



**DIMENSIONNEMENT D'UN GROUPE FROID ET  
PROPOSITION DE SOLUTIONS DE MAINTENANCE : CAS D'UN  
IMMEUBLE R+8**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE MASTER  
OPTION : GENIE ENERGETIQUE

---

Présenté et soutenu publiquement le [04/11/2016] par

**OUATTARA Souleymane Abasse**

Travaux dirigés par :

Ohi Koné, Contre maître Section Froid

Société Ivoirienne de Raffinage, MCT Carrier

Dr. Sayon Sidibé, Enseignant – chercheur

Laboratoire Biomasse énergie et Biocarburants (LBEB)

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Edem N'TSOUKPOE

Membres et correcteurs : : Ing. Francis SEMPORE  
Dr. Sayon SIDIBÉ

Promotion 2015-2016

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

---

## **REMERCIEMENTS**

- ✚ Toute notre reconnaissance va d'abord à l'endroit de Dieu en dehors de qui il n'ya de force ni de puissance et qui à faciliter de par ses immenses bienfaits l'établissement de ce rapport.
- ✚ Grand merci au Directeur Général de la SIR, Mr. Thomas CAMARA qui m'a accepté au sein de sa structure et plus particulièrement à mon maître de stage Mr Ohi KONE, contre maître de la section Froid, qui n'a ménagé aucun effort afin de mettre à ma disposition toute la documentation nécessaire.
- ✚ Merci à mon directeur de stage Mr. Sayon Sidibé pour son entière disponibilité.
- ✚ Je ne saurai oublier l'agent technique Mr. Siaka TOURE, pour tous ses conseils particulièrement enrichissants prodigués, son grand intérêt à nos travaux et sa grande dévotion à nous inculquer les réflexes techniques dans la maintenance.
- ✚ Un grand merci à toute l'équipe de MCT CARRIER, pour leur disponibilité, leur accessibilité et leur maîtrise du terrain.
- ✚ A ma famille d'accueil, j'exprime toute ma reconnaissance pour leurs aides immenses.
- ✚ Mes remerciements s'adressent à tous ceux qui, de loin ou de près ont participé d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce rapport.

Peu de mots ne sauraient suffire pour exprimer, à mes parents, l'immensité de ma reconnaissance à leur égard pour leur soutien moral et financier. Merci pour la confiance placée en moi.

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

### **RESUME**

La SIR, Société Ivoirienne de Raffinage est la première société en Côte d'Ivoire de par son chiffre d'affaires. Elle s'étend sur une superficie totale de 80 ha. Elle abrite sur cette espace une société partenaire au sein de laquelle elle est actionnaire : la SMB (Société Multinationale de Bitume). Cette structure détient un bâtiment administratif nommé «tour SMB» de niveau R+8 dans l'enceinte de la SIR. La tour est alimentée en froid par un groupe à eau glacée à travers une centrale de traitement d'air (CTA). Cette CTA installée depuis 1982 est vieillissante et pose des problèmes de sonorisation et de vibration qui s'avèrent très gênants pour les occupants des 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> étage d'autant plus que les hauts cadres, directeur général et le président du conseil d'administration ( PCA) sont situés dans ces étages. Le réglage de température en fonction du besoin dans les bureaux administratifs pose également problème à cause du manque de contrôle de l'occupant sur le débit et la température de soufflage. Aussi la laine de verre constituant l'isolation des gaines de soufflage, vieillissante, se retrouve dans les bureaux avec l'air de soufflage. Afin de pallier à ces nombreux soucis, il nous a été confié le dimensionnement d'un nouveau groupe froid et d'une nouvelle CTA afin de prévenir le risque de panne éminent de l'ancien. Le choix de la CTA sera effectué en tenant compte de la qualité de la technologie. Aussi devons-nous effectuer des propositions de solutions de maintenance à tous les autres problèmes liés à l'apport du froid.

### **Mots clé**

---

1. CTA,
2. groupe eau,
3. tour SMB,
4. régulation,
5. SIR,
6. dimensionnement,
7. maintenance.

**ABSTRACT**

The SIR, Society of the Ivory Coast of Refining is the first company in Côte.d'ivoire from its sales turnover. It extends on a total surface from 80 ha.It shelters on this space a company partner has center of which it is shareholder; the SMB (Bitumen Multinational).This structure holds an administrative building named "turn SMB" of R+8 level in the enclosure of the SIR. The tower is to feed in cold by a group with water frozen through a CTA. This CTA installed since 1982 starts to be done growing old and poses problems of wiring for sound and vibration which prove very awkward for the occupants of 7th and 8th stage more especially as the high executives, general manager and PCA are located in these stages. The adjustment of temperature according to the need in the administrative offices also raises difficulties more especially as there is an absence of system of regulation. Also the porcelain in the pipes of drains, growing old, is found in the offices with the blowing gas. In order to mitigate this many concern, it to us was entrusted the dimensioning of a new CTA in order to prevent the eminent risk of breakdown of old. The choice of the CTA will be carried out by taking account of the quality of technology. Also must we carry out proposals for solutions of maintenance to all the other problems involved in the contribution of the cold.

**Key Word**

- 1. Air Handler,**
- 2. Water group,**
- 3. Tower SMB,**
- 4. Regulation,**
- 5. SIR,**
- 6. Sizing**
- 7. maintenance**

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

---

### **LISTE DES ABREVIATIONS**

CTA :	Centrale de traitement d'air
EPI :	Equipement de protection individuel
ETD :	Equipement terminaux de diffusion
MCT :	Maintenance court terme
PCA :	Président du conseil d'administration
PETROCI :	Pétrole de Côte d'Ivoire
SIR :	Société ivoirienne de raffinage
SMB :	Société multinationale de bitume
SONABHY :	Société nationale burkinabé d'hydrocarbure
TOTAL-CI :	TOTAL Côte d'Ivoire

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Table des matières	
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	iii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	iv
SOMMAIRE.....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
<b>Ière PARTIE : PRESENTATION DE LA STRUCTURE ET GENERALITE.....</b>	<b>1</b>
Chapitre I : Présentation de la structure .....	4
Chapitre II : Généralités.....	4
I. Introduction (contexte, enjeu, problématique).....	5
II. Objectifs.....	5
III. Résultats attendus.....	6
IV. Méthodologie .....	6
VI. Description du projet (bâtiment).....	5
<b>IIème PARTIE : ETUDE TECHNIQUE ET OFFRE ECONOMIQUE.....</b>	<b>5</b>
Chapitre I : Etude technique du système installé.....	14
I. Description de l'ensemble du système.....	17
II. Dimensionnement de la centrale de traitement d'air.....	20
III. Dimensionnement du groupe froid.....	41
Chapitre II : Offre économique du projet. ....	42
<b>IIIème PARTIE : MAINTENANCE DU SYSTEME .....</b>	<b>46</b>
Chapitre I : Proposition de maintenance du système de production de froid .....	46
I. Quelques définitions de maintenance.....	46
II. La maintenance préventive du système à installer.....	47
III. La maintenance corrective du système à installer. ....	50
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>55</b>
Conclusion.....	55
BIBLIOGRAPHIE.....	56
ANNEXES.....	58

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

### **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Propriétés thermo physiques des matériaux locaux de construction.....	10
Tableau 2 : Epaisseurs des murs (Cf. plan architecturaux.)	
Tableau 3 : Différence de température entre les différentes faces des parois.....	10
Tableau 4 : Intensité du rayonnement solaire sur les murs (m) et vitrages (v) [W/m <sup>2</sup> ] Latitude 4° Nord (février).....	11
Tableau 5 : condition de base extérieur.....	12
Tableau 6 : Conditions climatique à l'extérieur des locaux.....	12
Tableau 7 : Condition intérieur de confort optimal recommandé .....	12
Tableau 8 : Conditions climatique à l'intérieur des locaux.....	13
Tableau 9 : Conditions climatique au soufflage.....	13
Tableau 10 : Facteur de réduction « g » pour fenêtres protégées.....	13
Tableau 11 : Coefficient d'absorption « α » pour murs, toits et fenêtres.....	14
Tableau 12 : Chaleur dégagée par l'éclairage .....	14
Tableau 13: Appareillages électriques et à gaz.....	15
Tableau 14 : Débit de renouvellement d'air nécessaire dans les locaux climatisés et nombre de personne au m <sup>2</sup> par type de locaux.....	15
Tableau 15 : Chaleur dégagée par les personnes [W] .....	16
Tableau 16 : Coefficients globaux de transmission thermique (K) des parois (murs – planchers toitures – vitrages - terrasses – portes) en W/m <sup>2</sup> °C.....	16
Tableau 17 : Facteur de rayonnement solaire.....	17
Tableau 18 : Exemple de feuille de calcul : Bureau agent – niveau R+8.....	17
Tableau 19 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+1. ....	21

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR      OUATTARA Souleymane Abasse

---

Tableau 20 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+2. ....	29
Tableau 21 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+3. ....	30
Tableau 22 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+4. ....	31
Tableau 23 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+5. ....	32
Tableau 24 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+6. ....	33
Tableau 25 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+7. ....	34
Tableau 26 : Choix des ETD pour les différents bureaux du R+8. ....	35
Tableau 27 : Section des conduites débouchant sur les équipements terminaux de diffusion..	36
Tableau 28 : Dimension des conduites débouchant sur les bureaux.....	39
Tableau 29 : Diamètre des conduites principales.....	40
Tableau 30 : Caractéristiques du groupe froid eau glacée 30HXC 155.....	44
Tableau 31 : Offre économique des ETD.....	48
Tableau 32 : Offre économique du groupe froid et de la CTA.....	49
Tableau 33 : Objectif d'un entretien préventif.....	50
Tableau 34 : Pannes sur CTA.....	51

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

---

### **LISTES DES FIGURES**

Figure 1 : organigramme de l'entreprise.....	4
Figure 2 : Plan architectural du niveau 3.....	9
Figure 3 : Principe de fonctionnement du système.....	24
Figure 4 : Tenso 1485 (mm)-4 fentes.....	28
Figure 5: GAC 81- 300*150 mm.....	28
Figure 6 : Schéma des conduites principales du réseau avec leurs débits transportés.....	46

## PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DE LA STRUCTURE ET GENERALITE

### Chapitre 1 : Présentation de la structure

Implantée en Côte d'Ivoire dans la zone industrielle de vridi, boulevard petit Bassam au sud d'Abidjan, la Société Ivoirienne de Raffinage (SIR) assure le raffinage du pétrole brut et la distribution de produits pétroliers en Côte d'Ivoire et dans le reste du monde. La SIR est dirigé par un conseil d'administration de douze (12) administrateurs représentant la Côte D'Ivoire, le Burkina Faso, et les compagnies pétrolières suivantes : TOTAL-CI, PETROCI, SONABHY. La Côte d'Ivoire est actionnaire majoritaire (47%). Elle est aussi dotée d'un conseil de direction avec à sa tête Mr. CAMARA Thomas.

#### Organigramme

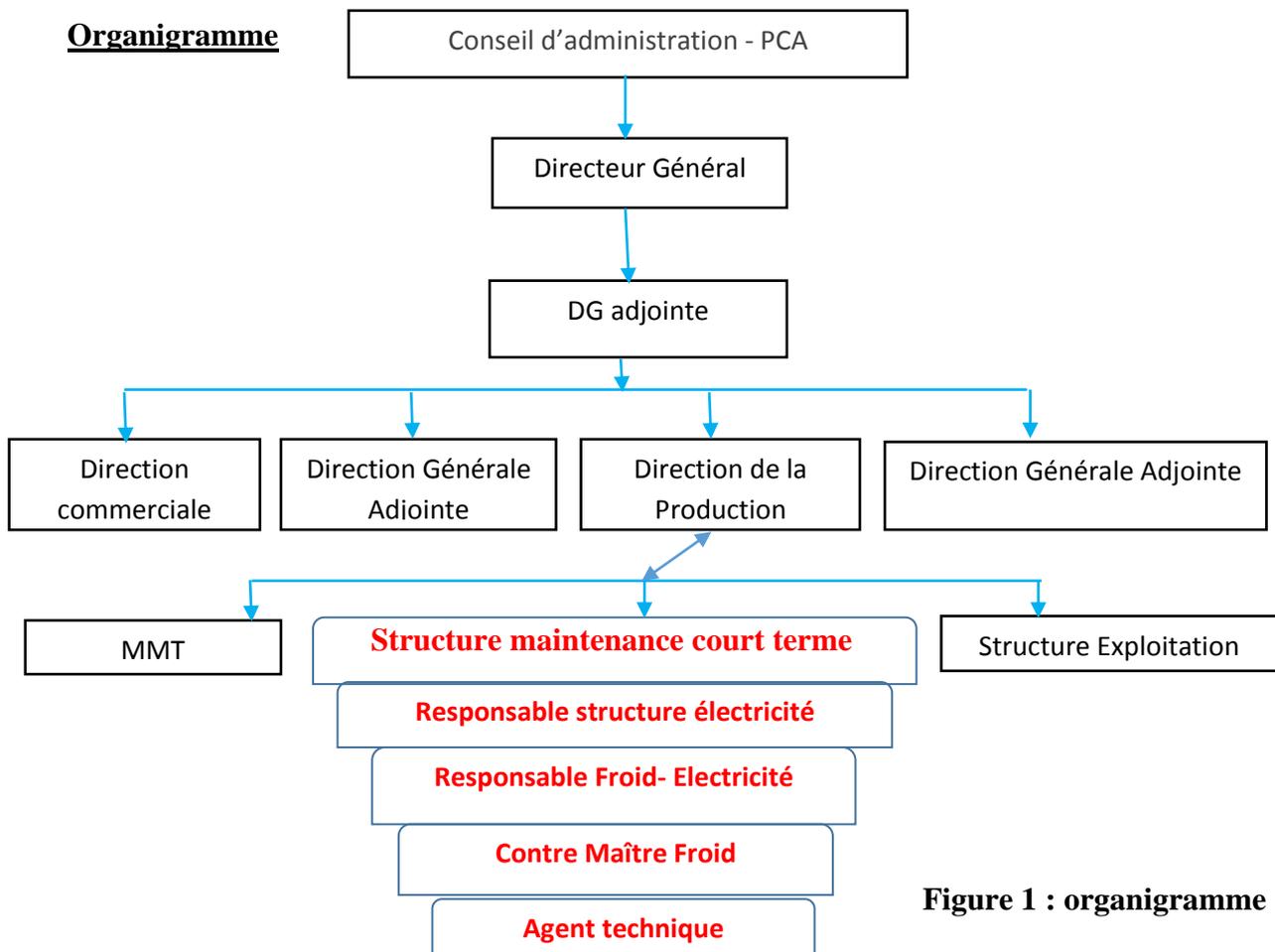


Figure 1 : organigramme

**Chapitre II : Généralités**

---

**I. Introduction**

Le froid est la sensation contraire au chaud associé aux températures basses. Il s'agit également d'un qualificatif relatif aux transferts thermiques : un corps est qualifié de froid s'il est en contact thermique avec un autre corps de température plus élevée et duquel il est susceptible de recevoir de la chaleur. Les applications du froid sont diversifiées et la technologie utilisée varie en fonction du besoin et du cadre (domestique, industriel, hospitalier...).

L'Afrique occidentale est une zone globalement chaude. Le besoin de confort dans le cadre du bâtiment exige un apport permanent de ce froid pour un meilleur rendement dans le travail. Cet apport dépend cependant d'un certain nombre de paramètres à savoir la période de l'année, les habitudes des individus, leurs provenances géographiques, leurs activités etc. Aussi faut-il s'assurer de la qualité et la performance des équipements censés fournir ce confort. C'est dans ce contexte relatif à la qualité que se situe le thème de notre stage. Durant les cinq mois passé au sein de la société ivoirienne de raffinage, nous avons travaillé en vue d'améliorer le rendement du système frigorifique d'un bâtiment administratif de niveau R+8 dénommé Tour SMB. Les résultats de nos travaux sont plus détaillés dans le corps de ce présent rapport.

**II. Objectifs**

**II.1- Objectif de l'étude**

Les installations frigorifiques de la <<tour SMB>> subissent un certains nombres de difficultés qui impactent fortement sur le rendement escompté. Cette baisse de rendement est essentiellement liée à la vieillisse des équipements, à l'évolution des besoins en froid puis à l'efficacité relative à la maintenance de ces installations. L'objectif général de ce présent rapport consistera donc à effectuer des études techniques puis fournir des propositions

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

d'améliorations et/ou de remplacement visant à rehausser la performance de ce système frigorifique existant. L'atteinte de cet objectif général passera par la réalisation de sous objectifs spécifiques que nous allons étayer dans les points qui suivent.

### **II.2- Objectifs spécifiques**

**Les objectifs spécifiques de ce travail sont les suivants :**

- 1- Déterminer les nouveaux besoins en froid**
- 2- Dimensionner le nouveau groupe froid :** faire le choix d'une technologie qui sera exempt d'effets sonores et de vibrations à moyens et long terme.
- 3- Proposer des équipements terminaux réglables :** certains bureaux reçoivent un excès de froid et d'autres un manque car l'adaptation du débit de soufflage au besoin n'est pas totalement effective. En effet, la pression n'étant pas stable dans le réseau, à une position donnée du clapet ne correspond pas toujours une même valeur de la vitesse de l'air dans la bouche.
- 4- Proposer une solution pour inhiber l'arrivée de la laine de verre (qui entre dans la composition des pièges à son) dans les bureaux :** la laine de verre entre dans la composition des boîtes de détentes en guise d'isolant inhibiteur du phénomène de condensation. C'est aussi elle qui joue le rôle d'absorbante acoustique. Avec le temps, lorsque cette laine vieillie, les fibres se détachent et se retrouvent dans les bureaux combinées à l'air de soufflage. En plus de leurs effets démangeaisant, elles polluent l'air respirable.

### **III. Résultats attendus**

Au terme de ce stage, la SIR doit avoir en sa possession un rapport de stage contenant :

- Un dossier d'offre technique,
- Un dossier d'offre financière,

#### **IV. Méthodologie et organisation du travail**

Afin de ne pas perdre de vue les problèmes qui nous ont été confiés, nous avons jugé nécessaire d'effectuer un recensement des différents problèmes et des causes susceptibles d'être à l'origine de ces problèmes. En fonction de ces recensements, nous ciblerons les différents éléments sur lesquels agir pour parvenir au bon fonctionnement du groupe. Pour atteindre les objectifs fixés, trois étapes seront suivies successivement:

- Etude technico-économique pour le dimensionnement d'un nouveau groupe avec choix de la CTA et proposition de nouvelles configurations possibles.
- Choix de nouvelles technologies plus modernes et capables de satisfaire les exigences souhaitées (régler les problèmes déjà mentionnés).
- Proposition de solutions de maintenance du système frigorifique

#### **V. Description du système frigorifique existant**

##### **V.1- Etat des lieux : Bâtiment et Groupe Froid à eau glacée**

La climatisation centrale à eau glacée repose sur les principes suivants :

- la production d'eau glacée par des systèmes frigorifiques appelés Groupe Frigorifiques.
- la distribution de l'eau glacée par un réseau hydraulique
- les appareils terminaux qui assurent la climatisation dans les locaux à traiter (les terminaux généralement rencontrés sont les ventilo-convecteurs et les centrales de traitement d'air, les cassettes à eau glacée).

Les groupes frigorifiques sont construits en un seul bloc comprenant aussi bien les organes principaux que les organes auxiliaires, les organes de commande, de sécurité et de protection.

Suivant le type de condenseur, on distingue :

- les groupes frigorifiques à condenseur à air

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

- les groupes frigorifiques à condenseur à eau

Les groupes frigorifiques à condenseur à eau nécessitent la mise en place d'une tour de refroidissement ou des Drycooler.

La tour SMB est un bâtiment de neuf niveaux (R+8) constitué de deux locaux techniques, un au RDC et l'autre sur la terrasse du huitième niveau. Cette tour est équipée d'un groupe froid à eau glacée de marque Carrier d'une puissance froide de 812 kW. Type 30HXC 230. Le groupe fonctionne au fréon R134a Avec une température d'entrée de la batterie froide de 12°C et une température de sortie de 7 °C. Son compresseur est semi-hermétique, l'évaporateur est du type échangeur à plaque et le condenseur est à eau. Le Schiller est placé dans le local technique du rez de chaussé. Dans ce même local il y'a deux pompes. Une première destinée au refoulement de l'eau glacée produite vers les CTA ( principale et auxiliaires) et une deuxième destinée à propulser l'eau de refroidissement du condenseur vers les tours de refroidissement : ce sont des pompes jumelées. Il s'agit de deux circulateurs montés en parallèles sur le circuit. Les deux corps de pompes constituent une même pièce et comportent des orifices d'aspirations et de refoulement communs.

Les CTA et les tours de refroidissement sont installés sur la terrasse du bâtiment au dernier niveau (terrasse R+8). Nous disposons au total de quatre CTA soit :

- Une CTA pour le hall du RDC placée dans le local technique de climatisation ;
- Une grande CTA (CTA principale) destinée à tous les bureaux de la tour en plus de la salle de réunion ;
- Deux (02) petites CTA aussi destinées à la salle de réunion au R+8 en guise de secours.

L'alimentation des CTA est faite avec un système d'air neuf réglable dont le débit minimal sera déterminé plus bas. Nous disposons au total de deux tours de refroidissement.

## **Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance**

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

---

Les conduites d'approvisionnement d'air frais et d'eau glacée sont isolées par de la laine de verre afin d'éviter toute condensation. C'est aussi elle qui intervient dans le matériau des pièges à son.

### **DEUXIEME PARTIE : ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE**

---

#### **Chapitre I : Etude techniques du système**

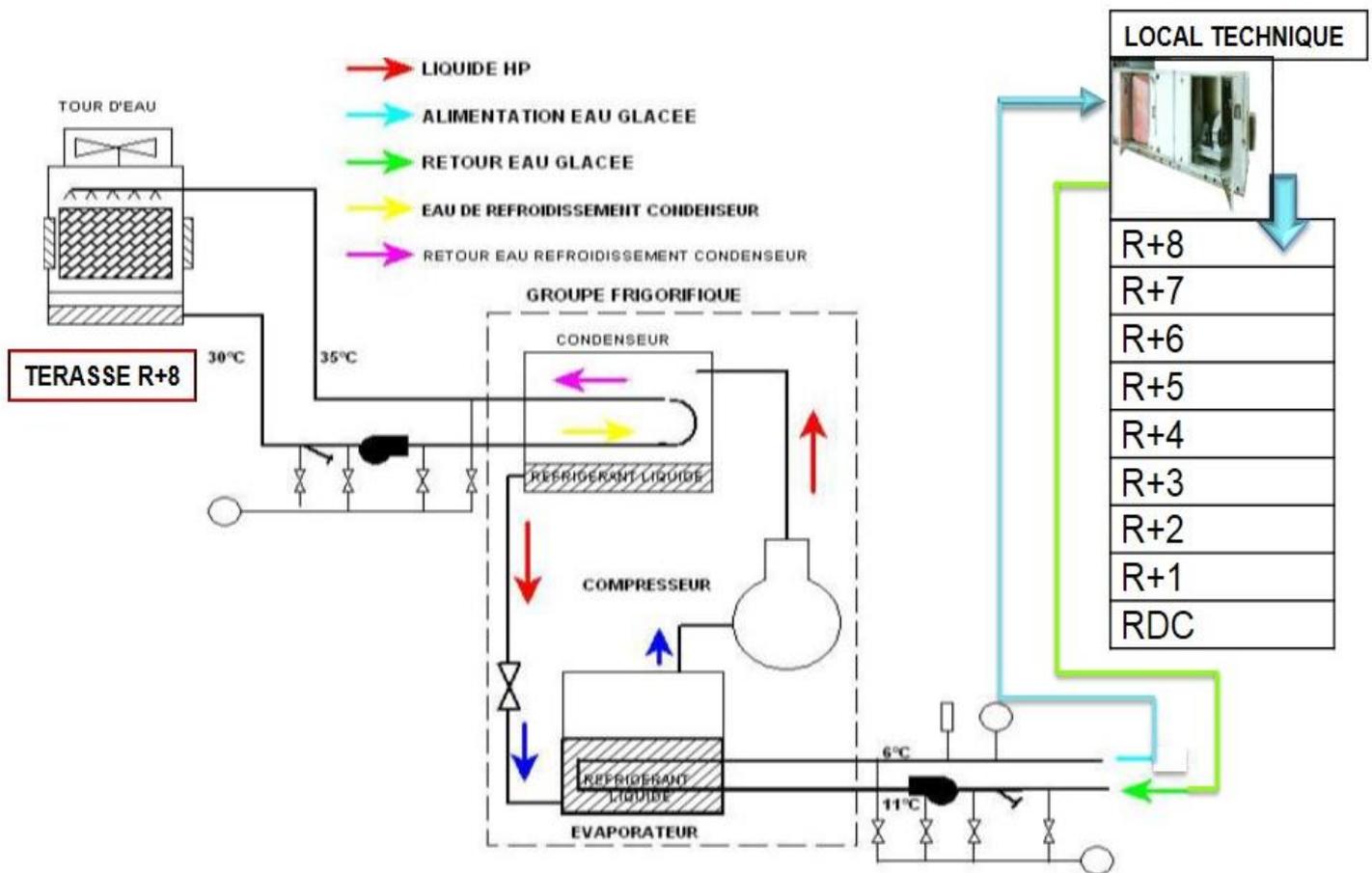
---

L'étude technique du système fera ressortir le dimensionnement et le choix technologique du groupe froid, le dimensionnement de la conduite hydraulique entre le groupe froid et la CTA puis enfin l'ensemble des conduites du réseau aéraulique. Après cela nous procéderons au choix des équipements terminaux de diffusion qui seront de nature à être doter de système de régulation afin de permettre aux occupants des locaux d'adapter l'apport du froid au besoin.

#### **I. DIMENSIONNEMENT DE LA CENTRALE DE TRAITEMENT D'AIR**

##### **1. Description de l'ensemble du système**





**Figure 3 : Principe de fonctionnement du système**

L'ensemble du système se subdivise en trois parties essentielles (figure 3):

La première partie se compose des quatre éléments standards d'un système de climatisation à savoir le condenseur, le détendeur, l'évaporateur et le compresseur.

Dans la deuxième partie, un échange de chaleur a eu lieu entre l'eau destinée à être glacée puis envoyée à la CTA et l'évaporateur à travers un échangeur à plaque. En effet, dans le groupe, la production de froid a eu lieu au niveau de l'évaporateur après les phénomènes standard de compression de condensations et de détente. C'est ce froid qui est transmis au circuit d'eau glacée par le biais de l'échangeur à plaque. Une fois cette eau glacée, elle est

## **Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance**

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

acheminée vers la batterie froide de la CTA au moyen de circulateur (pompe jumelée). Entre l'entrée et la sortie de l'eau glacée dans les serpentins de la batterie froide, un ventilateur y brasse son air dessus. Cet air perd sa chaleur au profit de l'eau glacée par un phénomène dite de convection forcée. Il est ensuite acheminé dans les conduites du réseau aéraulique vers les bureaux des occupants. Le circuit d'eau étant fermé, l'eau de la batterie désormais chaude après avoir cédée sa fraîcheur à l'air (ou absorbé la chaleur de l'air), est réacheminée vers l'échangeur à plaque ou un nouveau échange à lieu avec l'évaporateur. Le cycle se répète ainsi continuellement tant que le système est en marche.

Dans la troisième partie, un autre échange de chaleur a eu lieu entre le condenseur et l'eau destinée à être refroidie dans la tour de refroidissement. En effet, dans un système normal, le gain de chaleur acquis par le fluide frigorigène suite au phénomène de compression dans le compresseur est évacué au niveau du condenseur. Ainsi un échangeur sera placé coté condenseur afin de récupérer cette chaleur. Elle a lieu à travers un circuit d'eau. Cette eau, désormais chaude, est aspirée par une pompe puis refoulée jusqu'à la tour de refroidissement. De là, l'eau entame une chute sous forme de gouttelette pendant qu'un ventilateur situé dans la partie haute de la tour y souffle dessus, extrayant ainsi à cette eau la chaleur récupérée au niveau du condenseur. Le système étant fermé, l'eau désormais froide, est récupérée dans la partie inférieure de la tour pour être encore réchauffée au contact du condenseur.

Dans chacun des deux cas, l'échange est effectué de façon contre courante (les deux fluides caloporteurs circulent en sens inverse).

### **❖ Problème liés à l'installation**

#### **✚ Configuration**

Dans la configuration actuelle, le Schiller alimente la CTA principale et deux (02) CTA au RDC. Il est située sur le toit au dernier niveau et est censé assuré le besoin en froid de toute la tour. Du coup l'on se retrouve avec une CTA très grande. Si l'on cumule à sa taille son âge,

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

car elle se fait très vieillissante, on comprend facilement l'origine des effets de vibrations et de sonorisation qui engendre des perturbations dans les bureaux du 7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> niveau.

Il serait fort souhaitable que la configuration de l'installation soit revue car le bâtiment est trop immense pour ne dépendre essentiellement que de la seule CTA principale. Pour ce faire, nous avons trois propositions de configurations à effectuer pour les CTA :

- Afin que chaque niveau soit indépendant des autres en terme de besoins en froid et qu'une simple panne de la CTA principale ne provoque l'arrêt et le non confort pour l'ensemble du personnel, nous préconisons à ce que de l'espace soit dégagé dans tous les niveaux en guise de local technique afin que nous ayons une CTA par niveau. Bien entendu, cela fera appel à quelques modifications quant au dimensionnement du réseau hydraulique et aéraulique au droit de chaque niveau. Doit être prise en compte donc les coûts conséquents.
- Prévoir deux CTA à savoir : une au R+8 pour assurer l'apport en froid des quatre derniers niveaux puis une deuxième CTA au R+4 pour assurer celui des niveaux R+4 au R+1. Cela réduirait de moitié le niveau de dépendance à une seule CTA.
- Prévoir une CTA secours qui sera également placé au dernier niveau afin de suppléer le manque de froid en cas de panne de la CTA. Cette dernière Solution est la plus recommandable car ne demande pas de repenser le réseau hydraulique et aéraulique. Aussi est -elle économiquement plus acceptable. (solution souhaitable). Cependant nous risquons de nous buter au problème d'espace pour l'emplacement de cette dernière. Quand même il serait prudent que toutes les études soient effectuées et qu'un budget prévisionnel y soit alloué.

Cependant, le choix de la technologie de CTA devra être différent car la présente technologie est quelques peu hors d'actualité. Le nouveau choix sera beaucoup plus réduite en terme de dimension mais avec des moteurs beaucoup plus performants.

## **Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance**

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

---

### **2. CAHIER DES CHARGES POUR LE CALCUL DES BILANS**

L'orientation du local : la situation des locaux est à conditionner par rapport aux :

**- Point géographique (latitude, longitude),**

Vridi, latitude 5.2591670 (5°15'33''N) Longitude -3.9797220 (3°58'46''W), Altitude 5mètre-17 feet, coefficient de marée 55/51 (1)

**- Points climatiques,**

**- Immeubles voisins produisant de l'ombre**

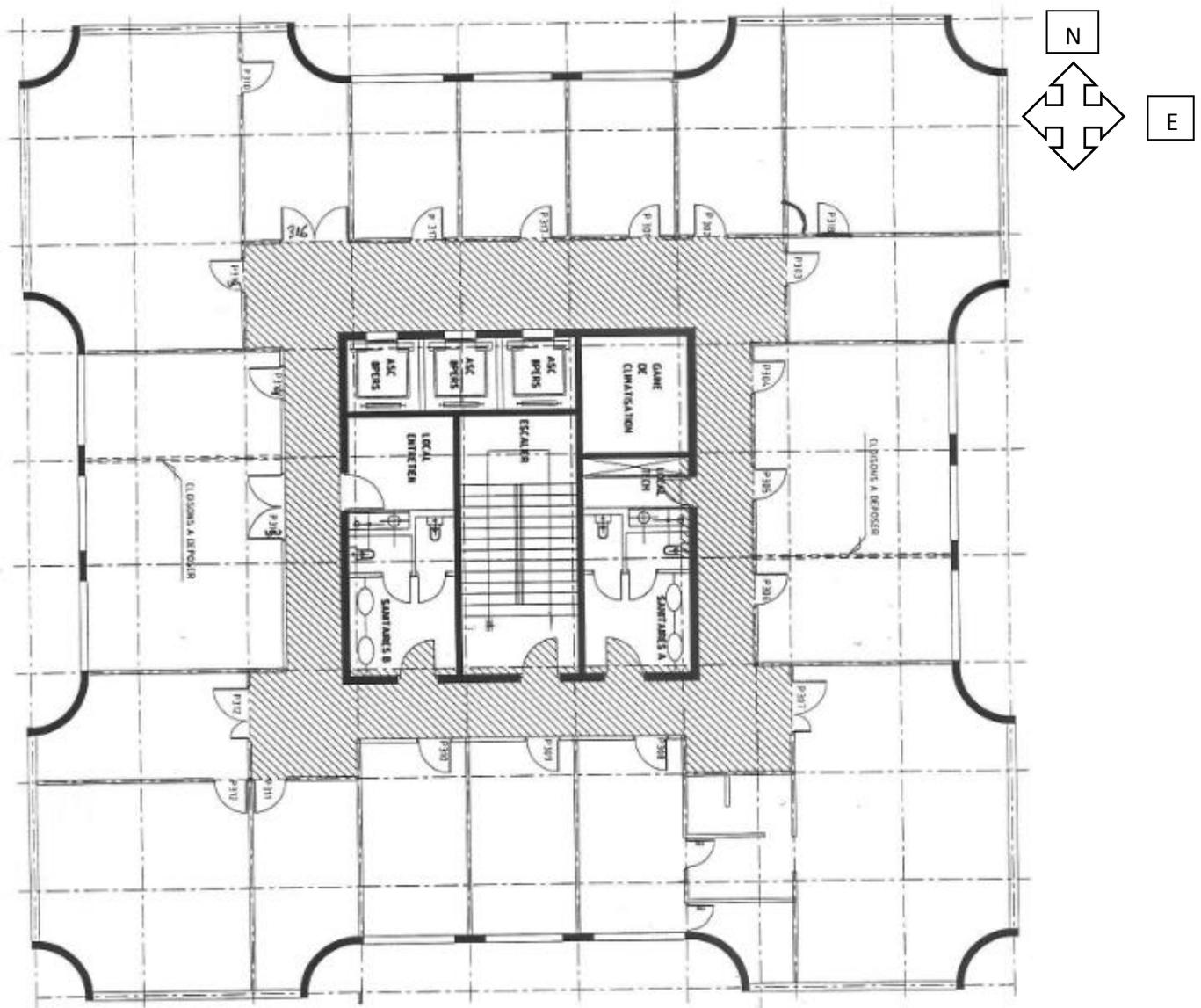
Aucun

**- Surface réfléchissante : eau, sable, parking, etc.**

La mer est à au moins 200 m à proximité

**-Plans d'architecture, les détails montrant la structure interne de l'immeuble,**





**Figure 2 : Plan architectural du niveau 3**

Façade d'entrée du RDC dirigée vers le nord. Ce plan est pour le 3<sup>ème</sup> niveau. Nous ne disposons pas du plan architectural de tous les niveaux mais la visite sur le terrain révèle qu'ils ont pratiquement la même architecture. Seulement certaines séparations par les cloisons en bois ou en vitre engendrent des différences architecturales minimales.

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

### **-Dimensions du local : longueur, largeur, hauteur sous plafond**

Sur fiche Excel, dépend du local concerné

### **Matériaux de construction : nature des matériaux, épaisseur des murs, toits, plafonds, plancher et cloisons, et leur emplacement.**

Le tableau 1 présente les propriétés thermo physiques des matériaux locaux utilisés dans la construction du bâtiment étudié. Ces données seront utiles pour le calcul des transferts thermiques par conductions.

**Tableau 1 : Propriétés thermo physiques des matériaux locaux de construction (2)**

Matériau	Conductivité thermiques (W/m.K)	Masse volumique (Kg/m <sup>3</sup> )	Chaleur massique (KJ/Kg.k)
Contre-plaqué	0.14	6	2.72
Enduit à la chaux ou au plâtre lissé	0.87	1600	0.94
Enduit au ciment	0.87	2200	1.05
Béton	0.9-1.7	2200-2400	0.850-0.950
Mur brique pleine	0.85	1850	
Mur brique creuse	0.4	1200	0.880
Parpaing creux	0.67	1250	0.880
Carrelage	1.15	1800	0.7

Le tableau 2 donne l'épaisseur des murs du bâtiment étudié. Le transfert de chaleur par conductions au sein des locaux est d'autant plus lent que les murs sont épais. La conductivité thermique diffère selon l'épaisseur pour un même mur.

**Tableau 2 : Epaisseurs des murs (Cf. plan architecturaux.)**

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Epaisseurs (cm)	
Murs	0.215
Toits	20
Plafond	20
Plancher	20
cloisons	0.1

### -Conditions extérieures au local : locaux adjacents conditionnés ou non

Dépend du local concerné

### - température des locaux non conditionnés et autres

Le tableau 3 donne la procédure de calcul des écarts de température qui interviennent dans la formule de l'évaluation des quantités de chaleur transférées. En fonction de l'exposition des murs du local et des conditions climatiques à l'intérieur des locaux conjoints, la méthode de calcul change.

**Tableau 3 : Différence de température entre les différentes faces des parois (2)**

Types de parois $\Delta\theta$ [°C]
Murs extérieurs ensoleillés $\Delta\theta = \theta_e - \theta_i$
Murs en contact avec les locaux non conditionnés $\Delta\theta = \theta_e - \theta_i - 3^\circ\text{C}$
Plafond sous comble ventilé $\Delta\theta = \theta_e - \theta_i + 3^\circ\text{C}$
Plafond sous comble non ventilé $\Delta\theta = \theta_e - \theta_i + 12^\circ\text{C}$
Plancher sur terre pleine $\Delta\theta = +20^\circ\text{C} - \theta_i$
Mur en contact avec la cuisine $\Delta\theta = \theta_e - \theta_i + 18^\circ\text{C}$

L'application des différentes formules dépendra du local concerné



### Ensoleillement maximum du local

L'évaluation des charges de climatisations a été effectuée en tenant compte du mois le plus chaud de l'année et de l'heure la plus chaude d'une journée de ce mois. Ainsi nous assurons nous que si les appareils de climatisation peuvent évacués cette chaleur, alors ils seront à même d'extraire tous autres apports thermiques de n'importe quel autre jour de l'année. Or pour ce qui est des apports solaires, et en fonction de la situation géographique d'un mur du bâtiment, l'irradiation solaire n'arrive pas avec la même intensité pour cette heure précise. La rigueur exige donc d'effectuer une évaluation sur chaque façade. Pour cela, nous avons déterminé les heures de charges maximales pour chaque local. Elle a lieu en deux étapes :

**Etape 1 :** Orienter les locaux pour déterminer la pointe de réfrigération (2)

**Etape 2 :** Déterminer l'heure de charges de réfrigération maximales dans les locaux (2)

Le bilan thermique sera effectué à l'heure où les charges de réfrigération seront maximales. Cette heure sera déterminée à partir du tableau d'orientations des locaux pour déterminer l'heure de réfrigération maximale (2) en combinaison avec le tableau Intensité du rayonnement solaire sur les murs (m) et vitrages (v) en  $[W/m^2]$  (2) qui indiquera l'heure d'apport solaire maximale en fonction de l'exposition des parois du local étudié. Cette heure de réfrigération devra coïncider avec l'heure des apports solaires maximaux et les charges internes maximales (maximum de personnes ou fonctionnement des équipements).

Si les heures d'apports maximaux des charges externes (rayonnement solaire) et internes ne coïncident pas, nous devons choisir l'heure de charges de réfrigération maximale suivant l'exploitation des locaux. En fonction de cette heure, nous avons choisi les ensoleillements pour les façades concernées. Le tableau 4 montre un exemple d'ensoleillement des différentes façades à 13h.

**Tableau 4 : Intensité du rayonnement solaire sur les murs (m) et vitrages (v)  $[W/m^2]$ .**

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

### **Latitude 4° Nord (février) (2)**

Heu	Hor	N		S		E		O		N-E		N-O		S-O		S-E	
13h	686	m	v	m	v	m	v	m	V	m	v	m	v	m	V	m	v
		256	220	352	303	256	220	335	288	268	321	380	326	256	220	256	220

### **Condition extérieure de base**

Le tableau 5 donne les conditions climatiques de l'air à l'extérieur du bâtiment. Ces données ont été nécessaires à l'évaluation des charges thermiques.

**Tableau 5 : condition de base extérieur. (2)**

Zones climatiques	Pays	Ville de référence [°C]	Température sèche [°C]	Température humide
Climat tropical humide	Côte d'ivoire	Abidjan	32.5	27.5

### Autres paramètres

Le tableau 6 donne le reste des caractéristiques de l'air extérieur après avoir introduits les deux premières dans le logiciel Fred Benet

**Tableau 6 : Conditions climatique à l'extérieur des locaux** (Cf. Diagramme de l'air humide)

Points	Valeurs
T° Sèche °C	32,5
hygrométrie en %	68
humidité g/kgas	21,2
Enthalpie kJ/kgas	86,99
Volume m3/kgas	0,8949



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

T° Humide °C	27,5
T° de rosée °C	25,88
Pression Atm Pa	101325

### Conditions à maintenir à l'intérieur du local (température et humidité relative)

Le tableau 7 donne les conditions climatiques de l'air à l'intérieur du bâtiment. Ces données ont été nécessaires à l'évaluation des charges thermiques.

**Tableau 7 : Condition intérieur de confort optimal recommandé (2)**

Zones climatiques	Pays	Ville de référence [°C]	Température sèche [°C]	Humidité relative
Climat tropical humide	Côte d'ivoire	Abidjan	24.5	65

Le tableau 8 donne le reste des caractéristiques de l'air à l'intérieur des locaux après avoir introduits les deux premières dans le logiciel Fred Benet

**Tableau 8 : Conditions climatique à l'intérieur des locaux** (Cf. Diagramme de l'air humide)

Points	Valeurs
T° Sèche °C	24,5
Hygrométrie en %	65
Humidité g/kgas	12,53
Enthalpie kJ/kgas	56,54
Volume m3/kgas	0,8597
T° Humide °C	19,8



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

T° de rosée °C	17,49
Pression Atm Pa	101325

Le tableau 9 donne le reste les caractéristiques de l'air au moment du soufflage. Ces données ont été nécessaires pour connaître les caractéristiques complètes de la centrale de traitement d'air. Puisque la teneur en humidité de l'air soufflé est la même que celle du local (refroidissement sans apport d'humidité) et souhaitant une température de soufflage à 18.5 °C, nous avons déterminé le reste des caractéristiques à l'aide du logiciel de Fred Benet (qui ne demande que deux données pour cette évaluation).

**Tableau 9 : Conditions climatique au soufflage (Cf. Diagramme de l'air humide)**

Points	Valeurs
T° Sèche °C	18,5
Hygrométrie en %	94
Humidité g/kgas	12,5
Enthalpie kJ/kgas	50,3
Volume m <sup>3</sup> /kgas	0,8424
T° Humide °C	17,8
T° de rosée °C	17,45
Pression Atm Pa	101325

### Mois de base

Février, adapté à la zone d'Abidjan (2)

### Destination des locaux : bureau, hôpital, boutique, magasin, atelier...

Bureau



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

### Fenêtres : dimensions et emplacements, encadrement bois ou métal, type de vitrage, type de store, dimension des auvents et saillies,

Les fenêtres sont larges et couvrent presque toute la surface des 4 côtés du bâtiment. En fonction du local concerné, elle va couvrir toute la surface d'une de ces 4 côtés. Elles sont en vitres teintées marron. Encadrement métallique. Il n'y a pas d'auvent. Le tableau 10 fournit le facteur de réduction correspondant au mode de protection de ces vitres. Ce facteur a intervenu dans l'évaluation des apports thermiques au niveau des vitres.

**Tableau 10 : Facteur de réduction « g » pour fenêtres protégées) (2)**

Fenêtres protégée	Couleurs	g
Stores intérieurs entièrement baissés	Aluminium	0,45

Le tableau 11 fournit le coefficient d'absorption des vitres et des murs. Ce coefficient intervient également dans l'évaluation des apports thermiques au niveau des vitres et des murs.

**Tableau 11 : Coefficient d'absorption «  $\alpha$  » pour murs, toits et fenêtres. (2)**

Couleurs et nature de la surface		$\alpha$
Surfaces très claires	surface blanche	0.4
Verres (fenêtres)	Vitrage double	0,9

### -Portes : emplacement, type, dimension, fréquence des ouvertures

L'emplacement de la porte dépend du local concerné. Elles sont soit en bois soit en vitre. La fréquence d'ouverture dépend de l'occupant du bureau en question. Dimension : L\*H (m) : 0.73\*2.04 (3)

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

### Occupants: activités et nombres, durée d'occupation du local,

Les occupants sont assis et travaille soit sur ordinateur, soit sur papier (travail léger). Le nombre dépend du bureau. Ils occupent leurs bureaux huit heures de temps par jour.

### Eclairage : type, puissance et durée d'allumage

Le tableau 12 fait une estimation de l'apport thermique dans les locaux par les lampes. Ce sont des lampes fluorescente (Puissance raccordée pour bureau : 16 W/m<sup>2</sup>) fonctionnant en moyenne 9h par jour (soit 1h en plus du temps d'occupation des bureaux par les travailleurs à cause du nettoyage.). Les bureaux sont occupés de 7h à 12h et de 13h à 16h

**Tableau 12 : Chaleur dégagée par l'éclairage (2)**

Puissance raccordée	Destination du local ou type d'activité [W/m <sup>2</sup> ]
	Lampe fluorescente
Bureau	16

### Appareils ménagers, moteurs : emplacement, puissance nominale ; durée de fonctionnement et coefficient de simultanéité.

Le tableau 13 est dédié à l'évaluation des apports sensibles et latents liés aux équipements électriques. Concernant le calcul de ces deux types d'apports, nous avons jugé important de faire ressortir la nature des appareils utilisés et leur part d'apport au réchauffement des locaux. Nous avons minoré les apports de ces machines et appareillages (par un coefficient de pondération) en fonction de leurs durées de fonctionnement.

**Tableau 13: Appareillages électriques et à gaz (2)**

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Types d'appareils	Puissance nominales (W)	Gain à admettre	
		Chaleur sensibles	Chaleur latente
Cafétéria cu 25%	2100	750	300
Photocopieuse cu 20%		750	
Cuisine électrique cu 50%	3000	1450	1550
Ordinateur cu 100%	400	250	0

### Renouvellement d'air

Dans un local climatisé, une certaine quantité d'air neuf doit être introduite de façon régulière lorsque des personnes sont présentes en raison des mauvaises odeurs et de la stagnation d'air vicié dans la pièce (thermique du bâtiment, page 50). Le tableau 14 donne le besoin minimum d'air neuf par individu. Puisque le règlement intérieur interdit de fumer dans les bureaux, ces débits sont valables pour des individus non-fumeurs.

Tableau 14 : Débit de renouvellement d'air nécessaire dans les locaux climatisés et nombre de personne au m<sup>2</sup> par type de locaux. (2)

Désignation des locaux	Débit minimum d'air neuf sans fumeur [m <sup>3</sup> /h/personne]	Densité d'occupation [personne/m <sup>2</sup> ]
Bureaux et locaux assimilés	18	0.1
Salles de réunion	18	0.31

### Apport sensibles par occupant



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Les individus, dans leurs activités, sont amenés à céder une certaine quantité de chaleur et de vapeur d'eau au sein des locaux qui s'évacuent via les phénomènes de transpiration et de respiration. Elles ont donc leurs parts d'apport thermique au sein du local. Le tableau 15 fait une estimation de ces apports pour des individus de bureau effectuant un travail léger dans une ambiance de 25 °C ; température proche de l'ambiance souhaitée à l'intérieur des locaux .

**Tableau 15 : Chaleur dégagée par les personnes [W] (2)**

Activité	Application	Température ambiante [°C]		Emission thermique totale [W]
		26 °C		
		Chaleur sensible [W]	Chaleur latente [W]	
Travail léger	Bureau	67	49	116

### Coefficients de transmission murs, fenêtres

Le tableau 16 fait état des différents matériaux via lesquelles l'apport thermique externe est acheminé au sein des locaux. En fonction de la nature du matériau et donc de sa conductivité thermique, représenté ici par les coefficients, l'acheminement de la chaleur vers l'intérieur des locaux n'a pas lieu avec la même aisance. Il est donc impératif de recenser ces différents matériaux conducteurs afin donc d'évaluer les apports par conduction et les apports solaires qui interviennent dans le tableau d'évaluation des charges de climatisation des différents locaux. Ces coefficients sont évalués en watt par unité de surface et unité de température et sont également fonction de l'épaisseur de la paroi considérée.

**Tableau 16 : Coefficients globaux de transmission thermique (K) des parois (murs – planchers toitures – vitrages - terrasses – portes) en W/m<sup>2</sup>°C (2)**

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Types de parois	Types d'enduits	Epaisseurs (cm)		
		10	15	20
Parpaing creux	Panneaux isolants	1.30	1.24	1.18
Béton coulé	Plâtres ou carreaux	1.59	1.30	1.08
Brique de terre	Enduits extérieur ou intérieur au béton	3.10	2.50	1.8
Vitrage double	Avec lame de 8mm, châssis métallique		3.9	
Porte en bois	Châssis simple	Epaisseur : 3.8		3

Le tableau 17 donne le coefficient du rayonnement solaire en fonction du coefficient de transmission thermique de la paroi considérée. Il faut procéder à une extrapolation si l'on ne trouve pas les valeurs du tableau. Ce coefficient intervient dans le calcul des apports de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois.

**Tableau 17 : Facteur de rayonnement solaire (2)**

K coefficient de transmission thermique de la paroi considérée [W/m <sup>2</sup> °C]	F coefficient du rayonnement solaire
0	0
1	0,05
2	0,1
3	0,15
4	0,2

### **3. EVALUATION DU BILAN THERMIQUE DE CLIMATISATION (2)**

Ces calculs du bilan thermique de climatisation ou de conditionnement d'air ont permis de déterminer la quantité de chaleur à évacuer dans chaque local avec pour objectif de connaître la puissance froid ou le débit d'air des équipements terminaux de diffusion à installer au droit



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

de ces locaux. Ces calculs se sont effectués à partir des gains réels, c'est à dire au moment où les apports calorifiques atteignent leur maximum dans le local. On distinguera :

Les gains internes : ce sont les dégagements de chaleur sensibles ou latents ayant leurs sources à l'intérieur du local (occupants, éclairage et autres équipements),

Les gains externes : ce sont les apports de chaleur sensible dus à l'ensoleillement et à la conduction à travers les parois extérieures et les toits.

Pour pouvoir estimer ces gains avec une précision suffisante, il est indispensable de connaître tous les éléments qui auront une influence sur le bilan tel qu'exprimé dans le cahier de charge.

### **a. Charges externes**

- **Apport de chaleur par transmission à travers les parois extérieures (murs, toit, plafond et plancher) et les vitrages (2)**

$$Q_{Str} = k \cdot S \cdot \Delta \theta$$

- $k$  = coefficient de transmission thermique de la paroi ou du vitrage considéré en  $W/m^2°C$  (tableau 17)
- $S$  = surface de la paroi ou de la fenêtre considérée (surface totale de la baie correspondant à la réservation dans le mur) ( $m^2$ )
- $\Delta \theta$  = différence de température entre les deux faces de la paroi considérée [ $°C$ ] (tableau 3)

- **Apport de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois (2)**

La quantité de chaleur traversant le mur [ $Q_m$ ] :

$$Q_{SRm} = \alpha \cdot F \cdot S \cdot R_m$$

- $\alpha$  = coefficient d'absorption de la paroi recevant le rayonnement
- $S$  = surface de la paroi en  $m^2$
- $F$  = facteur de rayonnement solaire



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

- $R_m$  = rayonnement solaire absorbé sur la surface du mur en  $W/m^2$

Le coefficient d'absorption «  $\alpha$  » dépend de la couleur et de la nature du mur (tableau 11)

Le facteur de rayonnement «F» indique la part de chaleur absorbée par la surface et transmise à travers le mur du local (tableau 17).

La valeur du rayonnement solaire « $R_m$ » sur un mur (tableau 4 colonne m) dépend :

- De la latitude sous laquelle le local se trouve,
- De l'orientation du mur,
- De l'heure pour laquelle le calcul sera effectué.

- **Apport de chaleur par rayonnement solaire sur les vitrages (2)**

La quantité de chaleur traversant le vitrage ( $Q_v$ ) :

$$Q_{SRv} = \alpha \cdot g \cdot S \cdot R_v \text{ [W]}$$

- $\alpha$  = coefficient d'absorption du vitrage (tableau 11)
- $g$  = facteur de réduction (tableau 10) est fonction du mode de protection de la fenêtre contre le rayonnement solaire.
- $S$  = surface vitrée ( $m^2$ )
- $R_v$  = intensité du rayonnement solaire sur les vitrages  $W/m^2$  ; elle est définie de la même manière que  $R_m$  et est donnée par le même tableau 4 dans la colonne «v».

- **Apport de chaleur par renouvellement d'air et infiltration (2)**

Le renouvellement d'air dans un local climatisé est nécessaire pour des problèmes hygiéniques. Il se fait en règle générale par la ventilation (naturelle ou mécanique) des locaux ainsi que par infiltration, introduisant de l'air extérieur dans le local climatisé. Il est source d'apport de chaleur sensible et latent dans le local à conditionner.

Gains sensibles par renouvellement d'air :

$$Q_{Sr} = q_v \cdot (\theta_e - \theta_i) \cdot 0,33 \text{ (W)}$$

Gains latents par renouvellement d'air :

$$Q_{Lr} = q_v \cdot (\omega_e - \omega_i) \cdot 0,84 \text{ (W)}$$

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

- $qv$  = débit d'air extérieur de renouvellement [m<sup>3</sup>/h]
- $\theta_e$  = température extérieure de base (tableau 5)
- $\theta_i$  = température intérieure de base (tableau 7)
- $\omega_e$  = teneur en eau de l'air extérieur g/kg air sec (définie à partir du tableau 6)
- $\omega_i$  = teneur en eau de l'air intérieur g/kg air sec (définie à partir du tableau 8)

### **b. Charges internes**

#### **Apport de chaleur par les occupants (2)**

Elle est donnée en fonction de la température intérieure et du degré d'activités. On distingue deux sortes de gains générés par les occupants :

Gains sensibles occupants :

$$QSoc = n \cdot CSoc \text{ [W]} \text{ (6)}$$

Gains latents occupants :

$$QLoc = n \cdot CLoc \text{ [W]} \text{ (7)}$$

- $n$  = nombre d'occupants
- $CSoc$  = chaleur sensible des occupants (W) ; (tableau 15)
- $CLoc$  = chaleur latente des occupants (W) ; (tableau 15)

#### **• Apport de chaleur par l'éclairage (2)**

Pour les bureaux éclairés par des lampes fluorescentes, nous estimons la chaleur dégagée par l'éclairage à 16 W/m<sup>2</sup> (tableau 12)

#### **• Apport de chaleur par les machines et appareillages (2)**

La plupart des appareils constituent à la fois une source de chaleur sensible et latente. Le tableau 13 donne les apports de chaleur par les machines et appareillages ( $QS_{\text{équip.}}$ ). Les valeurs de ces tables ont été déterminées d'après les indications de divers fabricants.

On doit minorer les apports de ces machines et appareillages (par un coefficient de pondération) en fonction de leurs durées de fonctionnement. On considère par exemple qu'un

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

appareil ne fonctionnant qu'une demi-heure par heure dégage la moitié de sa puissance électrique nominale en apport de chaleur.

Le bilan thermique total (QT) est la somme de toutes les charges externes et internes. Il est plus pratique de faire la somme des charges sensibles (QS) et latentes (QL). D'où :

$$QT = QS + QL$$

### ❖ Charges sensibles totales

Ce sont les apports de chaleur sensible dans le local, dus à la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ; on a :

$$QS = QStr + QSRm + QSRv + QSr + QSoc + QSécl. + QSéquip.$$

### ❖ Charges latentes totales

Ce sont les apports de chaleur latente dus à la différence de quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air extérieur et intérieur.

$$QL = QLr + QLoc + QLéquip$$

Le tableau 18 est un récapitulatif de toutes les sources susceptibles d'apporter de la chaleur au sein d'un local, des voies de transmission de cette chaleur et de leurs méthodes d'évaluation. Il est le résumé de l'application des différentes formules ci-dessus mentionnées. C'est une feuille de calcul utilisé pour effectuer le calcul détaillé des charges de climatisation. En tête du tableau, nous retrouvons toutes les informations relatives aux dimensions du bâtiment, les conditions thermiques internes et externes, les conditions hygrométriques, les hypothèses de bases concernant la période (mois et heure) de dimensionnement. La partie inférieure relate quant à elle les différents apports.

Tableau 18 : Exemple de feuille de calcul : Bureau agent – niveau R+8

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

<b><u>CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION- BUREAU R+8</u></b>						
<b>Données</b>	<b>L(m)</b>	<b>l(m)</b>	<b>h(m)</b>	<b>Te</b>	<b>Ti</b>	
	2,7	2,15	3	32,1	24.5	
	Hre	Hri		Heure	Mois	
	68%	65%		13h	Février	
<b>Conduction</b>	<i>Murs</i>	<i>surface en m<sup>2</sup></i>	<i>H</i>	$\square T$	<i>gains</i>	
	<i>S (ou SO)</i>	8,1	2,38	6,1	117, 6	
	<i>O (ou NO)</i>	4,2	3,7	9,1	141,4	
	<i>N (ou NE)</i>	0			0	
	<i>E (ou SE)</i>	8,1	2,38	0	0	
	<b>Plafond</b>	5,805	1,36	9,1	23,9	
	<b>Plancher</b>	5,805	1,36	0	0	
	<b>Total des gains par conduction par les murs</b>					<b>283</b>
	<i>Vitrages</i>	<i>surface en m<sup>2</sup></i>	<i>H</i>	$\Delta T$	<i>gains</i>	
	<i>S (ou SO)</i>					
	<i>O (ou NO)</i>					
	<i>N (ou NE)</i>	3,9	5,8	9,1	205,842	
	<i>E (ou SE)</i>					
<b>Total des gains de conduction par les fenêtres</b>					<b>205,8</b>	
<b>Apport. Solaires</b>	<b>Porte</b>	1,65	3	9,1	<b>45,1</b>	
	<i>Murs portes closes</i>	<i>Surface en m<sup>2</sup></i>	<i>Rm</i>	$\square T$ <i>fictif</i>	<i>gains</i>	
	<i>S (ou SO)</i>					
	<i>O (ou NO)</i>	4,2	3,7	16,08	249,8	
	<i>N (ou NE)</i>					
	<i>E (ou SE)</i>					
	<i>toit</i>					



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

<b>Total des apports solaires par les murs</b>					<b>249,8</b>
<i>vitrages</i>	<i>Surface en m<sup>2</sup></i>	<i><math>\alpha * F</math></i>	<i>G (Wm<sup>2</sup>)</i>	<i>gains</i>	
<i>S (ou SO)</i>	0	0,396	290	0	
<i>O (ou NO)</i>	0	0,396	335	0	
<i>N (ou NE)</i>	3,9	0,396	219	338,2	
<i>E (ou SE)</i>	0	0,396	219	0	
<b>Total des apports solaires par les fenêtres</b>					<b>338,2</b>
<b>Apports internes sensibles et latentes</b>					
<b>Apport. sensibles</b>	<i>Nature</i>	<i>quantité</i>	<i>facteurs</i>	<i><math>\square T</math></i>	<i>gains</i>
	<i>occupants</i>	1	56	1	56
	<i>Eclairage</i>	1	22,5	1	22,5
	<i>divers Appareils</i>	1	75	1	75
	<i>Renouvellement</i>	18	0,3364	9,1	55,1
	<b>Total des gains sensibles internes</b>				
<b>Apport. Latents</b>	<i>Nature</i>	<i>quantité</i>	<i>facteurs</i>	<i><math>\square x</math></i>	<i>gains</i>
	<i>occupants</i>	1	60	1	60
	<i>divers Appareils</i>	1	0	1	0
	<i>Renouvellement</i>	18	0,89436	6,97	112,2
	<b>Total des gains latents</b>				
<b>TOTAL DES GAINS DU LOCAL</b>					<b>1457,7</b>

Les tableaux 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,26 présentent la nature des équipements terminaux de diffusions qui interviennent au droit de chaque bureau. Pour aboutir aux choix de ses équipements, nous avons d'abord évalué la quantité de chaleur sensible à évacuer au sein des différents locaux. Ces données sont ceux résultant de l'établissement des charges thermiques sur la base du cahier de charge dressé plus haut. Connaissant ces charges, nous avons ensuite procédé à la détermination des débits d'air frais à souffler en vue de vaincre ces apports



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

thermiques. Nous rappelons que le soufflage se fera de sorte à ce que la teneur en humidité de l'air soufflé soit identique à celle du local (Climatisation sans apport d'humidité). Pour cela nous appliquons la formule :

$$Q_{mas} = \frac{H_0}{C_p \times \Delta T} \quad (4)$$

$Q_{mas}$  : Débit massique de l'air soufflé

$H_0$  : Chaleur sensible de l'air

$C_p$  : Chaleur massique de l'air

$\Delta T$  : Variation de température entre intérieur et l'extérieur du local

NB: Cette relation est importante ; elle est utilisée thermiquement en climatisation lorsque le local reste constante. (4)

Connaissant les débits à souffler afin de pouvoir vaincre les charges thermiques du local, nous avons effectué le choix des bouches de soufflage de sorte à ce que leurs débits nominaux soient supérieurs ou égaux aux débits calculés. Les bouches de soufflage sont du modèle Tenso. Ce sont des diffuseurs linéaires à fente fine et à jet d'air horizontal ou vertical. Il existe en quatre versions, d'une fente à quatre fentes. La longueur des fentes varie de 585 à 1785 mm. Elle est spécialement conçue pour une installation en plafond, les diffuseurs autorisent une orientation manuelle et très simple de la veine d'air pour un réglage du déflecteur optimisé.

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance



Figure 4 : Tenso 1485 (mm)-4 fentes

Nous avons ensuite procédé au choix des grilles de reprise. Il a été effectué de sorte à ce que les débits de reprise soient inférieurs ou égaux aux débits de soufflage. Les légers problèmes de surpression seront réglés par les mouvements d'ouverture et de fermeture des baies. Les grilles choisies sont du modèle GAC 81- 300\*150 mm. Elle existe en 10 modèles allant de 60 à 4000 m<sup>3</sup>/h. C'est une grille de reprise murale pour toutes applications.

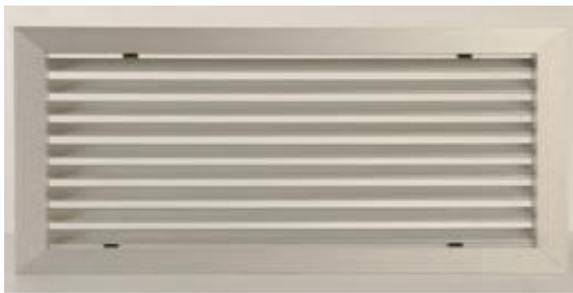


Figure 5: GAC 81- 300\*150 mm

Tableau 19 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+1.

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur sensible Hs (kW)	Débit volumique (m <sup>3</sup> /h)	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de soufflage (m <sup>3</sup> /h)	Modèle- dimensions L*H	Débit grille de reprise (m <sup>3</sup> /h)	Nbre
R+1	Direction commerciale et économique	2,11	1 046,98	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 585-1	1050	GAC 81-300*150 mm	400	2
	Bureau Agent			Tenso 1485 (mm)-3	680			1

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

1	1,34	662,99	fentes / 1485-1			
Bureau Agent 2	1,28	632,12	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 585-1	640		1
Bureau Agent 3	1,26	625,26	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 585-1	640		1
Direction commerciale et économique 1	1,82	903,68	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	925		2
Service operating	1,82	903,83	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	925		2
DCE1 Salle de réunion	4,15	2 056,99	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	2060		5
DCE 1 Salle de d'attente	1,48	731,27	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	740		1
DCE trading service financier	1,85	916,66	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	925		2
DCE trading service commercial	1,64	810,45	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	825		2
Recouvrement 1	1,32	655,59	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	660		1
Recouvrement 2	1,32	655,11	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	660		1
Facturation	4,46	2 210,27	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	2225		5
Administration vente et achat1	1,23	609,31	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	625		1
Service operation	2,66	1 318,83	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	1325		3
Administration vente et achat 2	1,88	931,99	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	950		2
Administration vente et achat3	1,77	877,23	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	880		2
Service opération	1,12	554,55	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	560		1



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

**Tableau 20 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+2.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur sensible Hs (kW)	Débit volumique (m3/h)	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de soufflage (m3/h)	Modèle- dimensions L*H	Débit grille de reprise (m3/h)	Nbre
R+2	Responsable section banque	5,69	2 821,16	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	2840	GAC 81-300*150 mm	400	7
	Bureau Agent 1	2,97	1 469,69	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-3	1500			3
	Audit interne 1	1,43	710,36	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Audit interne 2	1,43	710,36	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau Agent 2	1,43	710,36	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Budget reporting bureau stagiaire	1,62	803,92	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	825			2
	Bureau reporting 2	1,62	803,92	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	825			2
	Bureau reporting 3	1,62	803,92	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	825			2
	Bureau			Tenso 1485 (mm)-2 fentes	560			1

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Agent 4	1,12	554,55	/ 1485-1					
Bureau			Tenso 1485 (mm)-2 fentes					
Agent 3	1,07	531,71	/ 585-1	540				1
Caisse	1,32	655,59	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	660				1
Assistant trésorier	1,49	740,37	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	740				1
Bureau			Tenso 1785 (mm)-4					
Agent 5	1,88	931,99	fentes/1485-1	950				2
Bureau			Tenso 1785 (mm)-4					
Agent 6	1,88	931,99	fentes/1485-1	950				2
Bureau			Tenso 1485 (mm)-3 fentes					
Agent 7	1,32	655,59	/ 1485-1	660				1
Assistant responsable budget	6,31	3 127,34	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-2	3150				7
Trésorerie	6,31	3 127,34	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-2	3150				7

**Tableau 21 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+3.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur sensible Hs (kW)	Débit volumique (m3/h)	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de soufflage (m3/h)	Modèle- dimensions L*H	Débit grille de reprise (m3/h)	Nbre
R+3	Bureau disponible 1	0,62	306,78	Tenso 585 (mm)-1 fente / 1485- 1	325	GAC 81- 300*150	200	1



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

		6,55	3 244,73	1			
	Bureau disponible 6	0,70	346,44	Tenso 1485 (mm)-1 fentes /1485-1	350		200
							1

**Tableau 22 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+4.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur sensible Hs (kW)	Débit volumique (m3/h)	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de soufflage (m3/h)	Modèle- dimensions L*H	Débit grille de reprise (m3/h)	Nombre	
R+4	Information et Gestion	0,7	346,42	Tenso 1485 (mm)-1 fentes /1485-1	350	GAC 81- 300*150 mm	200	1	
	Bureau disponible 1	1,4	687,12	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	700		400	1	
	Secrétariat DG RH	1,7	842,07	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	850				2
	Bureau disponible 2	1,7	842,07	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/585-1	850				2
	Secrétariat DFG	1,5	748,50	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/585-1	750				1
	Information et Gestion 2	1,6	803,27	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	825				2
	Bureau disponible 3	1,4	687,12	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	700				1
	Secrétariat informatique de gestion	1,8	896,83	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	900				2
	Bureau	1,4		Tenso 1485 (mm)-4 fentes	700				1



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

disponible 4		687,12				
Atelier informatique	2	989,65	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-2	1000		2
Bureau disponible 5	1,4	687,12	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	700		1
Département programme	1,5	741,89	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	750		1
Direction commerciale, étude économique	1,9	931,99	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	950		2
Responsable optimisation et analyse	1,6	772,05	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	780		1
Informatique de gestion, matériel, syst.	1,5	741,89	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	750		1
Informatique de gestion, matériel, syst 2	1,5	741,89	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	750		1
Bureau disponible 6	1,4	680,02	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	680		1
Information et Gestion 3	1,7	858,03	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	860		2

**Tableau 23 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+5.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur	Débit volumique	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de	Modèle- dimensions	Débit grille	Nbre
---------	-------------------------	---------	-----------------	--	-----------------	-----------------------	--------------	------



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

		sensible Hs (kW)	(m3/h)		soufflage (m3/h)	L*H	de reprise (m3/h)	
R+5	Chef comptabilité	3,2	1 593,62	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-2	1600	GAC 81- 300*150 mm	400	4
	Bureau Secrétariat 1	1,5	749,16	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	750			1
	Gestion	2,7	1 360,30	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	1400			3
	Comptabilité	5,7	2 847,91	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	2850			7
	Adjoint	2,5	1 237,25	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 585-1	1240			3
	Accueil hall	3,2	1 581,07	Tenso 1785 (mm)-4 fentes	1600			4
	Bureau Secrétariat 2	0,9	457,01	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	460			1
	Directeur financier	6,4	3 154,02	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	3200			8
	Paye	3,3	1 624,21	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	1625			4
	Caisse	1,6	770,83	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	780			1
	Trésorier	5,2	2 557,38	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	2600		6	
	Bureau disponible	0,7	346,42	Tenso 1485 (mm)-1 fentes /1485-1	350		200	1
	Dactylo	1,3	665,93	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	700			1
Bureau	2,2		Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	1100	2			



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

disponible 1		1 092,37					
Bureau disponible 2	0,7	346,42	Tenso 1485 (mm)-1 fentes /1485-1	350		200	1

**Tableau 24 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+6.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur sensible Hs (kW)	Débit volumique (m3/h)	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de soufflage (m3/h)	Modèle- dimensions L*H	Débit grille de reprise (m3/h)	Nbre
R+6	Secrétariat DG	6,1	2 983,44	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-2	3000	GAC 81- 300*150 mm	400	7
	Bureau DISPONIBLE 1	5,9	2 940,77	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	2950			7
	Bureau DISPONIBLE 2	5,8	2 893,07	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 1485-1	2900			7
	Bureau DISPONIBLE 3	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau 4	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau 5	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau 6	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Salle d'attente	3,5		Tenso 1485 (mm)-2 fentes /	1750			4



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

			1 715,63	1485-1				
Bureau 7	1,5		725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
Bureau 8	4		1 964,30	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	2000			5
Bureau 9	2,3		1 143,61	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	1150			3
Bureau 10	1,8		895,85	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	900			2
Bureau 11	1,8		895,85	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	900			2
Caisse	1,8		895,85	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	900			2
Retrait de cheque	2,9		1 431,79	Tenso 1485 (mm)-4 fentes / 585-1	1440			3
Bureau 12	1,5		725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
Bureau 13	1,5		725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
Bureau 14	1,2		601,16	Tenso 1485 (mm)-3 fentes	600			1

**Tableau 25 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+7.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur	Débit volumique	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de	Modèle-dimensions	Débit grille	Nbre
---------	-------------------------	---------	-----------------	---	-----------------	-------------------	--------------	------

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

		sensible Hs (kW)	(m3/h)		soufflage (m3/h)	L*H	de reprise (m3/h)	
R+7	Bureau agent 1	4,7	2 350,31	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	2350	GAC 81- 300*150 mm	400	5
				/ 1485-1				
	Bureau agent 2	5,4	2 673,28	Tenso 1485 (mm)-2 fentes	2700			6
				/ 1485-2				
	Bureau agent 3	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes	725			1
				/ 1485-1				
	Bureau agent 4	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes	725			1
				/ 1485-1				
	Bureau agent 5	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes	725			1
				/ 1485-1				
	Bureau agent 6	2,5	1 237,25	Tenso 1485 (mm)-3 fentes	1240			3
				/ 585-1				
	Bureau agent 7	0,9	456,37	Tenso 1485 (mm)-2 fentes	460			1
				/ 1485-1				
Bureau agent 8	6,4	3 157,57	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	3200	8			
			/ 1485-2					
ATTENTE	3,9	1 939,31	Tenso 1485 (mm)-3 fentes	1950	4			
			/ 1485-1					
Bureau agent 9	1,8	895,85	Tenso 1785 (mm)-4	900	2			
			fentes/1485-1					
DACTILO	1,8	895,85	Tenso 1785 (mm)-4	900	2			
			fentes/1485-1					
COMMIS 2	1,6	802,94	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	825	2			
			/ 1485-1					
CHEF SERVICE GENERAUX	4,8	2 371,14	Tenso 1485 (mm)-4 fentes	2400	6			
SECRETARIAT	0,9		Tenso 1485 (mm)-2 fentes	480	1			



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

			465,09	/ 1485-1				
	Bureau agent 10	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau agent 11	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau agent 12	1,5	725,05	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	725			1
	Bureau agent 13	0,9	457,01	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	460			1
	Bureau agent 14	7,1	3 514,86	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/585-1	3540			8

**Tableau 26 : Choix des équipements terminaux de diffusion pour les différents bureaux du R+8.**

Niveaux	Désignation des bureaux	Chaleur sensible Hs (kW)	Débit volumique (m3/h)	Modèle - Longueur (mm)- Nombre de fente	Débit grille de soufflage (m3/h)	Modèle- dimensions L*H	Débit grille de reprise (m3/h)	Nbre
R+8	Chef service financier	4,4	2 197,81	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	2200	GAC 81- 300*150 mm	400	5
	Cuisine	2,5	1 258,82	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	1260			3
	Office	1,2	593,53	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	600			1
	Accueil	2,5	1 259,97	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	1260			3
	Salle de conférence	7,9	3 916,23	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	3950			9

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Télex	1,3	656,95	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	660		1
Secrétariat 1	1,6	778,32	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	780		1
Secrétariat 2	1,6	778,32	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	780		1
Secrétariat 3	1,6	778,32	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/1485-1	780		1
Bureau agent 1	1,3	654,45	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	660		1
Secrétariat général	2,6	1 307,04	Tenso 1485 (mm)-3 fentes / 1485-1	1325		3
Salle de travail	4,1	2 025,04	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 585-1	2040		5
Salle de réception	15,6	7 751,10	Tenso 1785 (mm)-4 fentes/585-1	7750		19
Antichambre	0,6	276,06	585-2 / 1485-1	280	200	1
Office 1	0,6	284,78	Tenso 585 (mm)-4 fentes	300	200	1
Office 2	0,9	451,37	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	460	400	1
Bureau PDG	4,3	2 105,86	Tenso 1485 (mm)-2 fentes / 1485-1	2120		5

La somme des différents débits de soufflage et de reprise des équipements terminaux de diffusion nous donne les débits de soufflage et de reprise de la centrale de traitement d'air. Après cumul, on a un débit de 180710 m<sup>3</sup>/h au soufflage et 152800 m<sup>3</sup>/h à la reprise. Grâce à ses données nous avons effectué un choix de centrale chez le constructeur Carrier. Le système actuel de climatisation de la tour SMB est configuré de sorte à ce qu'une seule CTA



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

principale alimente tout le bâtiment. Cette solution n'est pas optimale dans le sens où en cas de panne sur cette dernière, c'est tout le bâtiment qui se trouve privé de confort thermique s'il ya nécessité de mise à l'arrêt ; hors mis quelques locaux clé ou il ya une climatisation de secours. Dans de tels contextes, le personnel administratif se retrouve confronté à de sérieuses difficultés pour travailler efficacement et fournir des résultats de qualité, ce qui impacte sur le rendement du service. Pour amoindrir le risque d'être face à de telles situations, nous avons proposé l'alternative de deux CTA pour le bâtiment. Elle aura pour avantage de faciliter les maintenances pour les techniciens et de permettre de trouver facilement les pièces de rechange s'il ya nécessité. En cas d'arrêt d'une CTA, seulement une partie du personnel devra en subir les néfastes conséquences du manque de confort. Nous suggérons à cet effet qu'une CTA soit placée au local technique du RDC pour les quatre premiers niveaux et une deuxième CTA dans l'emplacement de l'ancien sur la toiture du R+8. En cas de manque de place le local technique du RDC, les deux CTA pourront être placées dans le local technique du R+8. Cette nouvelle configuration pourrait engendrer une modification mineure du réseau aérodynamique existant, notamment au niveau des conduites principales. Les deux CTA seront de marque 39SQR d'au moins 90000 m<sup>3</sup>/h de débit de soufflage chacune.

Le tableau 27 présente la Section des conduites débouchant sur les équipements terminaux de diffusions (ETD). Elle concerne aussi bien les bouches de soufflage que les grilles de reprise. Connaissant le débit de soufflage de ces ETD, nous appliquons les formules ci-dessous pour la détermination des sections circulaires.

$$S = \frac{Q}{V} \text{ or } S = \pi \times R^2 = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \text{ On a donc}$$

$$\pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{Q}{V}$$

D'où

$$D = 2\sqrt{\frac{Q}{\pi \times V}}$$

S : section des conduites (m<sup>2</sup>)

Q : Débit de soufflage/reprise (m<sup>3</sup>/h)

V : vitesse de l'air dans les conduites (m/s)



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

R : rayon des conduites (m)

D : diamètre des conduites (m)

Tableau 27 : Section des conduites débouchant sur les équipements terminaux de diffusions.

Q (m <sup>3</sup> /h)	Vitesse (m/s)	Section (m <sup>2</sup> )	Diamètre circulaire (m)
40	4	0,003	0,06
50		0,003	0,07
60		0,004	0,07
80		0,006	0,08
100		0,007	0,09
125		0,009	0,11
150		0,01	0,12
200		0,014	0,13
250		0,017	0,15
300		0,021	0,16
350		0,024	0,18
400		0,028	0,19
500		0,035	0,21
600		0,042	0,23
700		0,049	0,25
800	0,056	0,27	

Le tableau 28 donne les dimensions des conduites arrivant dans les différents bureaux. C'est sur ces conduites que doit venir piquer les conduites débouchant sur les ETD. La rigueur aurait voulu que nous calculions les diamètres de ces conduites sur la base des tracés du réseau aéraulique effectué sur les plans architecturaux. Cependant nous n'avions pas ces plans

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

à notre disposition donc nous n'avons pas pu effectuer ces tracés. Les données du tableau 28 exposent néanmoins ce que pourrait être ces diamètres compte tenu du débit de soufflage et de reprise puis du nombre des équipements terminaux de diffusion par bureau. Ces calculs de diamètre ont été effectués en appliquant la formule détaillée pour le calcul des diamètres de conduite du tableau 27. Les débits de soufflage fournis sont le cumul des débits que donnent les différents équipements terminaux de diffusion par bureau. Il en est de même pour les débits de reprise.

**Tableau 28 : Dimension des conduites débouchant sur les bureaux**

Local	Débit grille de soufflage (m <sup>3</sup> /h)		Vitesse (m/s)	Section (m <sup>2</sup> )	Diamètre Ø (m)	Débit grille de reprise (m <sup>3</sup> /h)		Vitesse (m/s)	Section (m <sup>2</sup> )	Diamètre Ø (m)
<b>SOUFFLAGE</b>						<b>REPRISE</b>				
Direction commerciale et économique	1050	R+1	4	0,07	0,30	800	R+1	4	0,06	0,27
Bureau disponible 1	680			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau disponible 2	640			0,04	0,24	400			0,03	0,19
Bureau disponible 3	640			0,04	0,24	400			0,03	0,19
Direction commerciale et économique 1	925			0,06	0,29	800			0,06	0,27
Service	925			0,06	0,29	800			0,06	0,27



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

operating									
DCE1 Salle de réunion	2060			0,14	0,43	2000			0,14 0,42
DCE 1 Salle de d'attente	740			0,05	0,26	400			0,03 0,19
DCE trading service financier	925			0,06	0,29	800			0,06 0,27
DCE trading service commercial	825			0,06	0,27	800			0,06 0,27
Recouvrement 1	660			0,05	0,24	400			0,03 0,19
Recouvrement 2	660			0,05	0,24	400			0,03 0,19
Facturation	2225			0,15	0,44	2000			0,14 0,42
Administration vente et achat1	625			0,04	0,24	400			0,03 0,19
Service operation	1325			0,09	0,34	1200			0,08 0,33
Administration vente et achat 2	950			0,07	0,29	800			0,06 0,27
Administration vente et achat3	880			0,06	0,28	800			0,06 0,27
Service opération	560			0,04	0,22	400			0,03 0,19



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Responsable section banque	2840	R+2 4	0,20	0,50	2800	R+2 4	0,19	0,50
Bureau disponible 1	1500		0,10	0,36	1200		0,08	0,33
Audit interne 1	725		0,05	0,25	400		0,03	0,19
Audit interne 2	725		0,05	0,25	400		0,03	0,19
Bureau disponible 2	725		0,05	0,25	400		0,03	0,19
Budget reporting bureau stagiaire	825		0,06	0,27	800		0,06	0,27
Bureau reporting 2	825		0,06	0,27	800		0,06	0,27
Bureau reporting 3	825		0,06	0,27	800		0,06	0,27
Bureau disponible 4	560		0,04	0,22	400		0,03	0,19
Bureau disponible 3	540		0,04	0,22	400		0,03	0,19
Caisse	660		0,05	0,24	400		0,03	0,19
Assistant trésorier	740		0,05	0,26	400		0,03	0,19
Bureau disponible 5	950		0,07	0,29	800		0,06	0,27
Bureau disponible 6	950		0,07	0,29	800		0,06	0,27
Bureau disponible 7	660	0,05	0,24	400	0,03	0,19		

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Assistant responsable budget	3150			0,22	0,53	2800			0,19	0,50
Trésorerie	3150			0,22	0,53	2800			0,19	0,50
Bureau disponible 1	325			0,02	0,17	200			0,01	0,13
Chef comptable	3000			0,21	0,52	2800			0,19	0,50
Comptabilité	3040			0,21	0,52	2800			0,19	0,50
Assistant commercial	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Bureau disponible 2	3000			0,21	0,52	2800			0,19	0,50
Comptabilité 2	3540			0,25	0,56	3200			0,22	0,53
Responsable juridique assurance	650	R+3	4	0,05	0,24	400	R+3	4	0,03	0,19
Bureau disponible 3	650			0,05	0,24	400			0,03	0,19
Service juridique	650			0,05	0,24	400			0,03	0,19
Bureau disponible 4	650			0,05	0,24	400			0,03	0,19
Service assurance	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau disponible 5	700			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Salle réunion	4700			0,33	0,64	4400			0,31	0,62

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Bureau DG	3060			0,21	0,52	2800			0,19	0,50
Secrétariat DG	3000			0,21	0,52	2800			0,19	0,50
Service juras	3250			0,23	0,54	2800			0,19	0,50
Bureau disponible 6	350			0,02	0,18	200			0,01	0,13
Information et Gestion	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Bureau disponible 1	350			0,02	0,18	200			0,01	0,13
Secrétariat DG RH	850			0,06	0,27	800			0,06	0,27
Bureau disponible 2	850			0,06	0,27	800			0,06	0,27
Secrétariat DFG	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Information et Gestion 2	825			0,06	0,27	800			0,06	0,27
Bureau disponible 3	700	R+4	4	0,05	0,25	400	R+4	4	0,03	0,19
Secrétariat informatique de gestion	900			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Bureau disponible 4	700			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Atelier informatique	1000			0,07	0,30	800			0,06	0,27
Bureau disponible 5	700			0,05	0,25	400			0,03	0,19



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Département programme	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Direction commerciale, étude économique	950			0,07	0,29	800			0,06	0,27
Responsable optimisation et analyse	780			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Informatique de gestion, matériel, système	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Informatique de gestion, matériel, système 2	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Bureau disponible 6	680			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Information et Gestion 3	860			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Chef comptabilité	1600	R+5	4	0,11	0,38	1600	R+5	4	0,11	0,38
Bureau secrétaire 1	750			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Gestion	1400			0,10	0,35	1200			0,08	0,33
Comptabilité	2850			0,20	0,50	2800			0,19	0,50



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Adjoint	1240			0,09	0,33	1200			0,08	0,33
Accueil hall	1600			0,11	0,38	1600			0,11	0,38
Bureau secrétaire 2	460			0,03	0,20	400			0,03	0,19
Directeur financier	3200			0,22	0,53	3200			0,22	0,53
Paye	1625			0,11	0,38	1600			0,11	0,38
Caisse	780			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Trésorier	2600			0,18	0,48	2400			0,17	0,46
Bureau disponible	350			0,02	0,18	200			0,01	0,13
dactylo	700			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau disponible 1	1100			0,08	0,31	800			0,06	0,27
Bureau disponible 2	350			0,02	0,18	200			0,01	0,13
Secrétariat DG	3000			0,21	0,52	2800			0,19	0,50
Bureau disponible 1	2950			0,20	0,51	2800			0,19	0,50
Bureau disponible 2	2900			0,20	0,51	2800			0,19	0,50
Bureau disponible 3	725	R+6	4	0,05	0,25	400	R+6	4	0,03	0,19
Bureau 4	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau 5	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau 6	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Salle d'attente	1750			0,12	0,39	1600			0,11	0,38
Bureau 7	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau 8	2000			0,14	0,42	2000			0,14	0,42
Bureau 9	1150			0,08	0,32	1200			0,08	0,33
Bureau 10	900			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Bureau 11	900			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Caisse	900			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Retrait de cheque	1440			0,10	0,36	1200			0,08	0,33
Bureau 12	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau 13	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau 14	600			0,04	0,23	400			0,03	0,19
Bureau agent 1	2350			0,16	0,46	2000			0,14	0,42
Bureau agent 2	2700			0,19	0,49	2400			0,17	0,46
Bureau agent 3	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau agent 4	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau agent 5	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau agent 6	1240			0,09	0,33	1200			0,08	0,33
Bureau agent 7	460			0,03	0,20	400			0,03	0,19
Bureau agent 8	3200	R+7	4	0,22	0,53	3200	R+7	4	0,22	0,53
Attente	1950			0,14	0,42	1600			0,11	0,38
Bureau agent 9	900			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Dactylo	900			0,06	0,28	800			0,06	0,27
Commis 2	825			0,06	0,27	800			0,06	0,27
Chef service généraux	2400			0,17	0,46	2400			0,17	0,46



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Secrétariat	480			0,03	0,21	400			0,03	0,19
Bureau agent 10	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau agent 11	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau agent 12	725			0,05	0,25	400			0,03	0,19
Bureau agent 13	460			0,03	0,20	400			0,03	0,19
Bureau agent 14	3540			0,25	0,56	3200			0,22	0,53
Chef service financier	2200			0,15	0,44	2000			0,14	0,42
Cuisine	1260			0,09	0,33	1200			0,08	0,33
Office	600			0,04	0,23	400			0,03	0,19
Accueil	1260			0,09	0,33	1200			0,08	0,33
Salle de conférence	3950			0,27	0,59	3600			0,25	0,56
Télex	660	R+8	4	0,05	0,24	400	R+8	4	0,03	0,19
Secrétaire 1	780			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Secrétaire 2	780			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Secrétaire 3	780			0,05	0,26	400			0,03	0,19
Bureau agent 1	660			0,05	0,24	400			0,03	0,19
Secrétaire général	1325			0,09	0,34	1200			0,08	0,33
Salle de travail	2040			0,14	0,42	2000			0,14	0,42



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Salle de réception	7750			0,54	0,83	7600			0,53	0,82
Antichambre	280			0,02	0,16	400			0,03	0,19
Office 1	300			0,02	0,16	200			0,01	0,13
Office 2	460			0,03	0,20	400			0,03	0,19
Bureau PDG	2120			0,15	0,43	2000			0,14	0,42
<b>Débit CTA</b>	<b>180710</b>					<b>152800</b>				

Le tableau 29 donne le diamètre des conduites principales. Ce sont les conduites qui débouchent sur chaque niveau avant d'être distribuer dans les bureaux. Les débits fournis sont les cumuls des débits de soufflage de tous les ETD par niveau.

**Tableau 29 : Diamètre des conduites principales**

Niveaux	Q (m3/h)	V (m/s)	S (m <sup>2</sup> )	Ø (m)	L (m)	Q (m3/h)	V (m/s)	S (m <sup>2</sup> )	Ø (m)	L (m)
	Soufflage		Soufflage			Reprise		Reprise		
R+1	17295	14	0,34	0,66		14000	14	0,28	0,59	
R+2	20350		0,40	0,72		16800		0,33	0,65	
R+3	32040		0,64	0,90		27600		0,55	0,84	
R+4	13895		0,28	0,59		9800			0,50	



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

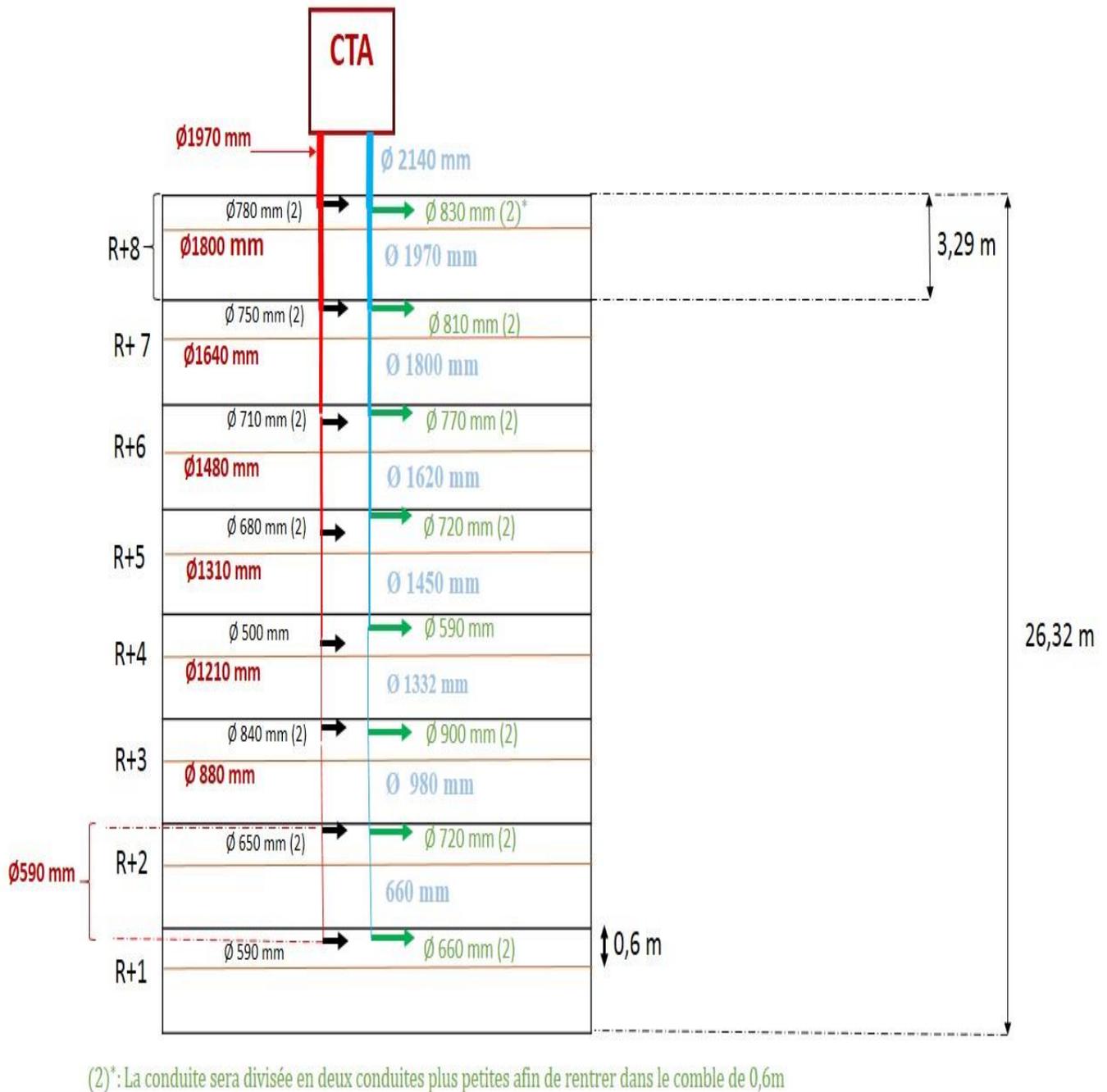
OUATTARA Souleymane Abasse

							0,19		
R+5	20605		0,41	0,72		18400		0,68	
							0,37		
R+6	23565		0,47	0,77		20000		0,71	
							0,40		
R+7	25755		0,51	0,81		22000		0,75	
							0,44		
R+8	27205		0,54	0,83		24200		0,78	
							0,48		
CP avant R+8	180710		3,59	2,14	3	152800		1,97	3
							3,03		
CP avant R+7	153505		3,05	1,97	3,29	128600		1,80	3,29
							2,55		
CP avant R+6	127750		2,53	1,80	3,29	106600		1,64	3,29
							2,12		
CP avant R+5	104185		2,07	1,62	3,29	86600		1,48	3,29
							1,72		
CP avant R+4	83580		1,66	1,45	3,29	68200		1,31	3,29
							1,35		
CP avant R+3	69685		1,38	1,33	3,29	58400		1,21	3,29
							1,16		
CP avant R+2	37645		0,75	0,98	3,29	30800		0,88	3,29
							0,61		
CP jusqu'à R+1	17295		0,34	0,66	3,29	14000		0,59	3,29
							0,28		

**\*CP : Conduite principale**



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance



**Figure 6 : Schéma des conduites principales du réseau avec leurs débits transportés.**

### **DIMENSIONNEMENT DU GROUPE FROID EAU GLACEE**

Les groupes à eau glacée sont généralement définis par :

- La température d'eau glacée allée et retour : 7°C – 12°C
- La température des médiums de refroidissement du condenseur (eau à l'entrée et à la sortie du condenseur,...) : 35°C – 39°C
- La puissance frigorifique brute (requis par l'installation) qui tient compte de la puissance de pompage de l'eau froide,
- La puissance utile qui est celle des besoins des équipements terminaux : 487.022 kW
- Les apports thermiques par les tuyauteries allées et retour et les réservoirs calorifugés.
- Les apports thermiques plus la puissance de pompage

Le calcul des deux dernières variables de la puissance brute nécessite des calculs plus minutieux avec plus de données dont nous ne disposons pas. Cependant, notons que lors d'un avant-projet, la puissance de pompage de l'eau froide et les apports thermiques ne sont pas connus ; en général, on majore P (utile) d'environ 5 % pour en tenir compte. Lors du projet final, les deux postes doivent être recalculés (1). Nous avons donc utilisé cette approche pour estimer ces données.

$$P(\text{brute}) = P(\text{utile}) + P(\text{pompage}) + \text{Apports Thermiques}$$

$$= 1.05 P(\text{utile}) = 1.05 * 487.022$$

$$P(\text{brute}) = 511.37 \text{ kW}$$

Avec cette puissance, nous avons effectué choix du groupe froid dans le catalogue du fabricant Carrier. C'est un groupe froid de puissance frigorifique de 541 kW et de marque 30HXC 155. Sa fiche technique est donnée ci-dessous :

Le tableau 30 présente les caractéristiques techniques du groupe du groupe froid eau glacée 30HXC 155

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

**Tableau 30 : Caractéristiques du groupe froid eau glacée 30HXC 155**

<b>30HX</b>	<b>155</b>
<b>ESEER (European Seasonal Energy Efficiency Ratio) *** kW</b>	5,57
<b>Puissance frigorifique nominale* kW</b>	541
<b>Poids en fonctionnement kg</b>	2712
<b>Fluide frigorigène** HFC-134a</b>	
<b>Circuit A** kg</b>	54
<b>Circuit B** kg</b>	57
<b>Puissance acoustique † dB(A)</b>	100
<b>Pression acoustique à 1 m †† dB(A)</b>	82
<b>Pression acoustique à 10 m †† dB(A)</b>	68
<b>Compresseurs Bi-vis semi-hermétique</b>	
<b>Circuit A</b>	1
<b>Circuit B</b>	1
<b>Type de régulation PRO-DIALOG Plus</b>	
<b>Nombre d'étages de puissance</b>	6
<b>Puissance minimum %</b>	12
<b>Evaporateur tubulaire avec tubes en cuivre ailetés intérieurement</b>	
<b>Volume d'eau net l</b>	75
<b>Connexion d'eau Raccordements VICTAULIC</b>	
<b>Entrée et sortie pouces</b>	5
<b>Vidange d'eau et purge d'air pouces 3/8NPT</b>	
<b>Pression de service maximum, côté eau kPa</b>	1000
<b>Condenseur tubulaire avec tubes en cuivre ailetés intérieurement</b>	
<b>Volume d'eau net l</b>	90



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Connexion d'eau Raccordements VICTAULIC	
Entrée et sortie pouces	5
Vidange d'eau et purge d'air pouces 3/8NPT	
Pression de service maximum, côté eau kPa	1000

### Chapitre II : Offre économique du projet.

Il s'agit pour cette partie de faire une offre économique en faisant le devis quantitatif et estimatif de tous les composants qui entrent dans le système de production du froid. Elle va du groupe de production eau glacée aux équipements terminaux de diffusions.

Le tableau 30 détaille la nature des équipements terminaux de diffusions qui entrent dans la constitution du réseau aéraulique, les accessoires liés à ses équipements de même que les codes identifiant chaque équipement. Les codes ainsi que les prix ici proposés sont les données du catalogue de diffuseur du fabricant Air-France. C'est le catalogue ayant permis le choix de ces équipements

**Tableau 30 : Offre économique des ETD**

Grilles	Désignation	code	Prix unitaire HT (£)	Nombre	Accessoires	code	Prix unitaire HT (£)	Prix total (£)	Prix total (FCFA)
Soufflage	Tenso 1485 (mm) avec 1 fente	230102	81,5	91	PFU insonorisé	230174	127,00	18973,5	12425745,15
	Tenso 1485 (mm) avec 2 fentes	230108	121	68	PFU insonorisé	230180	146,00	18156	11890364,4
	Tenso 1485	230114	152	73	PFU	230186	185	24601	16111194,9



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

	(mm) avec 3 fentes				insonorisé				
	Tenso 1485 (mm) avec 4 fentes	230120	189	77	PFU insonorisé	230192	173,00	27874	18254682,6
	Tenso 1785 (mm) avec 4 fentes	230121	212	45	PFU insonorisé	230193	193	18225	11935552,5
	Tenso 585 (mm) avec 1 fente	230098	50,5	29	PFU insonorisé	230170	74,5	3625	2374012,5
	Tenso 585 (mm) avec 2 fentes	230104	71	1	PFU insonorisé	230176	83,5	154,5	101182,05
	Tenso 585 (mm) avec 4 fentes	230116	106	1	PFU insonorisé	230188	98,5	204,5	133927,05
<b>Reprise</b>	GAC 81-300*150 mm	662967	31	385	Plénum PFU 21 insonorisé	037395	71	39270	25717923

Le tableau 31 fait le devis des éléments défectueux du système qui ont été redimensionnés. Le groupe froid de même que la CTA ont été choisis dans le catalogue du fabricant Carrier. Les prix proposés ne tiennent pas compte du transport et de l'installation.

**Tableau 31 : Offre économique du groupe froid et de la CTA**



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

	Désignation	code	Nombre	Prix unitaire HT (£)	Prix total (£)	Prix total (FCFA)
Groupe + kit hydraulique	Groupe froid	30HX155	1			
	Pompes		4			
	Auto dosseur		1			
	Régulateur d'eau automatique					
	Dispositif automatique de traitement de calcaire					
	Régulateur de fréquence de la pompe hydraulique					
	Ondes à ultrasons					
	Auto protection					
	Conduite					
CTA		39SQR	2			

### TROISIEME PARTIE : MAINTENANCE DU SYSTEME FRIGORIFIQUE

#### Chapitre I : Proposition de maintenance du système de production de froid

##### I. Quelques définitions de maintenance

###### ❖ Maintenance préventive

L'entretien préventif consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant afin de tenter de prévenir la panne. On intervient de manière préventive soit pour des raisons de sûreté (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

raisons économiques (cela revient moins chers) ou parfois pratique. L'équipement n'est Agent pour l'entretien qu'à certains moments précis). Elle peut être :

- **Systématique** : à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du matériel.
- **Conditionnelle** : basée sur une surveillance du fonctionnement du matériel et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. Cette surveillance peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue
- **Prévisionnelle** : maintenance conditionnelle exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du matériel.

Remarque : parler de l'entretien préventif, c'est parler de la maintenance préventive.

### Tableau 32 : Objectif d'un entretien préventif

Augmenter la durée de vie du matériel
Diminuer la probabilité des défaillances en service
Diminuer les temps d'arrêts en cas de révisions ou de pannes
Prévenir et prévoir les interventions coûteuses de maintenances correctives
Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions
Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiants, etc.
Diminuer le budget de maintenance
Supprimer les causes d'accidents graves

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

### ❖ **Maintenance corrective**

La maintenance corrective est l'élimination d'une avarie ou d'une altération dans le fonctionnement d'un élément matériel par sa réparation, sa restauration à l'état antérieur ou son remplacement. La maintenance corrective peut être :

- **Curative** : celle qui se solde par la restauration de l'élément matériel à l'état antérieur.
- **Palliative** : pour parler simplement d'un dépannage provisoire.
- **Immédiate** : effectuer tout de suite après la panne
- **Différée** : retardée en fonction des règles de maintenance donnée.

## **II. La maintenance préventive du système à installer**

### ❖ **Entretien de la centrale de traitement d'air**

- Mettre le groupe à l'arrêt
- Laver les filtres en poche
- Vérifier l'état des courroies
- Lubrifier les parties tournantes des motos ventilateurs
- Vérifier l'état des vices
- Laver les batteries

### ❖ **L'entretien du circuit électrique**

Elle consiste à effectuer le nettoyage de la poussière à l'intérieur de l'armoire électrique à l'aide d'un compresseur à air de forte pression pour chasser cette poussière sur les appareils électriques. A cause des vibrations des moteurs, il peut avoir des déconnexions des conducteurs donc il est important de passer au serrage du câblage.

## **III. La maintenance corrective du système à installer.**

La maintenance corrective vient pallier aux problèmes qui n'ont pu être résolus par la maintenance préventive. Elle fait donc office d'intervention.

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

### Effets sonores nuisibles

Face à l'objectif n°2 faisant état des nuisances sonores perturbatrices pour le septième et huitième niveau, nous avons immédiatement pensé aux causes suivantes :

- Insuffisance de l'isolation acoustique des conduites
- Absence d'absorbeurs acoustiques
- Trop de présence d'obstacle dans le réseau
- Problème de limitation de la vitesse de l'air dans les conduits terminaux
- **Manque de support anti vibratiles**
- **Emplacement de la CTA trop proche des locaux de travail**

Après investigation, les causes du problème ce sont avérées plus proches des deux derniers points sus mentionnés. . En effets, les différents facteurs perturbateurs susceptibles d'être à l'origine de ces vibrations se sont avérés plus proches du groupe de ventilation que de son réseau de distribution. Elle relève cependant du simple ressort de la maintenance lié à celui-ci (pour cause son état vieillissant). Ainsi, puisque la CTA est juste au-dessus et parallèlement à ces niveaux et en plus sur une toiture en dalles, les éléments ci-dessous sont et se sont avérés être les principaux facteurs d'accroissement de la conduction sonore :

**Tableau 33 : Pannes sur CTA**

<u>Facteurs</u>	<u>Action menées</u>
Poulie creuse et vieillissante	Changement des poulies

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Mauvais serrage	Maintenance complète, procéder au changement et/ou au serrage de tout ce qui est boulon
Problèmes d'alignement moteur ventilateur	Réajuster l'axe ventilateur- moteur
Ventilateur fissuré à certains niveaux	Changement des ventilateurs endommagés
Roulement endommagé (les billes ont pétés)	changements des roulements
Ressort cassés (plot antivibratiles placé sur boîte d'amortissement qui lui placé sur le cylinblique)	Installation de nouveaux plots antivibratiles (à ressort ou à caoutchouc)
<b>Remarque</b> : la batterie se tord très visiblement à l'aspiration au démarrage de la CTA. Sur le long terme, il y'a possibilité de rupture. Toutes ces maintenances sont à titre correctif.	

Pour ce qui est de la batterie, elle est toujours utilisé compte tenue des facteurs de coût. Cependant nous sommes stricts sur le fait qu'il faut songer à son remplacement car le coût des pertes en cas de ruptures risque d'être bien plus astronomiques comparativement au simple coût de remplacement.



### CONCLUSION ET PERSPECTIVES

#### **Conclusion**

Le froid est un maillon capital participant au bon fonctionnement de la production au sein de la SIR. Au cours de notre stage, nous avons clairement pu constater à quel point cette section était active comparativement aux autres sociétés soutraintante à la SIR. Des postes de production, les laboratoires aux bureaux administratifs, le rendement est intrinsèquement lié à la bonne marche des unités de climatisation.

S'étalant sur 600m<sup>2</sup>, le bâtiment de la tour SMB regroupe l'essentiel du personnel administratif de la SIR et de la SMB. Les conditions d'ambiance doivent être donc en permanence favorables au travail. Les installations dans la tour, surtout pour ce qui est du réseau aéraulique se font vieillissantes. Face à ce problème, la rigueur dans la maintenance est capitale pour leur maintien. Cette exigence, la section MCT la comprise. Ainsi, puisque mieux vaut prévenir que guérir, un accent particulier est mise sur la maintenance préventive. Suivant un planning méticuleusement préétabli, nous avons la maitrise de toutes les interventions à effectuer annuellement, mensuellement et dans l'hebdomadaire avant mêmes le début de l'année en question.

Le nouveau groupe eau glacée dimensionné pour prévenir le risque de panne éminent de l'ancien se situe également dans le cadre de cette prévention. Ayant déjà détecté les causes de nuisances sonores dans les bureaux (qui ne sont pas liées au mauvais dimensionnement des conduites), le redimensionnement du réseau aéraulique avait pour but de répondre au troisième objectif de notre étude à savoir le problème de régulation de température. . Le remplacement des boîtes de détente semblait capital pour inhiber l'arrivé de la laine de verre dans les bureaux.

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

---

### Bibliographie

1. **Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie.** *EFFICACITE ENERGETIQUE DE LA CLIMATISATION EN REGION TROPICALE.* Quebec : s.n., 2010. Vol. 1.
2. **ooreka.** *dimension standard porte.* 2016.
3. **Dr. Sayon Sidibé - 2ie.** *Cours conditionnement d'air.* Ouagadougou, Burkina Faso : s.n., 2012-2013.
4. **France-air.** Catalogue complet. 2014.
5. **keskeces.** [En ligne] 2016. [Citation : 15 novembre 2016.] coordonnées géographique de vridi. <http://www.eskeces.com>.



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

### ANNEXES

#### Annexe 1 : Liste du matériel

		
<b>GROUPE FROID</b>	<b>VANNE</b>	<b>VANNE MOTORISEE</b>
		
<b>SPLIT</b>	<b>MONOBLOC</b>	<b>BOITE DE DETENTE</b>
		



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

<b>FONTAINE D'EAU</b>	<b>MOTEUR ELECTRIQUE</b>	<b>FRIGO</b>
		
<b>MOTOPOMPE</b>	<b>EXTRACTEUR D'AIR</b>	<b>CTA</b>
		 ARO 1250
	<b>CASSETTE</b>	<b>VENTILO CONVECTEUR</b>
		
<b>SPLIT ARMOIRE</b>	<b>INDIVIDUEL</b>	<b>SPLIT GAINABLE</b>



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

		
<b>Groupe froid à condenseur à air</b>	<b>DRY COOLER</b>	<b>Groupe froid à condenseur à eau</b>



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

### Annexe 3 : Fiche technique du groupe froid eau glacée

### Annexe 4 : Groupe froid eau glacée, pannes causes, solutions

<u>Pannes</u>	<u>Causes</u>	<u>Remèdes</u>
<b><u>Pannes frigorifiques</u></b>		
Intensité absorbé trop élevé ou trop basse	<ul style="list-style-type: none"><li>-Trop/ pas assez de charge.</li><li>- Compresseur trop ou pas assez puissant.</li><li>- Grippage partiel du compresseur</li><li>- Cartouche ou filtre déshydrateur bouché</li><li>-vanne à pression constante trop fermé ou trop ouvert</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-soutirer fluide/réparer fuite</li><li>-contrôle réglage capacité du compresseur</li><li>-vérifier la partie mécanique</li><li>-Vérifier la partie mécanique du compresseur</li><li>- régler la vanne</li></ul>
Pression de condensation basse et température de refoulement élevé	<ul style="list-style-type: none"><li>-Vanne à pression constante trop fermé</li><li>-Cartouche ou filtre déshydrateur bouché</li><li>-Clapet d'aspiration ou de refoulement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-régler la vanne</li><li>-nettoyage /remplacement</li></ul>



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

	cassé	-Remplacer le clapet
Pression d'évaporateur basse et surchauffe élevée	Humidité dans le condenseur -thermomètre ou manomètre à vérifier ou à étalonné	Remplacer le filtre déshydrateur -étalonner, vérifier ou remplacer
Jeu mécanique important	Pièces usée ou desserrer	Remplacer les pièces usées
groupe à l'arrêt	flow switch endommagé	Changer le flow switch
<b><u>Pannes électriques</u></b>		
Défaut d'alimentation électrique	*Interrupteur général ouvert *Bobine Brulée *Transformateur du circuit de commande basse tension grillé	*fermer l'interrupteur *remplacer la bobine *remplacer le transformateur
Blocage du compresseur ou du moteur	*Piston coincé	Débloquer la culasse -rechercher les débris de métal



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

		et réparer
Bobine du démarreur ne colle pas	Tension d'alimentation trop faible	Localiser la chute de tension
Cascade électrique de démarrage ne s'effectue pas	Blocage de la pompe du circuit d'eau de refroidissement du condenseur	Débloquer la pompe
Organe de régulation ouvert	Température trop basse (réglage de l'appareil trop haut)	Remplacer par un organe thermostatique
Démarrage du moteur inopérant	*Contact électrique défectueux *Déclenchement de l'appareil sécurité	*Réparer ou remplacer *rechercher le défaut et réarmer

### **Annexe 8 : Entretien du circuit eau glacée**

Elle se fait avec des produits spéciaux de traitement de circuit. Parmi eux :

<u>Produits</u>	<u>Rôle</u>
SUDKOR 225	Produit anti-détartrant et anticorrosion
SUDBAK Q	Produit protégeant contre les algues et les moisissures



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

SUDBAK TH	Protégeant contre les micros organisme
SUDSPERSE KA	Elimine les calcaires dans l'eau

### Méthode d'entretien

<u>Actions</u>	<u>Périodicité</u>
Faire descendre le niveau d'eau du circuit (purger) pour avoir un volume en circulation pas trop important. Cela permettra de consommer moins de produits et de ne pas diluer. Fermer la purge.	
Remplissage du circuit avec quelques litres du SUDSPERSE CW selon le volume du circuit à nettoyer.	<u>Lundi et</u>
Remplissage si possible avec l'eau SODECI plus quelques litre de DREWGARD 4109 pour l'entretien définitif (protection anticorrosion) et ne plus vidanger le circuit	<u>Jeudi</u>

### Annexes 9 : Entretien du circuit de refroidissement (Tours de refroidissement (02))

C'est un entretien trimestriel qui s'effectue en fonction du planning établi en début d'année.

Il a lieu tous les six mois et s'effectue comme suit :

#### Entretien du circuit de refroidissement

<u>Action</u>	<u>Périodicité</u>
Vider l'eau du bassin	



## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Fermer les vannes sorties d'eau et entrée d'eau	<b><u>Chaque six (06) mois</u></b>
Déposer les nids d'abeilles	
Nettoyage des différents pulvérisateurs à haute pression d'eau	
Nettoyage du bassin à haute pression d'eau	
Laver les nids d'abeille	

### Annexes 10 : **Entretien du groupe froid eau glacée**

<b><u>Interventions</u></b>	J	H	M	T
Vérifier la pression de refoulement et d'aspiration du compresseur	*			
Vérifier les fuites de gaz		*		
Vérifier l'état du fluide : un manque de fluide ou de sous-refroidissement se signale par des bulbes dans le liquide en circulation	*			
Vérifier l'humidité du fluide frigorigène : elle se fait en observant la couleur du voyant de liquide placé après le déshydrateur, la couleur verte signale que la quantité d'eau contenue dans le fluide est inférieure à la quantité d'eau maximale admissible, la couleur jaune signale les effets nuisibles provenant de l'humidité. Remplacer le filtre déshydrateur dès l'apparition de la couleur jaune		*		
Contrôler la température de l'eau	*			
Contrôler le niveau d'huile du carter du compresseur			*	
Remplacer le filtre déshydrateur				*

## Dimensionnement groupe froid et proposition de solutions de maintenance

Mémoire de fin d'étude / énergétique Août 2016/SIR

OUATTARA Souleymane Abasse

Vérifier la température de refoulement et d'aspiration			*	
Nettoyer et contrôler l'état du détendeur		*		
Contrôler l'état de la pompe (bruits, débit...)		*		

### Annexe 4 : Tracé du réseau aéraulique

NB : Les tracés RDC à R+3 sont identiques tandis que ceux R+4 à R+7 sont identiques

❖  : Bouche de soufflage

❖  : Bouche de reprise