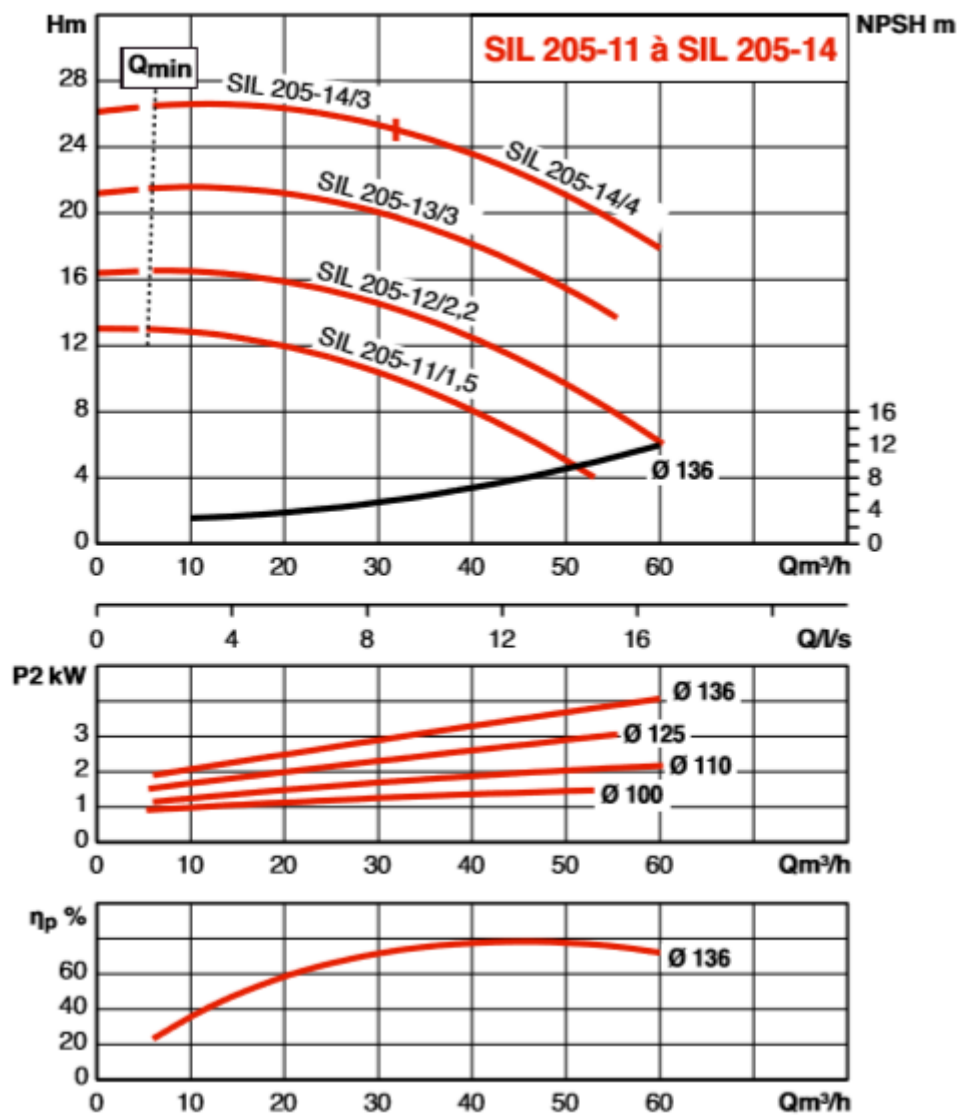
RXYQ-T - VRV IV Réversible Inverter R-410A / Modules à montage simple de 8 ch à 20 ch

Unité extérieure montage mono-module					RXYQ8T	RXYQ10T	RXYQ12T	RXYQ14T	RXYQ16T	RXYQ18T	RXYQ20T
Puissances restituées nominales	frigorifique	nominale	à +35°C ext	kW	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,0	56,0
	calorifique	nominale	à +7°C ext	kW	22,4	28,0	33,5	40,0	45,0	50,0	56,0
	calorifique	maximale	à +7°C ext	kW	25,0	31,5	37,5	45,0	50,0	56,0	63,0
	calorifique	maximale	à -7°C ext	kW	20,4	24,6	27,4	33,7	37,5	41,8	47,1
Puissances absorbées nominales	froid	nominale	à +35°C ext	kW	4,5	6,3	8,1	9,9	12,1	15,0	18,5
	chaud	nominale	à +7°C ext	kW	4,5	5,5	6,6	8,3	9,8	12,6	14,5
	chaud	maximale	à -7°C ext	kW	5,4	7,6	8,4	10,6	12,2	13,6	15,5
EER	froid	nominal	à +35°C ext	kW	5,01	4,43	4,14	4,05	3,73	3,40	3,03
COP	chaud	nominal	à +7°C ext	kW	5,01	5,12	5,08	4,30	4,59	4,00	3,86
	chaud	maximal	à -7°C ext	kW	3,75	3,25	3,27	3,18	3,07	3,07	3,04
Groupes certifiés Eurovent					✓	✓	✓	✓	✓	Hors programme	
Nombre d'unités intérieures connectables	maximum	ratio ⁽¹⁾			17	21	26	30	34	39	43
		pts			100	125	150	175	200	225	250
Taux de connexion	standard	pts			200	250	300	350	400	450	500
		pts			260	325	390	455	520	585	650
Niveaux de pression sonore	froid	nominal	dB(A)		58	58	61	61	64	65	66
Niveaux de puissance sonore	froid	nominal	dB(A)		78	79	81	81	86	86	88
Débit d'air	froid	nominal	m³/h		9 720	10 500	11 100	13 380	15 600	15 660	15 660
Nombre de ventilateurs					1	1	1	2	2	2	2
Pression statique externe	standard / maxi	Pa			50 / 78						
Dimensions de l'unité	H	mm			1 685						
	L	mm			930	930	930	1 240	1 240	1 240	1 240
	P	mm			765						
Poids de l'unité		kg			187	194	194	305	305	314	314
Réfrigérant	type				R-410A						
	quantité	kg			5,9	6,0	6,3	10,3	10,4	11,7	11,8
Nombre de compresseurs Inverter					1	1	1	2	2	2	2
Connexions frigorifiques brisées, isolées	liquide	pouce			3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8
	gaz	pouce			3/4	7/8	1" 1/8	1" 1/8	1" 1/8	1" 1/8	1" 1/8
Alimentation électrique		V			400/3N/50						
Plage de fonctionnement température extérieure	mode froid	°C _{BS}			-5 ~ +43						
	mode chaud	°C _{BH}			-20 ~ +15						

ANNEXE 26 : Fiche technique de la pompe



almson



ANNEXE 27 : CADRE DE DEVIS QUANTITATIF DU SYSTEME A EAU GLACEE

	Désignation des équipements	Ute	Qté	Prix unitaires	Prix total
I	DÉPENSES PRELIMINAIRES				
	Étude et plan d'exécution	Ens	1	8,500,000	8,500,000
	Installation du chantier	Ens	1	3,500,000	3,500,000
	Transport du matériel vers le site	Ens	1	12,750,000	12,750,000
	Fouille pour la pose des canalisations	Ens	1	3,000,000	3,000,000
	Total I				27 750 000
II	SYSTÈME À EAU GLACÉE				
II.1	UNITÉ INTÉRIEURE : VENTILO-CONVECTEUR				
	Ventilo-convecteur de type mural FWT02AT	U	31	364 000	11 284 000
	Ventilo-convecteur de type mural FWT03AT	U	6	379 200	2 275 200
	Ventilo-convecteur de type mural FWT04AT	U	62	383 000	23 746 000
	Ventilo-convecteur de type mural FWT05AT	U	23	432 000	9 936 000
	Ventilo-convecteur de type mural FWT06AT	U	12	476 000	5 712 000
	Ventilo-convecteur de type mural FWT08AT	U	3	548 000	1 644 000
	Ventilo-convecteur de type cassette 4 voies de soufflage FWF02AT	U	41	383 830	15 737 030
	Ventilo-convecteur de type cassette 4 voies de soufflage FWF03AT	U	32	394 965	12 638 880
	Ventilo-convecteur de type cassette 4 voies de soufflage FWC06BT	U	4	522 035	2 088 140
	Ventilo-convecteur de type cassette 4 voies de soufflage FWC07BT	U	11	540 375	5 944 125
	Ventilo-convecteur de type cassette 4 voies de soufflage FWC08BT	U	7	558 060	3 906 420
	Ventilo-convecteur de type cassette 4 voies de soufflage FWC09BT	U	8	578 365	4 626 920
	Vanne d'arrêt à boisseau sphérique	U	20	48 800	976 000

	Vanne d'équilibrage	U	30	60 000	1 800 000
Total II.1					102 314 715
II.2	<u>UNITE INTERIEURE : CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR</u>				
	Centrale de traitement d'air y compris caisson de mélange à 2 voies (air neuf, air repris) avec registre et filtre				
	Débit d'air de 4 000 m3/h	U	2	7 216 000	14 432 000
	Centrale de traitement d'air y compris caisson de mélange à 2 voies (air neuf, air repris) avec registre et filtre				
	Débit d'air de 11 000 m3/h	U	1	16 415 000	16 415 000
	Centrale de traitement d'air y compris caisson de mélange à 2 voies (air neuf, air repris) avec registre et filtre				
	Débit d'air de 5 500 m3/h	U	1	8 126 000	8 126 000
	Centrale de traitement d'air y compris caisson de mélange à 2 voies (air neuf, air repris) avec registre et filtre				
	Débit d'air de 4 500 m3/h	U	1	7 750 000	7 750 000
Total II.2					46 723 000
II.3	<u>UNITÉ INTERIEURE : GRILLE DE SOUFFLAGE</u>				
	Diffuseur carré de type DAP 195	U	13	44 000	572 000
	Diffuseur carré de type DAU 40	U	22	34 000	748 000
	Diffuseur linéaire de type TENSO	U	89	56 000	4 984 000
	Grille de soufflage linéaire de type LAC 30-40	U	16	35 000	560 000
	Grille de reprise linéaire de type GAC 81	U	87	25 000	2 175 000
Total II.3					9 039 000
III	<u>UNITÉ EXTERIEUR : GROUPE FRIGORIFIQUE A CONDENSATION A EAU</u>				
III.1	Marque : DAIKIN type EWWD-G-XS				
	Pf = 185 kW	U	1	25 184 138	25 184 138
	Thermomètre	U	20	40 000	800 000
	Manomètre	U	20	70 000	1 400 000

	Robinet de vidange	U	10	8 000	80 000
	Vanne d'arrêt à boisseau sphérique	U	20	48 800	976 000
	Filtre à tamis	U	1	188 000	188 000
Total III.1					28 628 138
III.2	Marque : DAIKIN type EWWD-G-XS				
	Pf = 222 kW	U	1	30 220 966	30 220 966
	Thermomètre	U	10	40 000	400 000
	Manomètre	U	10	70 000	700 000
	Robinet de vidange	U	10	8 000	80 000
	Vanne d'arrêt à boisseau sphérique	U	20	48 800	976 000
	Filtre à tamis	U	1	188 000	188 000
Total III.2					32 564 966
III.3	Marque : DAIKIN type EWWD-G-XS				
	Pf = 252 kW	U	1	34 304 880	34 304 880
	Thermomètre	U	10	40 000	400 000
	Manomètre	U	10	70 000	700 000
	Robinet de vidange	U	10	8 000	80 000
	Vanne d'arrêt à boisseau sphérique	U	20	66 000	1 320 000
	Filtre à tamis	U	1	188 000	188 000
Total III.3					36 992 880
III.4	Marque : DAIKIN type EWWD-G-XS				
	Pf = 276 kW	U	1	37 572 012	37 572 012
	Thermomètre	U	10	40 000	400 000
	Manomètre	U	10	70 000	700 000
	Robinet de vidange	U	10	8 000	80 000
	Vanne d'arrêt à boisseau sphérique	U	20	66 000	1 320 000
	Filtre à tamis	U	1	188 000	188 000
Total III.4					40 260 012
III.5	Marque : DAIKIN type EWWD-G-XS				

	Pf = 306 kW	U	1	41 655 926	41 655 926
	Thermomètre	U	20	40 000	800 000
	Manomètre	U	20	70 000	1 400 000
	Robinet de vidange	U	10	8 000	80 000
	Vanne d'arrêt à boisseau sphérique	U	20	66 000	1 320 000
	Filtre à tamis	U	1	188 000	188 000
Total III.5					45 443 926
IV	<u>RÉSEAU HYDRALIQUE, AÉRAULIQUE, CONDENSAT</u>				
	Tuyauterie en acier galvanisé compris accessoires				
	Tube acier noir DN 100	ml	950	52 000	49 400 000
	Tube acier noir DN 80	ml	50	42 000	2 100 000
	Tube acier noir DN 65	ml	110	35 000	3 850 000
	Tube acier noir DN 50	ml	20	28 000	560 000
	Tube acier noir DN 40	ml	80	24 000	1 920 000
	Tube acier noir DN 32	ml	30	22 000	660 000
	Tube acier noir DN 25	ml	102	20 000	2 040 000
	Tube acier noir DN 20	ml	10	16 000	160 000
	Gaine de soufflage et de reprise en staff y compris les accessoires	m²	200	70 000	14 000 000
	Réseau d'évacuation eau de condensat tube PVC y compris accessoires	Ens	1	14,250,000	14,250,000
Total IV					88 940 000
V	<u>POMPE A EAU GLACÉE</u>				
	Marque : SALMSON type				
	Débit : 47 min 3 s/h — 5mCE	U	8	4 800 000	38 400 000
	Thermomètre		10	40 000	400 000
	Manomètre		10	70 000	700 000
Total V					38 400 000
VI	<u>TOUR DE REFROIDISSEMENT</u>				

	Tour de refroidissement d'eau de condenseur par un système ouvert à refroidissement y compris les accessoires				
	Puissance : 1 018 kW	U	3	24 600 000	73 800 000
	Total VI				73 800 000
VII	<u>TRAITEMENT DE L'EAU</u>				
	Poste de traite traitement d'eau	Ens	1	6,000,000	6,000,000
	Total VII				6 000 000
VIII	<u>ELECTRICITE</u>				
	Raccordement électrique	Ens	1	30,000,000	30,000,000
	Total VIII				30 000 000
	Total général HTVA pour les coûts d'investissements				600 856 637
	TVA (18 %)				108 154 195
	TOTAL DU COUT D'INVESTISSEMENT TTC EN FCFA				730 869 152
IX	<u>COUT D'EXPLOITATION</u>				
	Cout de maintenance et d'entretien sur 30 ans	Ens	1	695 697 400	695 697 400
	Cout de consommation d'énergie sur 30 ans	Ens	1	4 192 480 358	4 192 480 358
	TOTAL DU COUT D'EXPLOITATION EN FCFA				2 108 169 800
	TOTAL GENERAL DU COUT D'INVESTISSEMENT ET D'EXPLOITATION EN FCFA				5 699 531 900