



**ZIE**  
Fondation ZIE

Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement  
International Institute for Water and Environmental Engineering



# Conception du système de climatisation de l'hôtel du parc de Ziniaré

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER SPECIALISE EN **GENIE ELECTRIQUE  
ENERGETIQUE ET ENERGIES RENOUVELABLES (MS- GEEER)**

Présenté et soutenu publiquement le 26 septembre 2011 par

**Jacques OUEDRAOGO**

**Travaux dirigés par :** - M. SEMPORE Jean Francis, Ingénieur énergétique, Zie  
- M. DIARRA Souleymane, Ingénieur énergétique, S.E.E.E.

**Jury d'évaluation du stage :**

**Président :** Pr Yézouma Coulibaly

**Membres :** - M. SEMPORE Jean Francis

- M. BAGRE Ahmed

- KOTIN Henri

Promotion 2010/2011

Puisse Dieu combler au centuple de ses biens faits toute personne qui se reconnaitra avoir contribué un temps soit peu à l'édification de cette œuvre.

## Dédicace

**A** MARINE POUR TOUS CES TEMPS QU'ELLE M'A MANQUE !

## Résumé

Dans le cadre du mémoire de fin d'étude du master spécialisé en Génie Electrique, Energétique et Energie Renouvelables de l'Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, il nous a été donné de réaliser la conception et le dimensionnement du système de climatisation de l'hôtel du Parc de Ziniaré. Le cahier des charges de cette conception propose pour l'hôtel, un système de climatisation économique, écologique et moins énergétivore capable de fonctionner de façon efficace dans la ville de Ziniaré. Pour atteindre ces objectifs, quatre systèmes de climatisation ont été identifiés sur la base du bilan thermique de climatisation, de la taille et de utilisation prévue des locaux : les split system, les monoblocs, les VRV et les groupes de production eau glacée. Chacun de ces systèmes identifiés a fait l'objet d'une étude de conception et de dimensionnement pour la climatisation de l'hôtel. A partir d'une analyse croisée des résultats obtenus, le système de climatisation par les *groupes de production eau glacée* est retenu pour répondre aux besoins du client. Ce système est d'une production d'environ **259 W/m<sup>2</sup>** avec un COP de **5,51** contre un investissement brut TTC estimé à **710 millions FCFA**. Par rapport au plus grand pollueur des systèmes étudiés (*split system*), il permet d'éviter au minimum **750 teqCO<sub>2</sub>/an**. Cependant, vue le coût de l'installation de ce système, une solution alternative serait l'utilisation mixte split system - monoblocs. L'option alternative est estimée à **243 millions FCFA** pour une production de **252 W/m<sup>2</sup>** sous un **COP** de **3,24**. La pollution évitée serait d'environ **24273 teq CO<sub>2</sub>** par rapport au *split system*.

## Mots clés

- 1- Bilan thermique
- 2- Conception d'un système de climatisation
- 3- Climatisation centrale
- 4- Economie d'énergie
- 5- Impact environnemental

## Summary

At the end of the study in specialized Master in the Electric Engineer, Energizing and Renewable Energy of the International Institute for Water and Environmental Engineering, we have studied the conception of air-conditioning system of the “Ziniaré” park hotel. The conception document proposes to that hotel an air-conditioning system less consumer of energy, economic and ecological which can efficiently function in “Ziniaré” city. To reach these objectives, four systems of air-conditioning have been identified on the base of thermic balance – sheet of air-conditioning of the level and the uses expected for the rooms: the *split system*, the *monoblocs*, the *VRV* and *ice water generating set*. Each of these identified systems has been made and quantified. By a crossed analyze of results we got, the air – conditioning system by ice water generating set is kept to be suitable to the customer’s needs. This system has a production estimated around **259 W/m<sup>2</sup>** with a **COP of 5,51** versus a raw investment TTC estimated to **710 million FCFA**. In comparison with the greatest polluter system we studied (split system), it allows avoiding at minimum **750 teqCO<sub>2</sub>/year**. However, regarded the cost of the installation of that system, an alternative solution would be the use of mix *split system – monoblocs*. The alternative option is estimated to **243 million FCFA** for the production of **252 W/m<sup>2</sup>** under a **COP of 3, 24**. The avoided pollution would be around **24273 teqCO<sub>2</sub>** in comparison with split system.

## Key words

- 1- Thermic report
- 2- air -conditioning system conception
- 3- Central air -conditioning
- 4- Economy of energy
- 5- Environnemental impact

## Listes des tableaux et figures

### Liste des tableaux

Tableau 1: Conditions de climatiques de la ville de Ziniaré.....	5
Tableau 2: Conditions intérieures de climatisation.....	5
Tableau 3: Conductivité thermique de parois principales.....	5
Tableau 4: Gains de chaleur interne dus aux occupants .....	6
Tableau 5: Apport d'air neuf.....	6
Tableau 6: Bilan des charges thermiques de climatisation .....	9
Tableau 7: Choix des unités intérieure et extérieure des split system .....	11
Tableau 8: Choix des unités terminales des gaines des soufflages des split system gainables.....	11
Tableau 9: Choix des unités extérieures des monoblocs.....	12
Tableau 10: Choix des unités terminales des gaines des monoblocs.....	13
Tableau 11: Choix des unités intérieures du GEG.....	14
Tableau 12: Choix des unités extérieures des GEG.....	14
Tableau 13: Choix des unités terminales des gaines des unités gainables VRV .....	15
Tableau 14: Choix des unités intérieures des GEG.....	16
Tableau 15: Choix des CTA .....	16
Tableau 16: Choix du groupe froid.....	16
Tableau 17: Choix des pompes .....	17
Tableau 18: Choix des unités terminales des gaines des CTA .....	17
Tableau 19: Choix des capteurs de pression et de température .....	17
Tableau 20: Calcul des coûts d'investissements et d'exploitation.....	18
Tableau 21: Quelques avantages et inconvénients des systèmes de climatisation considérés.....	19
Tableau 22: Performances des systèmes de climatisation considérés.....	20
Tableau 23 : Ratios des coûts d'investissement et d'exploitation .....	21
Tableau 24: Résumé des impacts environnementaux par système étudié .....	22
Tableau 25: Choix des équipements de GTC.....	30
Tableau 26: Coût d'investissement du système mixte split system-monobloc.....	32

## Liste des figures

Figure 1 : Circuit primaire.....	26
Figure 2 : Circuit secondaire : Salle de pompage et circuit d'eau glacée salle polyvalente .....	27
Figure 3 : Circuit secondaire : circuit d'eau glacée étage, aile Ouest .....	28
Figure 4 : Circuit secondaire : circuit d'eau glacé étage, aile Est .....	29
Figure 5 : Réseau de soufflage et de condensat aile Ouest de l'étage .....	30
Figure 6 : Réseau de soufflage et de condensat aile Est de l'étage .....	31
Figure 7 : Synoptique partiel du système de gestion centralisé de la climatisation .....	32

## Liste des abréviations

**S.E.E.E** : Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements

**RDC** : Ré De Chaussé

**VRV** : Volume de Réfrigérant Variable

**GEG** : Groupe Eau Glacée

**CTA** : Central de Traitement d'Air

**TVA** : Taxe sur la Valeur Ajoutée

**HTVA** : Hors Taxe sur la Valeur Ajouté

**TTC** : Tout Taxe Comprise

**SONABEL** : Société National d'Electricité du Burkina

**GTC** : Gestion Technique de la Climatisation

# Sommaire

INTRODUCTION.....	2
I. Présentation de la S.E.E.E .....	4
II. Présentation du projet.....	4
III. Calcul du bilan thermique.....	5
IV. Principe de la climatisation et sélection des équipements .....	10
V. Calcul des coûts d'investissement .....	18
VI. Etude comparée des systèmes de climatisation .....	19
VII. Solution proposée pour la climatisation de l'hôtel du Parc de Ziniaré .....	23
Conclusion et Perspectives.....	33
Bibliographie.....	34
Annexes.....	I

## INTRODUCTION

---

L'environnement et les conditions ambiantes du cadre de vie d'un individu influencent considérablement son moral, sa sécurité, son efficacité dans tous ses états de vie et d'activités. Au delà du bruit et de l'éclairage, l'état de l'air est un facteur environnemental très important pour l'Homme. Pour fonctionner de manière efficace, le corps humain a besoin d'une atmosphère spécifique dont les caractéristiques dépendent de plusieurs facteurs tels que la température, l'humidité et le renouvellement d'air. La mise en place de systèmes garantissant ces conditions relève des techniques de climatisation ou de conditionnement d'air.

La conception d'un système de climatisation vise à créer des conditions de température, d'humidité, de niveau sonore, de qualité d'air hygiénique permettant aux occupants de vivre sous un rendement optimum. Les systèmes de climatisation, pour assurer ces fonctions, utilisent des moyens de refroidissement, de transfert de chaleur, des filtres à air, des réseaux de distribution du froid plus ou moins complexes ainsi que des moyens de gestion et de régulation. Cependant, la climatisation de nos jours fait face à un double défi : d'une part, l'échauffement climatique et le développement de la technologie ont augmenté les besoins et la facilité d'accès à la climatisation ; d'autre part, l'augmentation galopante du recours à la climatisation impacte énormément sur la facture d'électricité avec des effets de pollutions environnementales divers. Il convient de ce fait, de choisir le système le plus efficace, le plus économique et écologique possible pour une application donnée en fonction des besoins et des spécifications techniques.

Dans les termes de référence (TDR) proposés en étude, la climatisation intéresse un système complexe dénommé hôtel du parc de Ziniaré. Ce système est composé d'une salle de spectacle en forme d'amphithéâtre de 1000 places, d'un bar dancing, d'une salle de conférence de 100 places, d'une salle de banquet, d'un restaurant, d'un cyber café, d'un salon de coiffure, de boutique de vente, de hall d'attente, de cafétéria, de salles de réunion, de bureau, de chambre froide et de 34 dortoirs. Le travail consiste à :

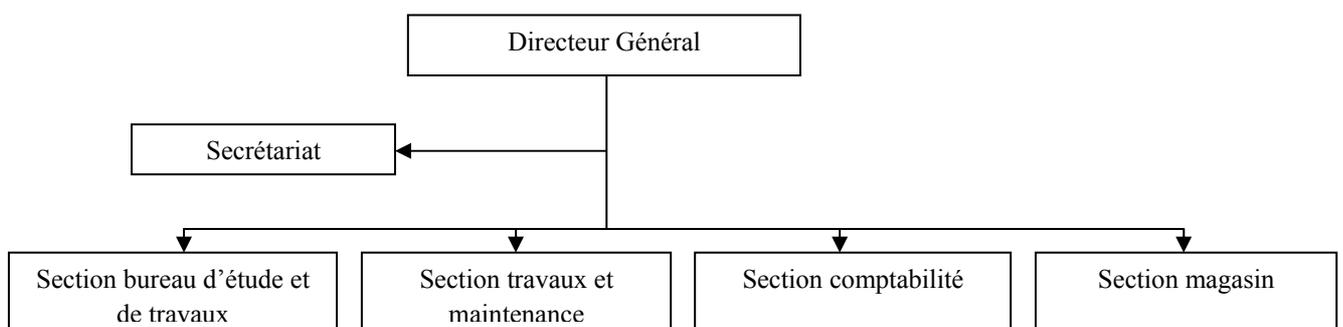
- concevoir et dimensionner le système de climatisation de l'hôtel du parc selon différentes techniques de climatisation,
- faire une étude comparative de ces systèmes de climatisation en vue de choisir pour l'hôtel le système le plus techniquement fiable, économiquement viable et impactant le moins négativement sur l'environnement,
- Rédiger un rapport technique de synthèse contenant les résultats des travaux entrepris.

Afin de répondre aux objectifs de conception et de dimensionnement, le présent rapport comporte, outre l'introduction et les annexes, l'état des lieux, des solutions de climatisation possibles, les résultats des dimensionnements des systèmes de climatisation, les calculs des coûts d'investissement et d'exploitation, les données d'impacts environnementaux, les analyses des solutions possibles suivies du choix du système de climatisation de l'hôtel et des détails sur le système choisi.

## I. Présentation de la S.E.E.E

La société d'accueil est une société anonyme dénommée Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements (S.E.E.E). C'est une société internationale classée parmi les entreprises leaders en électricité, plomberie, froid et climatisation. Le siège social de sa représentation africaine est à Abidjan en Côte Ivoire. Au Burkina Faso, elle a ouvert ces portes vers 1960 sous le nom TUNZINI Afrique avec pour activités principales, Celles-ci-dessus citées. Pour plus répondre aux besoins du marché et marquer sa volonté de s'adapter à l'évolution, la TUNZINI Afrique change de nom dans le temps et devient S.E.E.E. Elle étend dès lors ces activités aux équipements d'ascenseur, de piscine, de cuisine, de buanderie, de chambre froide et même à la gestion technique centralisée, à la maintenance des équipements et aux énergies renouvelables.

Le circuit salle de S.E.E.E Burkina est basé à Ouagadougou à l'adresse : Avenue Zoala, secteur N°8, lot 328, parcelle A. BP : 461 Ouagadougou 01. Téléphone : (00226) 50 34 40 20 ; Fax : (00226) 50 34 40 21 ; Email : [seeebf@yahoo.fr](mailto:seeebf@yahoo.fr). Elle est actuellement dirigée par M. DIARRA Souleymane.



L'organigramme de la S.E.E.E Burkina

## II. Présentation du projet

L'hôtel du parc de Ziniaré est implanté à la sortie Est de la ville, face au parc animalier de Ziniaré. Il est prévu pour être du niveau trois étoiles. L'hôtel est principalement composé de deux bâtiments dont un immeuble R+1 et une salle polyvalente. L'immeuble abrite à son RDC, des salles de réunion ; des bureaux ; de salle informatique; de coiffure, d'exposition de produits cosmétiques, de banquet ; un bar cafétéria ; un restaurant, une chambre ordinaire et aussi des patios. Le premier niveau de l'étage est formé de dortoirs et le dernier niveau un espace panoramique. La salle polyvalente regroupe une salle de spectacle, une salle de conférence et un bar dancing. Lors de la rencontre avec le Directeur de la S.E.E.E, il a été présenté le projet de construction de l'hôtel et les objectifs visés à travers le système de la climatisation. Au delà des besoins de confort thermique et esthétique, le système de climatisation vise à assurer des économies d'énergie tout en étant moins onéreux et écologique. Ainsi, a-t-il été demandé un travail de conception du système capable de conjuguer au mieux ces objectifs.

### III. Calcul du bilan thermique

Pour répondre aux objectifs de la climatisation de l'hôtel, il convient de déterminer avec précision la charge de climatisation. Pour ce faire, les bases de calcul ont été définies et un tableur utilisé pour le calcul des charges de climatisation. Il est présenté dans cette partie, les bases de calcul de la charge de climatisation, la méthode de calcul et les résultats obtenus.

#### III.1 Base de calcul des charges de climatisation

Pour le calcul des besoins de climatisation de l'hôtel, il a été considéré les bases de calculs des charges de climatisation ainsi que les conditions des climatisations ci-dessous :

##### Conditions climatiques :

Situation des lieux	Ville de	Ziniaré
	Altitude	294 m
	Latitude	12° nord
Condition extérieur	Température sèche	41° C
	Humidité relative	56%

Tableau 1: Conditions de climatiques de la ville de Ziniaré [11].

**Conditions intérieures :** Tous les locaux sont climatisés aux conditions ci-dessous.

Température	24 °C ± 1°C
Humidité relative	50% ± 5%

Tableau 2: Conditions intérieures de climatisation

##### Caractéristiques des parois des principaux éléments :

Caractéristiques des parois	Coefficient (W/m <sup>2</sup> /°C)
Murs en briques de 15 cm avec des enduits intérieur et extérieur de 2,5 cm chacun	2,2
Vitre équipé de protection externe en toile	0,25
Portes en châssis simple épaisseur 3,8 cm	3
Toiture en dalle ordinaire de 20 cm d'épaisseur	1,69
Toiture lourde avec faux plafond	30

Tableau 3: Conductivité thermique de parois principales [2].

**Apport par occupant en fonction du type d'activité :**

Gains internes occupants		Chaleur sensible	Chaleur latente
Occupant	Type d'activité	(W)	(W)
Travail facile, assis, marche lente	Restaurant	71	90
Assis sans activité, au repos	Salle de spectacle	65	41
Travail facile, marche lente, debout	Cyber café	63	68
Travail facile, marche lente, debout	hall	63	68
Danse	Bar-dancing	80	169
Assis sans activité, au repos	Chambre, Bureau	63	59
Travail facile, marche lente, debout	Salle cosmétique	63	68
Travail facile, assis, marche lente	Salle de réunion, conférence	65	42

Tableau 4: Gains de chaleur interne dus aux occupants [18].

**Chaleur due à l'éclairage:** Les lampes sont des tubes fluorescents de faible perte,  $k = 1,1 \text{ W/W}$ .

**Apport d'air neuf :**

Type de local	Apport d'air neuf
Bureau, chambre, salle de conférence, couloir, patio	18 m <sup>3</sup> /h/pers
Salle de banquet, restaurant, salle cosmétique, bar dancing,	24 m <sup>3</sup> /h/pers

Tableau 5: Apport d'air neuf [21]

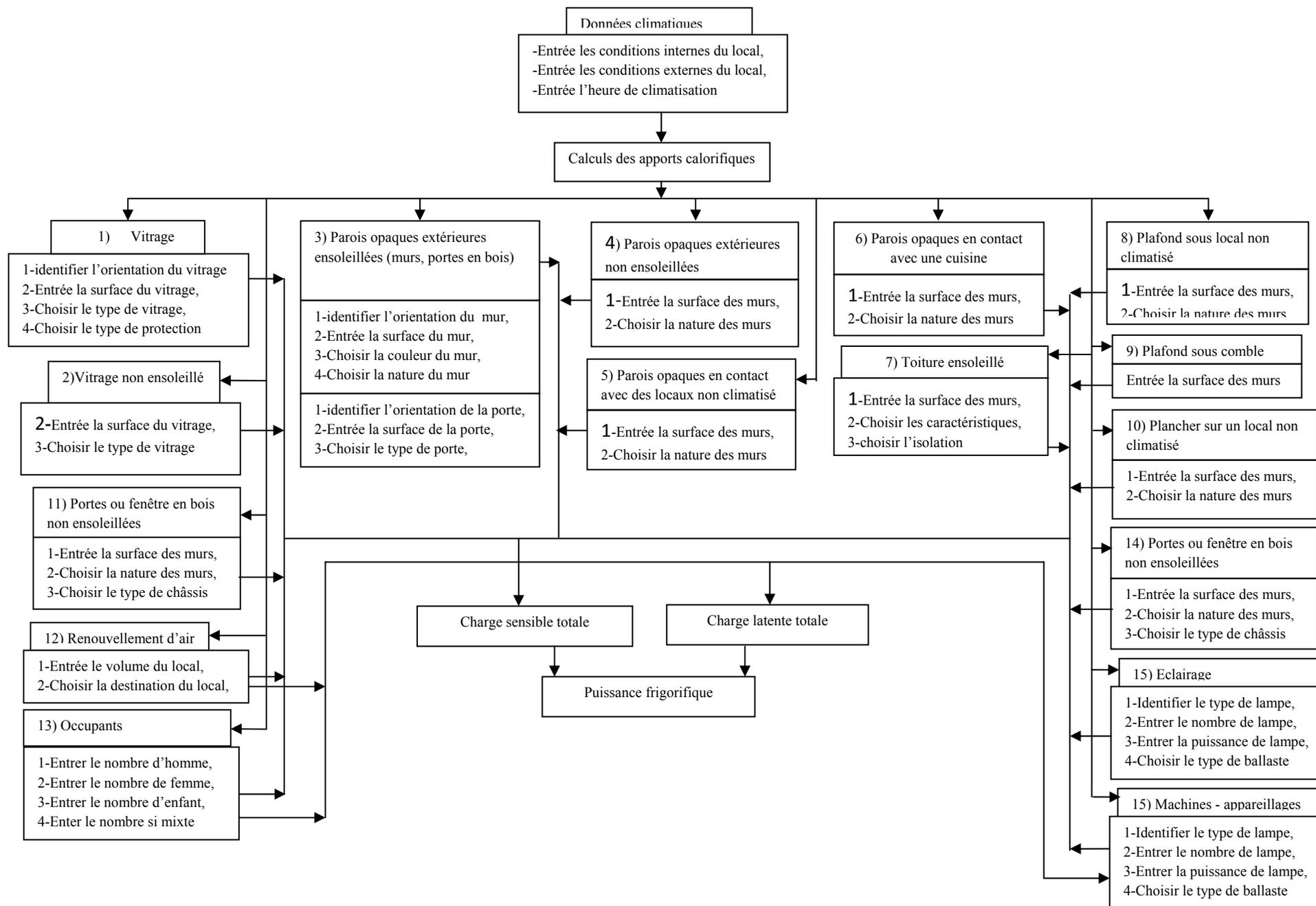
**Renouvellement d'air:** Le renouvellement d'air correspond au volume du local considéré par heure.

**Niveau sonore:** la référence imposable est donnée par le réseau de courbes de **Noice Rating (NR)**. La conception est faite avec l'objectif d'un minimum global de bruit inférieur à 40 dbA dans tous les locaux.

### **III.2. Méthode de calcul de la charge de climatisation**

Pour le calcul des charges de climatisation, il a été considéré le tableur intitulé « programme de calcul d'un bilan thermique de climatisation en climat tropical ». L'utilisation de cette feuille se présente comme l'indique l'organigramme ci-dessous.

**Présentation du tableur « programme de calcul d'un bilan thermique de climatisation en climat tropical »**



### III.3 Bilan des charges thermiques de climatisation

Les résultats des calculs des charges thermiques de climatisation obtenus avec le tableur sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Lot	Local	Nombre de locaux	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Chaleur sensible (W)	Chaleur latente (W)	Charge de climatisation (W)	Ratio de climatisation (W/m <sup>2</sup> )
RDC	Salle des banquets	1	203,4	763	30959	23732	54691	<b>268</b>
	Salle de réunion NO ; NE	2	75,05	276	14913	5575	20488	<b>272</b>
	Bureau 1 ; 2 ; 3 ; 4	4	23,9	91	3604	1422	5026	<b>210</b>
	Salle de coiffure	1	23,9	91	4137	2304	6441	<b>269</b>
	Salle de cosmétique	1	23,9	91	3674	2350	6024	<b>252</b>
	Cyber café	1	23,9	69,31	5338	1922	7260	<b>303</b>
	Chambre RDC	1	19,45	70	2990	1126	4116	<b>211</b>
	Reserve	1	16,28	62	2380	945	3325	<b>204</b>
	Restaurant	1	165	330	21672	16385	38057	<b>230</b>
	couloir-patio	1	55	209	7148	4353	11501	<b>209</b>
	Expo-Hall-réception	1	85,26	254	9015	6900	15915	<b>186</b>
	Café-bar	1	78,5	298,3	8742	7283	16025	<b>204</b>
R+1	Chambre de 17 m <sup>2</sup>	29	17,73	51,42	2695	1129	3824	<b>215</b>
	Chambre de 32 m <sup>2</sup>	4	32,06	93	4510	1895	6405	<b>199</b>
Salle polyvalente	Salle de spectacle	1	453,12	1300	83745	58601	142346	<b>314</b>
	Salle de conférence	1	126,52	562	21013	15214	36227	<b>286</b>
	Bar_dancing	1	180	540	30590	38465	69055	<b>383</b>
<b>Total</b>		<b>52</b>	<b>2342</b>	<b>8900</b>	<b>371840</b>	<b>236739</b>	<b>608579</b>	<b>260</b>

Tableau 6: Bilan des charges thermiques de climatisation

## **IV. Principe de la climatisation et sélection des équipements**

Au regard de la taille des locaux et des besoins de climatisation, quatre principes de climatisation sont plus envisageables : La climatisation par les *split system*, les *monoblocs*, les *systemes au volume de réfrigérant variable* (VRV) ou les *groupes de production eau glacée* (GEG).

### **IV.1 Critères de sélection des équipements**

Le choix des équipements est principalement guidé par les besoins d'économie, de confort, d'esthétique et de protection de l'environnement. Au nombre des critères de références, on peut retenir les critères suivants :

- Le COP de l'appareil doit être au moins égal à 3
- Les fluides frigorigènes polluants sont proscrits. De préférence, les fluides R410 ou R134a sont recommandés,
- Les unités intérieures sont des types gainables ou des cassettes,
- Les grilles de soufflage doivent avoir une bonne capacité de diffusion thermique,
- Les unités intérieures doivent respecter les normes,
- La perturbation sonore,
- Faible vibration,
- L'encombrement,
- L'esthétique,
- La présence d'une option mode nuit.

Au regard des critères imposés pour les équipements de la climatisation, les climatiseurs de marque Daikin sont aussi bien indiqués pour une garantie de satisfaction. Daikin est un constructeur de climatiseur japonais, leader dans le monde de la climatisation. Pour les raisons de confort, d'économie et même de disponibilité, certaines unités terminales (les diffuseurs, les CTA) seront du constructeur CIAT, constructeur français confirmé d'équipement de climatisation

### **IV.2 Les split system**

#### ***IV.2.1 Principe***

Les *split system* sont des unités de climatisation composées de trois parties : une unité intérieure, une unité extérieure et un circuit frigorifique de liaison des unités intérieure et extérieure. L'unité intérieure transfère les frigories du fluide frigorigène dans la salle climatisée en échange des calories. Ces calories sont rejetées dans l'atmosphère à travers le condenseur. La technologie des split system a connu d'énormes évolutions. A ce jour, il existe des *split system* dit « inverter », inventés pour répondre aux besoins d'économie d'énergie dans les installations de climatisation. Abandonnant

la technique de régulation *tout ou rien*, ces systèmes s'adaptent progressivement à la charge grâce à des étages de puissances.

Le dimensionnement des équipements utilise la charge de climatisation et le catalogue du constructeur des *split système* considérés. L'évaporateur est choisi pour supporter à son maximum de puissance, la charge de climatisation. L'unité extérieure et les conduits sont associés à l'évaporateur. Sur la base de ce principe de sélection, les unités intérieures ont été choisies pour ce projet et présentées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs de puissances notées sont les puissances intermédiaires des étages de puissances.

#### IV.2.2 Sélection des équipements

##### Choix des unités extérieures et intérieures

Lot	Local	Extérieur	Intérieur	Nombre d'appareils par local	Ratio de climatisation (W/m <sup>2</sup> )
RDC	Salle des banquets	RXS50G	FDXS50C7	10	<b>245</b>
	2 Salle de réunion	RXS60F	FDXS60C7	3	<b>239</b>
	4 Bureaux	RXS50G	FDXS50C7	1	<b>209</b>
	Salle de coiffure	RXS60F	FDXS60C7	1	<b>251</b>
	Salle de cosmétique	RXS50G	FDXS50C7	1	<b>209</b>
	Cyber café	RXS50G	FDXS50C7	2	<b>418</b>
	Chambre RDC	RXS35G	FDXS35E7	1	<b>174</b>
	Reserve	RXS35G	FDXS35E7	1	<b>208</b>
	Restaurant	RXS35G	FDXS35E7	7	<b>216</b>
	couloir-patio	RXS35G	FDXS35E7	3	<b>185</b>
	Expo-Hall-réception	RXS35G	FDXS35E7	5	<b>199</b>
	Café-bar	RXS35G	FDXS35E7	4	<b>173</b>
R+1	29 Chambres de 17 m <sup>2</sup>	RXS35G	FDXS35E7	1	<b>191</b>
	4 Chambres de 32 m <sup>2</sup>	RXS60F	FDXS60C7	1	<b>187</b>
Salle polyvalente	Salle de spectacle	RX71GV	FTX71GV	14	<b>267</b>
		RXS60F	FDXS60C7	6	
	salle de conférence	RXS60F	FDXS60C7	6	<b>237</b>
	Bar dancing	RXS50G	FDXS50C7	13	<b>351</b>
<b>Total</b>		<b>119</b>			<b>238</b>

Tableau 7: Choix des unités intérieure et extérieure des split system

##### Choix des grilles de soufflage des unités gainables

Référence	Accessoire	Nombre
QXO-KLIN (60 cm)	PLK-R (60 cm)	50
LMT-MINI (60 *25 cm)	SP (60 *25 cm)	
QXO-KLIN (62,5 cm)	PLK-R (62,5 cm)	36
LMT-MINI (60*25 cm)	SP (60 *25 cm)	
QXO-KLIN (67,5 cm)	PLK-R (67,5 cm)	20
LMT-MINI (60 *25 cm)	SP (60 *25 cm)	

Tableau 8: Choix des unités terminales des gaines des soufflages des split system gainables

### IV.3 Les monobloc ou roof-top

#### IV.3.1 Principe

Les monoblocs sont des systèmes à détente directe. Ils sont conçus en un seul bloc par mise en liaison du condenseur et de l'évaporateur dans un caisson. L'air de refroidissement est ainsi produit dans le caisson et pulsé en direction de l'enceinte à climatiser par le biais d'un réseau de gaines. Les monoblocs sont le plus souvent utilisés pour la climatisation des grandes salles. Il peut alors être envisagé de climatiser les grandes salles de l'hôtel par des monoblocs.

#### IV.3.2 Sélection des équipements

Connaissant la charge de climatisation du local, la puissance du monobloc est choisie dans le catalogue du constructeur. Sur la base de ce choix, le débit d'air de soufflage du monobloc est lu et utilisé pour le calcul de débit dans les conduits principaux. Le nombre de bouches de soufflage et leurs débits sont fixés pour répondre aux besoins de refroidissement tout en respectant les limites de bruit admissible. Le réseau aéraulique est alors représenté sur un schéma unifilaire pour la détermination des dimensions des équipements de conduits. L'abaque donné par l'annexe 1 permet de lire la section de conduite supposé circulaire. L'annexe 2 donne de déduire les dimensions des sections rectangulaires à partir des sections circulaires.

#### Choix des unités extérieures

Lot	Local	Model	Nombre	Ratio de climatisation W/m <sup>2</sup>
RDC	Salle des banquets	UATYQ550BY1	1	<b>273</b>
	Restaurant	UATYQ350BY1	1	<b>215</b>
	Expo-Hall-réception	UATYQ350BY1	1	<b>217</b>
	Café-bar			
Salle polyvalente	Salle de spectacle	UATYQ600BY1	2	<b>290</b>
	Salle de conférence	UATYQ350BY1	1	<b>280</b>
	Bar dancing	UATYQ600BY1	1	<b>371</b>
<b>Total</b>			<b>7</b>	<b>279</b>

Tableau 9: Choix des unités extérieures des monoblocs

## Choix des grilles de soufflages, de fixation, des damper et clapet de réglage de débit

Référence	Accessoire	Nombre
DXT-A (60*60)	Grille CM	2
AXO-S (31*31)	BOXSTAR/S/	9
DMT-FY (35*35)	Grille CM	9
SKM-R/AM (30*30)		9
DXT-A (40*30)	Type CX	3
DAT-A(40*30)	Type CX	3
AMT-ACO (30*30)	BOXSTAR/S/	8
AMT-ACO (25*25)	BOXSTAR/S/	8
AMT-ACO (25*25)	BOXSTAR/S/	16
AXQ-S (50*40)		18
SKC-R/AM (30*30)		8
SKC-R/AM (25*25)		16
DXT-A (80*60)	Type CM	1
DXT-A (60*60)	Type CM	1
AMT-ACO (40*40)	BOXSTAR/S/	15
AXQ-S (60*50)		8
SKC-R/AM (40*40)		35
DXT-A (90*90)	Type CM	2
DXT-A (100*80)		2
EMT-FY (40*40)	Type CM	20
AX6 -M10 (diamètre 35)	Type PLX6	4
AXQ-S (50*50)		16
SKC-C/AM (diamètre 33)		4

Tableau 10: Choix des unités terminales des gaines des monoblocs

### IV.4 Les VRV

#### IV.4.1 Principe

Les systèmes de climatisation à volume de réfrigérant variable sont des systèmes à détente directe. Les VRV sont composés d'une unité extérieure connectée à un (ou plusieurs) évaporateur(s) par des conduits frigorifiques. Ils fonctionnent suivant le même principe que les *split system*. Conçu pour les besoins d'économie d'énergie, les VRV sont équipés de régulateurs électroniques de haute Game. Ils suivent et adaptent automatiquement la production du froid aux différentes variations des charges des locaux.

Le dimensionnement du système VRV utilise le catalogue du constructeur pour choisir les unités intérieures VRV. Chaque unité intérieure est représentée par son indice. La somme totale des indices donne la taille de l'unité extérieure. Dans le cas des conduits, le réseau est conçu et représenté par un schéma unifilaire. Sur ce réseau, les unités terminales sont représentées par leurs indices et les conduits par la somme des indices des unités terminales qu'ils alimentent. Chaque indice représente une section de conduits ou un refnet de raccordement. L'annexe 3 donne les conditions applicables pour le choix des tuyauteries et des unités extérieures VRV.

#### IV.4.2 Sélection des équipements

##### Choix des unités intérieures

Lot	Local	Model	Nombre par local	Ratio de climatisation (W/m <sup>2</sup> )
RDC	Salle des banquets	FXMQ32P7	1	<b>237</b>
		FXFQ40P9	9	
	2 Salles de réunion	FXFQ40P9	4	<b>239</b>
	4 Bureaux	FXFQ40P9	1	<b>223</b>
	Salle de coiffure	FXDQ50NB	1	<b>234</b>
	Salle de cosmétique	FXDQ50NB	1	<b>234</b>
	Cyber café	FXFQ40P9	2	<b>376</b>
	Chambre RDC	FXFQ40P9	1	<b>231</b>
	Reserve	FXFQ32P9	1	<b>221</b>
	Restaurant	FXFQ32P9	6	<b>232</b>
	Couloir-patio	FXFQ32P9	3	<b>196</b>
	Expo-Hall-réception	FXFQ32P9	5	<b>211</b>
	Café-bar	FXFQ32P10	3	<b>214</b>
R+1	29 Chambres de 17 m <sup>2</sup>	FXFQ32P9	1	<b>210</b>
	4 Chambres de 32 m <sup>2</sup>	FXFQ63P9	1	<b>221</b>
Salle polyvalente	Salle de spectacle	FXDQ50P7	12	<b>284</b>
		FXFQ125P9	4	
	Salle de conférence	FXFQ50P9	6	<b>237</b>
	Bar dancing	FXFQ50P9	12	<b>373</b>
<b>Total</b>			<b>112</b>	<b>249</b>

Tableau 11: Choix des unités intérieures du GEG

##### Choix des unités extérieures

Au regard des conditions aux limites limitant la taille des systèmes de climatisation en VRV, le réseau de climatisation en VRV dans cette étude a été répartie en 6 réseaux de VRV comme suit :

- les réseaux de VRV A et B pour la climatisation des ailes Est et Ouest du RDC,
- les réseaux de VRV C et D pour la climatisation des ailes Est et Ouest du R+1,
- les réseaux de VRV E et F pour la climatisation des salles de conférence et bar-dancing puis de la salle de spectacle.

Le choix des unités extérieures a donné les résultats du tableau ci-dessous

Localisation	Unités extérieures	Type de combinaison
RDC, VRVA	RXYQ28PA	RXYQ10+ RXYQ18
RDC, VRVB	RXYQ28PA	RXYQ10+ RXYQ18
R+1, VRVC	RXYQ20P	RXYQ8+ RXYQ12
R+1, VRVD	RXYQ20P	RXYQ8+ RXYQ12
Salle polyvalente VRVE	RXYQ32PA	RXYQ14 + RXYQ18
Salle de conférence, bar climatisé VRVF	RXYQ28PA	RXYQ10 + RXYQ18

Tableau 12: Choix des unités extérieures des GEG

### ***Choix des grilles de soufflage des unités gainables***

Référence	Accessoire	Nombre
QXO-KLIN (60*25 cm)	PLK-R (60*25 cm)	22
LMT-MINI (60*25 cm)	SP (60 *25 cm)	

Tableau 13: Choix des unités terminales des gaines des unités gainables VRV

## **IV.5 Les groupes de production eau glacée**

### ***IV.5.1 Principe des groupes de production eau glacée***

Les groupes de production eau glacée sont constitués d'un groupe de production du froid, d'un réseau hydraulique et de ventilo convecteur. L'énergie de climatisation produite par le groupe froid est transférée au local à climatiser via les conduits hydrauliques et les ventilos convecteurs. Des technologies de groupe froid existants, les groupes froids du type air/eau au régime de fonctionnement 7°/12°C semblent s'adapter le mieux au projet de la climatisation de l'hôtel au regard de la charge de climatisation et de la disponibilité d'eau dans la ville de Ziniaré. Un tel système est ici considéré dans une boucle d'eau glacée équipée de ballon tampon. Aussi, pour améliorer la qualité du confort hygiénique dans les locaux climatisés, des CTA (centrale de traitement d'air) avec un taux de renouvellement d'air sont considérées pour les salles communes et des CTA 100% air neuf pour les ventilos convecteurs.

Pour dimensionner les GEG, il est considéré la charge globale de climatisation pour le choix du groupe à installer dans le catalogue général Daikin. Le débit de l'eau glacée à la sortie du groupe est une caractéristique du groupe. Les débits des locaux sont déterminés proportionnellement par rapport au débit principal et la charge du local. Pour des raisons de vibration des tuyauteries d'eau glacée, la vitesse de l'eau à la sortie du groupe est prise inférieure ou égale à 2 m/s. A partir du débit et de la vitesse de l'eau lus sur l'abaque donné en annexe 4, la section des conduits en acier noir a été déterminée dans l'hypothèse d'une perte de charge constante. Le choix des pompes tient compte du débit global de l'eau et de la perte de charge globale sur le réseau le plus défavorisé des boucles considérées. Quant au volume du ballon tampon, il est défini égal au moins à 10% du débit d'eau dans la section principale du réseau secondaire.

#### IV.5.2 Sélection des équipements

Lot	Local	Model	Nombre par local	Ratio de climatisation W/m <sup>2</sup>
RDC	Salle des banquets	CTA banquet	1	<b>260</b>
	2 Salle de réunion	FWB10AT	1	<b>276</b>
	4 Bureaux	FWB07JT	1	<b>222</b>
	Salle de coiffure	FWB07AT	1	<b>270</b>
	Salle de cosmétique	FWB07AT	1	<b>270</b>
	Cyber café	FWB07JT	1	<b>355</b>
	Chambre RDC	FWB06JT	1	247
	Reserve	FWB05JT	1	<b>205</b>
	Restaurant	CTA resto	1	<b>241</b>
	Couloir-patio	FWB10AT	1	<b>188</b>
	Expo-Hall-réception	CTA hall bar	1	<b>206</b>
	Café-bar			
R+1	29 Chambres de 17 m <sup>2</sup>	FWC02AT	1	<b>214</b>
	4 Chambres de 32 m <sup>2</sup>	FWC07AT	1	<b>206</b>
Salle polyvalente	Salle de spectacle	CTA spectacle	1	<b>314</b>
	Salle de conférence	CTA conférence	1	<b>286</b>
	Bar dancing	CTA bar dancing	1	<b>383</b>
Apport d'air neuf	Vestiaire aile est RDC	CTA air neuf est	1	
	Vestiaire aile est RDC	CTA air neuf ouest	1	
<b>Total</b>			<b>54</b>	<b>259</b>

Tableau 14: Choix des unités intérieures des GEG

#### Choix des CTA

CTA	Débit d'air neuf (m <sup>3</sup> /h)	Débit (m <sup>3</sup> /h) de soufflage	Débit d'eau glacée (m <sup>3</sup> /h)	Taille	Régime d'eau
CTA banquet	3960	25,3	8,96	16	Température d'entrée d'eau glacée 7 °C ; température de sortie de l'eau 12°C; écart de température ΔT = 5 °C.
CTA resto	968	19,2	6,45	15	
CTA hall bar	1418	13,2	5,8	14	
CTA conférence	1800	13,2	6,13	14	
CTA spectacle	18000	58	24,11	21	
CTA bar dancing	4400	31,5	11,7	17	
CTA aile est	2847	4,8	2,6	8	
CTA aile ouest	2190	1,98	2	3	

Tableau 15: Choix des CTA

#### Choix des unités extérieures

Model	Puissance nominale (kW)	Plage de puissances de fonctionnement	COP	Type de réfrigérant	Débit d'eau L/mn	Nombre de compresseurs
EWAD 320AJYNN/A	301,5	12,5 à 100% en continu	4,01	R-134A	495/864/1565	2

Tableau 16: Choix du groupe froid

### **Choix des pompes**

Les pompes choisies sont du constructeur Salmon. Leurs caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques	Pompe primaire (seul)	Pompes secondaire (attelées)	
	Pompe P1	Pompe P2	Pompe P3
Model	JRE 208-13/3,2-2G DN 80	JRE 208-13/3,2-2G DN 80	
Débit nominal	6	42	67
HMT (m)	6	7	8
Puissance électrique (kW)	1,8	1,8	2,8
Nombre	3	1	1

Tableau 17: Choix des pompes

### **Unités terminales des gaines en staff isolé (diffuseurs, régulateur de débit, grille de fixation)**

Référence	Accessoire	Nombre
DXT-A (60*60)	Type CX	2
DXT-A (30*30)		2
DXT-A (40*40)	Type CX	2
DXT-A (60*60)	Type CX	1
DXT-A (80*80)		3
DXT-A (200*100)	Type CX	2
AXO-S (40*40)	BOXSTAR/S/	16
DXT-FY (30*30)	Type CX	3
SKM-R/AM (30*30)		4
SKM-R/AM (40*40)		19
SKM-R/AM (50*50)		1
AXQ-S (40*40)		8
AMT-ACO (30*30)	BOXSTAR/S/	20
SQR-EH (30*30)		14
AMT-ACO (60*40)	BOXSTAR/S/	24
EMT-FY (60*50)	Type CM	18
AX6 -M10 (diamètre 35)	Type PLX6	4

Tableau 18: Choix des unités terminales des gaines des CTA

### **Choix des capteurs de température et de pression**

Equipement	Caractéristique	Quantité
Thermomètre	Thermomètre droit 0-60° pl 63 l = 150	30
Pressostat	Manomètre sec corps acier noir cadran D = 100mm	15
Sonde de température externe		10

Tableau 19: Choix des capteurs de pression et de température

### **Choix des servomoteurs et des électrovannes de régulation**

Régulateur électronique	Nombre
Servo moteur	8
Electrovanne	47

## V. Calcul des coûts d'investissement

Pour effectuer le calcul des coûts d'investissement, le marché local a été privilégié. Les équipements non commercialisés au marché local sont retenus pour une commande à l'étrangère avec le surcoût dû aux taxes, au transport, à l'assurance, à la douane, ... que cela engendre. La charge d'exploitation est composée des estimations, de la maintenance et des frais d'électricité tous supposés constants au coût annuel et durant la période d'analyse. Cette période est de 20 ans. Les coûts calculés sont actualisés à la date de l'investissement sur la base d'un taux d'actualisation de 10%. Le tableau ci-dessous donne les résultats obtenus.

<b>I/ INVESTISSEMENT</b>				
<b>Composants du système</b>	<b>Coût en FCFA</b>			
	<b>Split system</b>	<b>Monobloc</b>	<b>VRV</b>	<b>GEG</b>
Unités extérieures	23 227 517	13 794 368	113814950	80155065
Unités intérieures	61 317 007	671586967	34387257	185754009
Conduits de fluide de climatisation	2 922 500	12173910	15366205	132518711
Protections, coffrets et tableau et câbles électriques	3 727 000	965000	2469600	11493600
Support de fixation	1 133 000	30000	1089600	1665600
Local technique (pompe, Ballon, eau glycol,)	0	0	0	6881905
Câbles de communication	150 000	13000	162000	72000
<b>Investissement brut (HTVA)</b>	<b>92 477 024</b>	<b>94 134 975</b>	<b>167 289 613</b>	<b>411 658 986</b>
Etude	9 247 702	11 296 197	25 093 442	61 748 848
Réalisation	27 743 107	28 240 492	50 186 884	123 497 696
<b>Investissement net (HTVA)</b>	<b>129 467 834</b>	<b>133 671 664</b>	<b>242 569 939</b>	<b>596 905 530</b>
<b>TVA</b>	23 304 210	24 060 899	43 662 589	107 442 995
<b>Investissement net (TTC)</b>	<b>152 772 044</b>	<b>157 732 564</b>	<b>286 232 528</b>	<b>704 348 526</b>
<b>II/ ENTRETIEN ET MAINTENANCE</b>				
Coût de la maintenance	2856000	56000	1344000	672000
Coût d'entretien (Forfait)	1785000	200000	100000	200000
<b>Coût global annuel</b>	<b>4641000</b>	<b>256000</b>	<b>1444000</b>	<b>872000</b>
<b>Coût global sur 20 ans</b>	<b>83 749 411</b>	<b>4 619 661</b>	<b>26 057 778</b>	<b>15 735 722</b>
<b>III/ FACTURE D'ELECTRICITE</b>				
Coût du kWh électricité (FCFA)	130			
Coût journalier	365001	156916,5	256319	213505
Coût global annuel	133225365	57274522,5	93556690	77929507
<b>Coût actualisé sur 20 ans</b>	<b>2404125381</b>	<b>1033550429</b>	<b>1688282214</b>	<b>1406281055</b>
<b>III/ RESULTATS ECONOMIQUES</b>				
<b>Coût global actualisé sur 20 ans</b>	<b>2 640 646 836</b>	<b>1 195 902 655</b>	<b>2 000 572 520</b>	<b>2 126 365 303</b>

Tableau 20: Calcul des coûts d'investissements et d'exploitation

## VI. Etude comparée des systèmes de climatisation

Au regard du caractère énergivore des systèmes de climatisation et de ses effets néfastes sur l'environnement, il est ici opéré une étude comparative des systèmes de climatisation considérés dans le but de dégager des données objectives à un meilleur choix du système de climatisation de l'hôtel de Ziniaré.

### VI.1 Etude comparée des technologies de climatisation

Les systèmes considérés présentent l'un comme l'autre des avantages et des inconvénients. Parmi les avantages et les inconvénients, on peut retenir ceux donnés dans le tableau ci- dessous :

	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<b>Split system</b>	Peu coûteux à l'achat, Installation localisée, problème localisé, Installation facile et rapide Espace utilisé non utile, Système autorégulant,	Entretien coûteux, Source de perte de réfrigérant, Durée de vie faible, Nombre très élevé pour de grande installation Difficulté de centralisation de la commande
<b>Monobloc roof top</b>	Coût moins élevé, Espace utilisé non utile, Faible coût de maintenance,	Plus de bruit du à sa structure compact, Système généralement unizone, Duré de vie faible, Commande centralisé, Fonctionnement peut modulable,
<b>VRV</b>	Haute technologies de régulation, Facilité d'installation, Flexibilité de modification Fonctionnement silencieux et économie 'énergie, Commande individuelle ou centralisée, COP élevé	Forte présence de circuit électronique, Nécessite la présence d'un technicien spécialisé Forte sensibilité aux variations des tensions, fréquence et au délestage du courant électrique. Difficulté de réalisation du circuit frigorifique, Forte utilisation de fluide frigorigène et risque de fuite
<b>GEG</b>	Facilités d'installation, Technique d'installation et de maintenance confirmée, Niveau de maintenance et d'intervention réduit, Pas de perte de fluide frigorigène dans le circuit de distribution, Possibilité de stockage du froid, COP élevé,	Utilisation importante d'eau, Perte d'énergie à très faible charge Nécessite la présence d'un technicien Temps de réalisation

Tableau 21: Quelques avantages et inconvénients des systèmes de climatisation considérés

Au regard des données de ce tableau, la meilleure solution de climatisation serait dans l'ordre : le système *GEG*, *VRV*, *monobloc* et le *split system*.

La forte sensibilité des *VRV* aux fluctuations des paramètres du réseau électrique pourrait entrainer des coupures intempestives de production voire arrêt - grippage du système. Sinon que pour réaliser

des modifications des commandes électroniques en coordination avec les relais du groupe de secours de l'installation, les VRV sont à décommander dans le présent projet.

Le système GEG pourrait être la meilleure option de climatisation de l'hôtel. La charge courante et permanente peut être estimée à 30 % de la charge totale de l'hôtel, soit environ 31% de la charge du groupe froid. La puissance minimale de fonctionnement du groupe est de 12,5% de sa puissance nominale. Dans ce projet, l'utilisation des groupes de production eau glacée ne court aucun risque de fonctionnement du groupe en état de sous puissance de climatisation.

## VI.2 Etude comparée des systèmes sur la base de la conception et des choix d'équipements

### *Du point de vue conception des systèmes de l'hôtel :*

Du point de vue de la conception du réseau de climatisation et du fonctionnement des systèmes, le système GEG présente plus d'avantages. Avec la présence d'une réserve d'inertie, ce système se révèle plus flexible et plus économique dans son fonctionnement. Après un temps d'arrêt, le démarrage du groupe froid est vite suivi d'une régulation remarquable du fait de la faible longueur du circuit primaire. Dans le cas des VRV, *monobloc* et *split system*, la régulation intervient après le refroidissement du local à la température de consigne. Aussi, en cas de délestage, le système à eau glacé conçu est capable de fonctionner durant au moins 10 mn sous une pleine charge de l'hôtel.

### *Du point de vue des dimensionnements effectués :*

Les performances des systèmes dimensionnés se résument entre autres comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

<b>Performance</b>	<b>Split system</b>	<b>Monobloc</b>	<b>VRV</b>	<b>GEG</b>
Puissance frigorifique	560	361	584	603
Consommation électrique	186,18	80,47	131,45	109,49
COP	<b>3,01</b>	<b>4,49</b>	<b>4,44</b>	<b>5,51</b>
Ratio (W froid/m <sup>2</sup> )	<b>238</b>	<b>279</b>	<b>249</b>	<b>259</b>
Ratio (kW élec/m <sup>2</sup> )	0,08	0,03	0,06	0,05
Consommation électrique par kW froid (kW élec/kW froid)	<b>0,33</b>	<b>0,22</b>	<b>0,23</b>	<b>0,18</b>

Tableau 22: Performances des systèmes de climatisation considérés

Le système GEG présente le meilleur COP avec une puissance installée aussi voisine que la charge de climatisation. Avec sa faible consommation électrique, ce système serait le meilleur choix de climatisation. Le choix des monoblocs a induit une surpuissance de climatisation du fait des gammes de puissance limitées entraînant ainsi de fortes majorations des puissances installées.

## VI.2 Etude comparée des coûts d'investissement

Les puissances frigorifiques installées sont différentes les unes des autres. Cette différence est liée aux choix des équipements par les différences des technologies et les gammes d'équipements disponibles. Pour pallier à cette différence tout en garantissant une analyse comparée plus logique, il a été calculé les coûts d'investissement par kW froid installé. Le tableau ci-dessous présente les résultats de ces ratios calculés.

I/ INVESTISSEMENT	Coût en FCFA/kW froid			
Composants du système	Split system	Monobloc	VRV	GEG
Unités extérieures	38814	37104	184734	120701
Unités intérieures	102463	180644	55814	279718
Conduits de fluide de climatisation	4883	32745	24941	199553
Protections, coffrets et tableau et câbles électriques	6228	2595	4008	17307
Support de fixation	1893	80	1768	2508
Local technique (pompe, Ballon, eau glycol,...)	0	0	0	10363
Câbles de communication	250	34	262	108
<b>Investissement brut (HTVA)</b>	<b>154534</b>	<b>253206</b>	<b>271529</b>	<b>619898</b>
Etude	15453	30384	40729	92984
Réalisation	46360	75961	81458	185969
<b>Investissement net (HTVA)</b>	<b>216347</b>	<b>359552</b>	<b>393718</b>	<b>898852</b>
<b>TVA</b>	<b>38942</b>	<b>64719</b>	<b>70869</b>	<b>161793</b>
<b>Investissement net (TTC)</b>	<b>255290</b>	<b>424272</b>	<b>464587</b>	<b>1060646</b>
II/ ENTRETIEN ET MAINTENANCE				
Coût de la maintenance	4772	150	2181	1011
Coût d'entretien (Forfait)	2982	537	162	301
<b>Coût global annuel</b>	<b>7755</b>	<b>688</b>	<b>2343</b>	<b>1313</b>
<b>Coût global sur 20 ans</b>	<b>139949</b>	<b>12426</b>	<b>42294</b>	<b>23695</b>
III/ FACTURE D'ELECTRICITE				
Coût mensuel	609	422	416	321
Coût annuel	222626	154058	151853	117350
<b>Coût actualisé sur 20 ans</b>	<b>4017421</b>	<b>2780065</b>	<b>2740273</b>	<b>2117653</b>
III/ RESULTATS ECONOMIQUES				
Coût global actualisé	<b>4 755 428</b>	<b>3 216 763</b>	<b>3 499 388</b>	<b>3 450 720</b>

Tableau 23 : Ratios des coûts d'investissement et d'exploitation

Au regard de ces résultats, il ressort que le système de climatisation le plus économique serait la climatisation par les *monoblocs* avec un investissement de **3 216 763 FCFA** le kW froid produit. Ce système est suivi par les *GEG*. Le système de climatisation le plus cher serait la climatisation par les *split system*. Confronté à l'étude technologique des systèmes, il serait plus judicieux de choisir les groupes de production eau glacée pour la climatisation du présent projet.

## VI.3 Etude comparée des impacts environnementaux

Les niveaux d'impact environnemental des systèmes de climatisation sont l'émission du dioxyde de carbone due à la consommation de l'énergie électrique, les fuites d'eau et de fluide frigorigène, les écoulements de condensat incontrôlés et la nuisance sonore due au groupe de

production du froid. Le tableau ci-dessous présente un état de pollution de ces différents niveaux indiqués. Pour la partie émission du dioxyde de carbone, il est supposé que l'hôtel fonctionne à 75% de sa charge de climatisation par jour avec un taux d'émission de dioxyde de carbone de **0,85 teqCO2/kWh** correspondant au taux d'émission de la SONABEL.

<b>Système de climatisation</b>	<b>Split système</b>	<b>Monobloc</b>	<b>VRV</b>	<b>GEG</b>
Emission de CO2 par an en teqCO2/kWh froid	1556	1037	1048	845
Emission de CO2 sur 20 ans en teqCO2	871255	374490	611740	509540
Pollution due au fluide frigorigène	Risque de fuite et fuite en cas de défaut de pression	Néant	Risque de fuite et fuite en cas de défaut de pression	Risque de fuite d'eau et fuite d'eau en cas d'intervention
Pollution due à l'écoulement d'eau	Écoulement d'eau, trou thermique coté condenseur	Néant	Écoulement d'eau	Néant
Pollution Sonore	Bruit des condenseurs	Bruyant si installé au sol	Très faible bruit	Néant

Tableau 24: Résumé des impacts environnementaux par système étudié

Le *GEG* consomme moins d'énergie que tous les autres systèmes. Sinon que dans un cas de fuite d'eau, l'impact environnement de ces systèmes se résume à leur pollution due à leur consommation électrique. Ils sont supplantés par les monoblocs puis les *VRV* qui passent aussi moins impactant sur l'environnement que les *split system*.

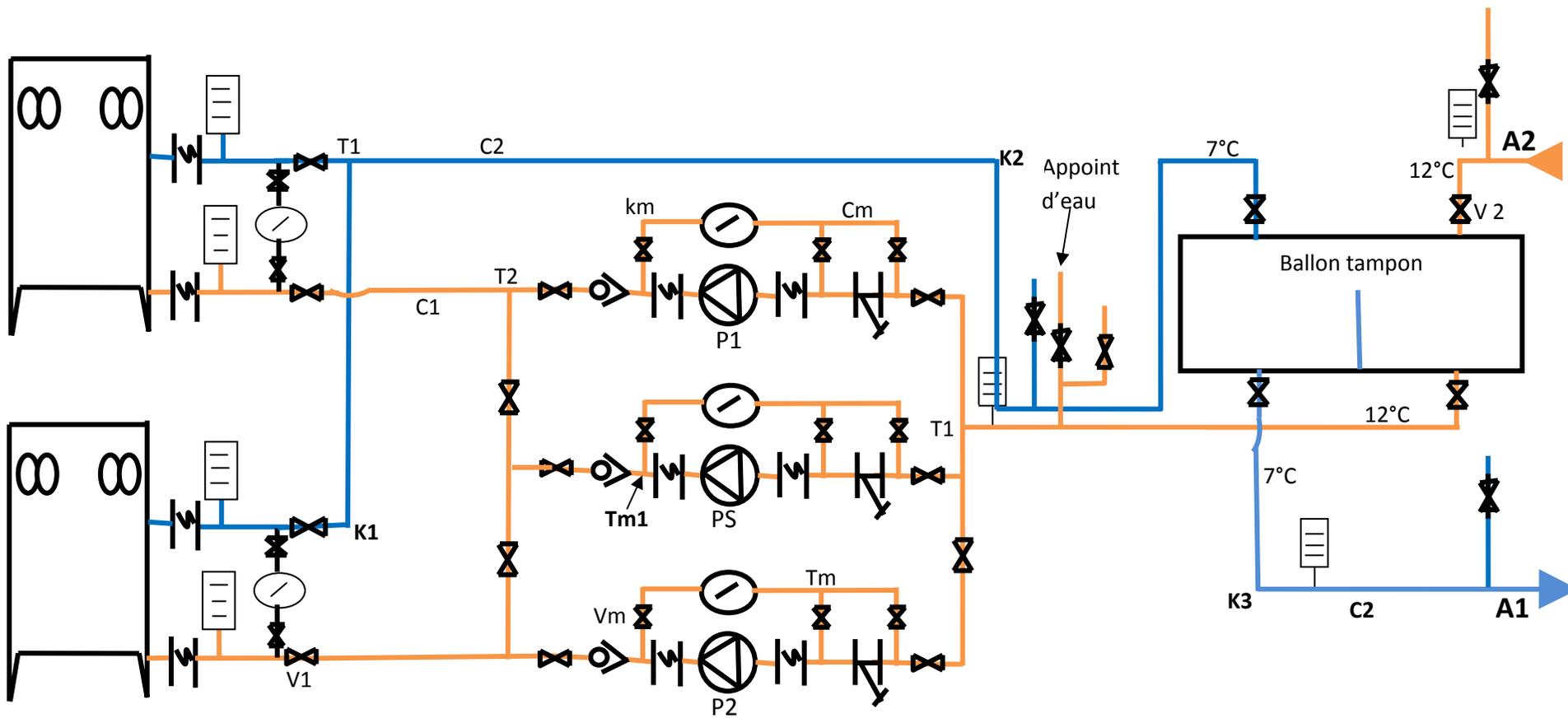
L'étude comparée des systèmes de climatisation donne de choisir le *système GEG* pour la climatisation de l'hôtel. Il apparaît comme le système le plus fiable, le plus écologique et le plus économique vue sur une durée de 20 ans. Cette durée paraît même la moyenne de celle du *système GEG*.

## **VII. Solution proposée pour la climatisation de l'hôtel du Parc de Ziniaré**

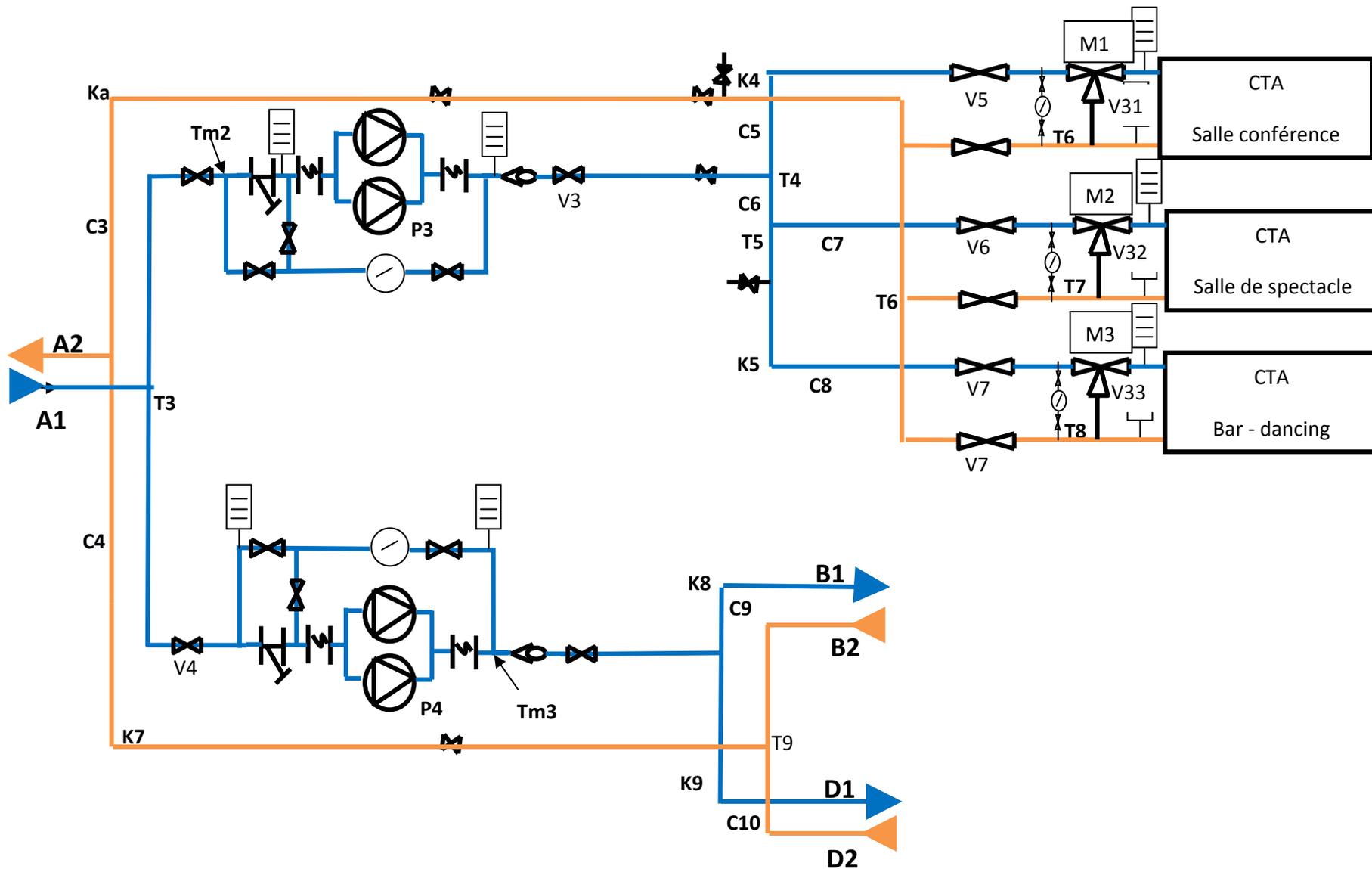
Au regard de ces analyses faites, il ressort que classé par ordre, le groupe de production à eau glacée est la meilleure solution technologique de climatisation de l'hôtel. Avec ses meilleurs coûts d'investissements et ses faibles impacts environnementaux, il passe devant le VRV et les *split system*. Les monoblocs auraient été aussi meilleurs s'ils étaient applicables aux locaux individuels.

### **VII.1 Solution fiable, économique et éco énergétique : groupe de production eau glacée**

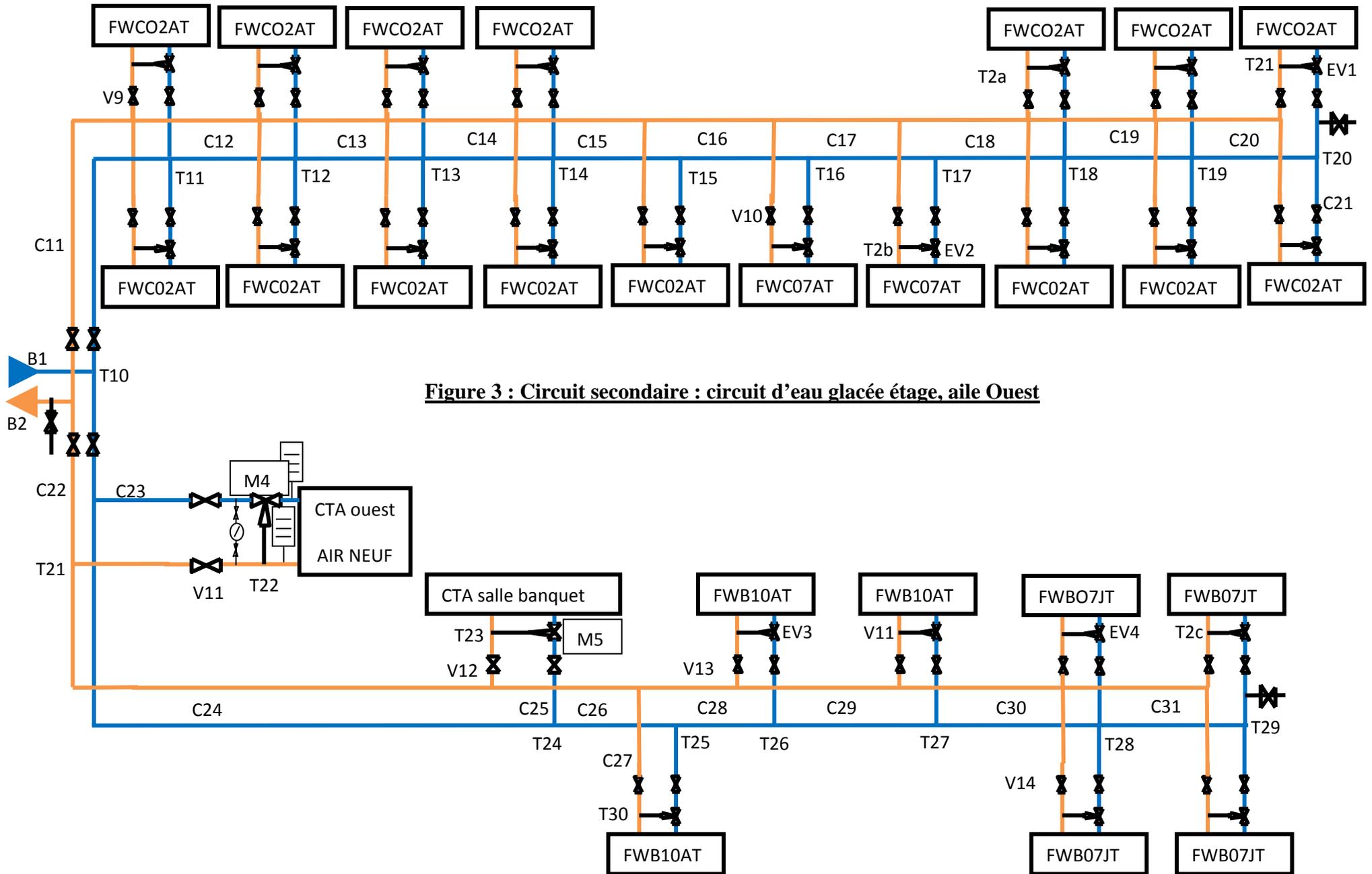
Le système de climatisation retenu pour la climatisation de l'hôtel du parc de Ziniaré est le système de climatisation par les groupes d'eau glacée. Ce système dans la conception présente un réseau de climatisation en boucle fermée, divisée en deux embranchements dans son circuit secondaire. Un embranchement alimente les CTA pour la climatisation de la salle polyvalente et l'autre l'étage. Le circuit primaire utilise trois pompes simples mises en parallèle pour l'alimentation du ballon tampon. Le réseau secondaire est divisé en deux parties. Chacune d'elle est alimentée par une pompe attelée. Les circuits ci-dessous donnent des détails sur l'agencement des équipements du groupe aux unités extérieures. Dans ces circuits, les codes en C et S représentent des conduits, K des coudes, T des tés, M des cervos moteurs, EV des électrovannes, V des vannes et P les pompes. Le réseau se présente alors comme suit :



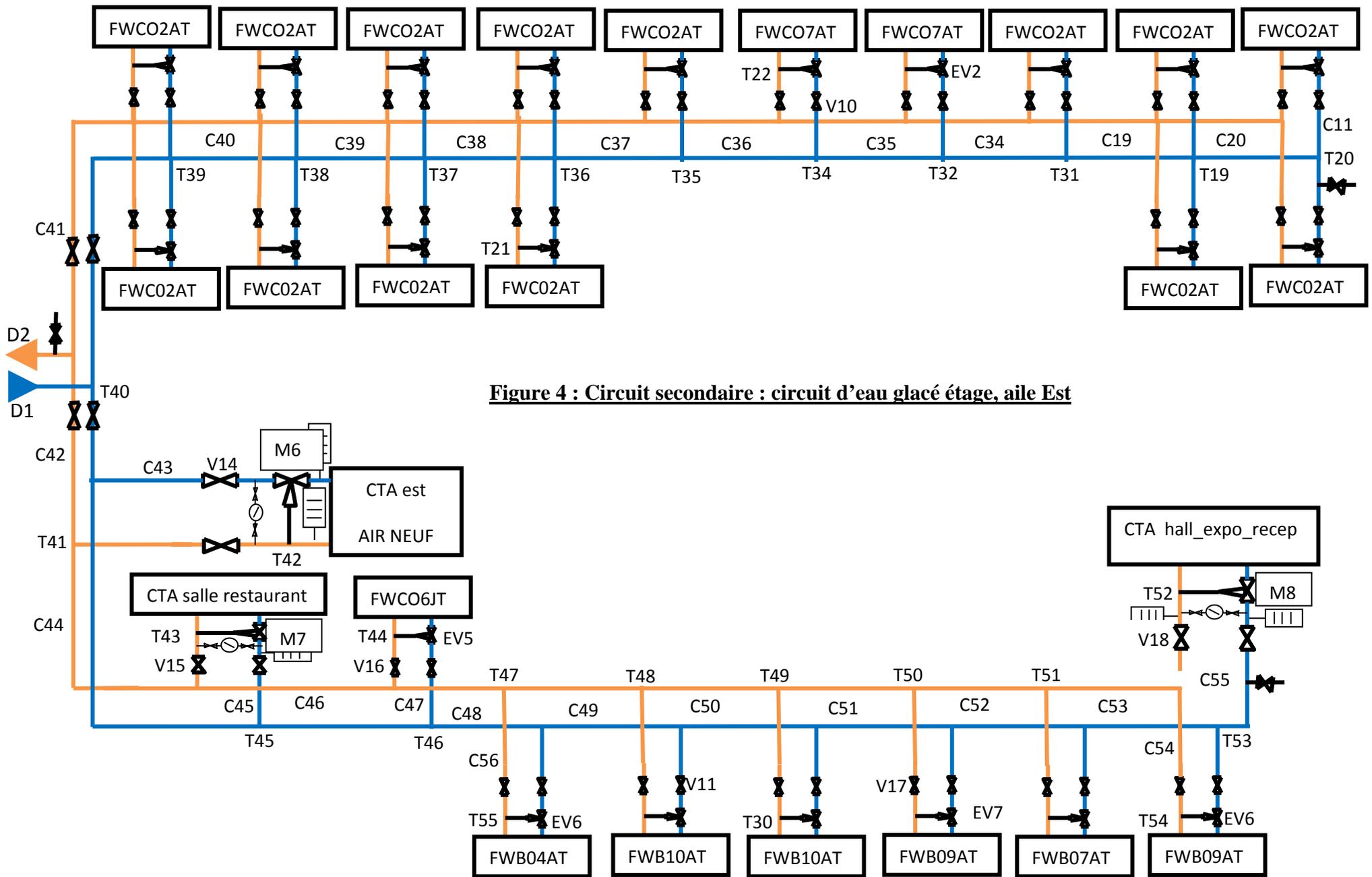
**Figure 1 : Circuit primaire**



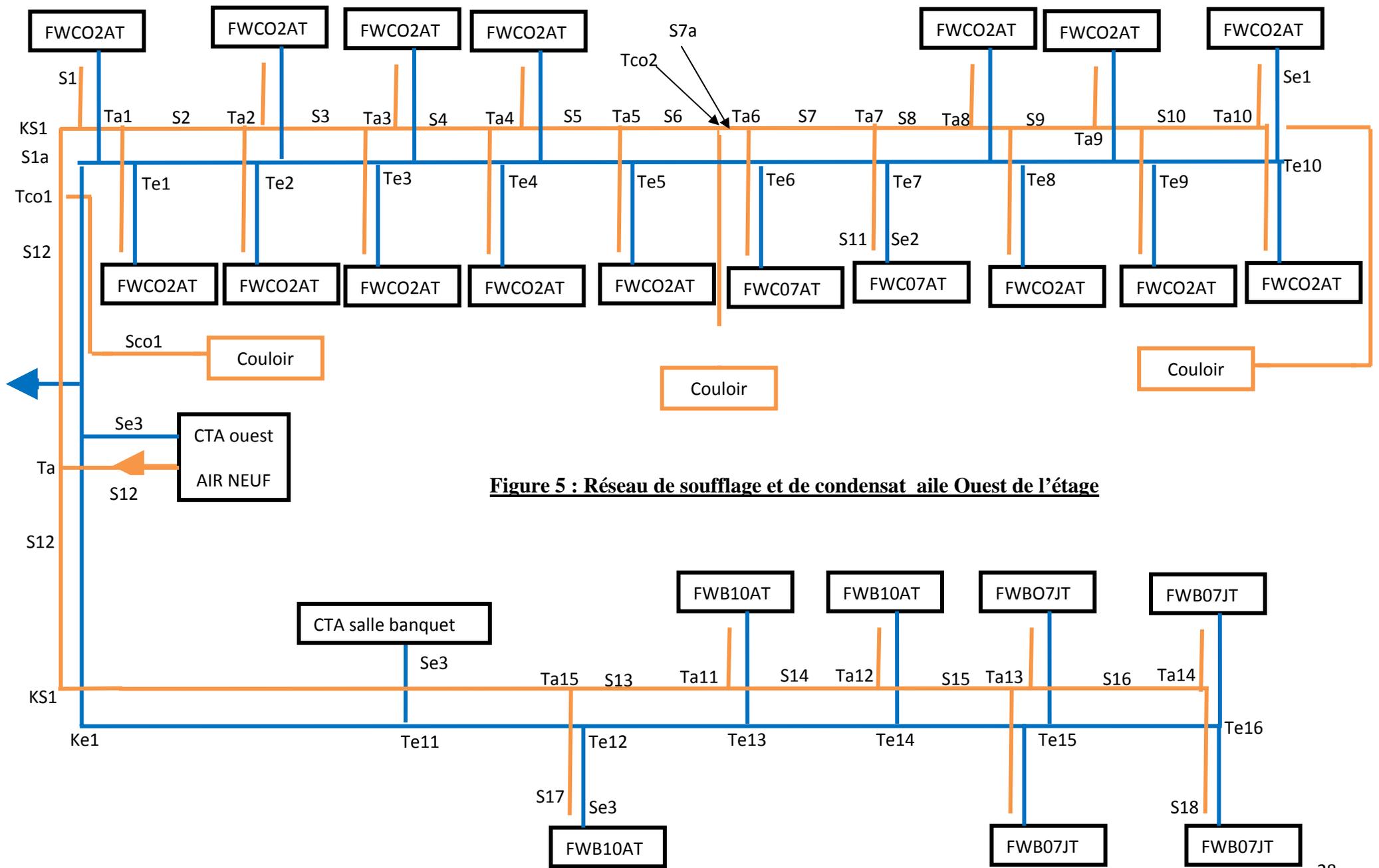
**Figure 2 : Circuit secondaire : Salle de pompage et circuit d'eau glacée salle polyvalente**



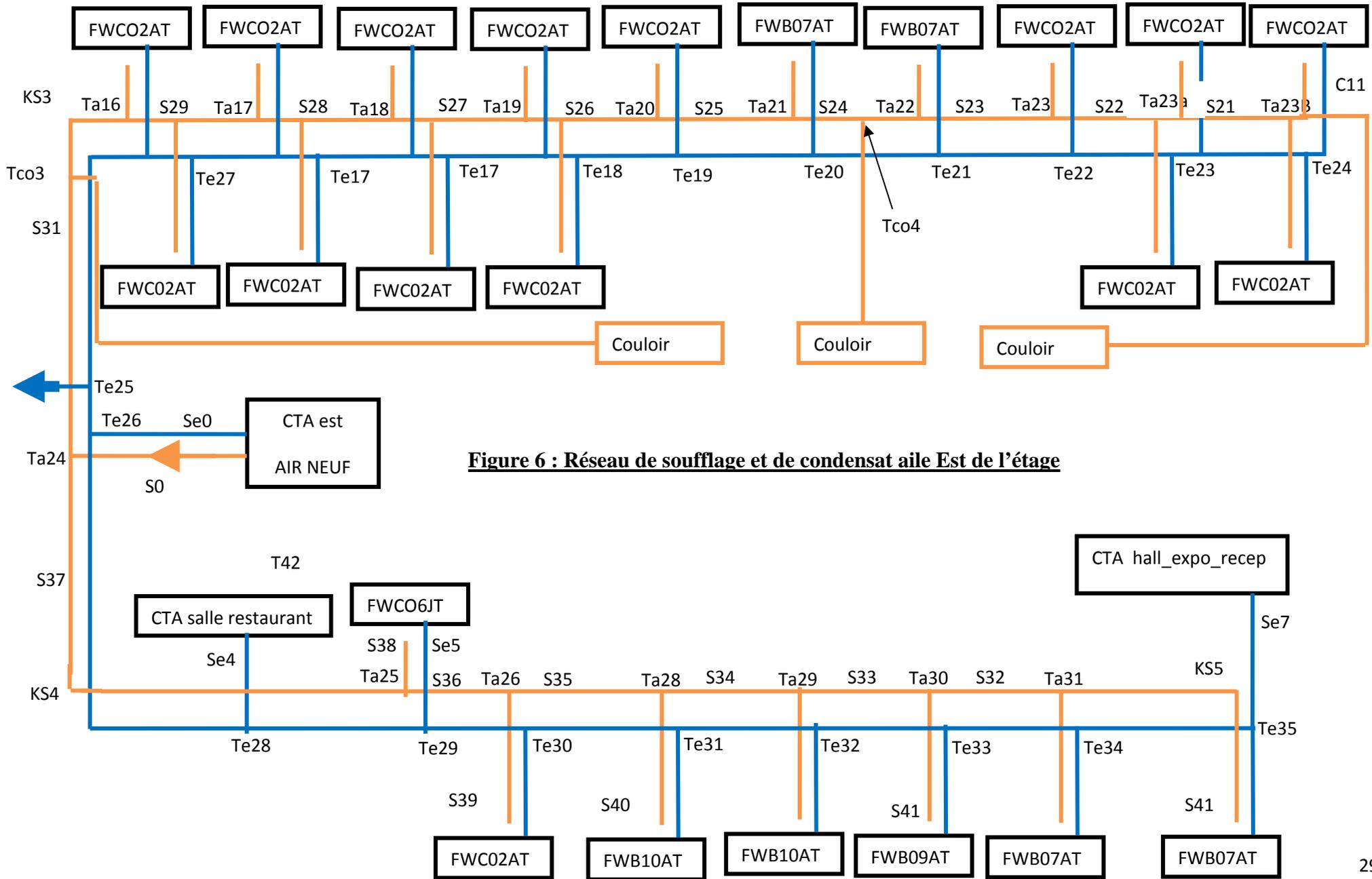
**Figure 3 : Circuit secondaire : circuit d'eau glacée étage, aile Ouest**



**Figure 4 : Circuit secondaire : circuit d'eau glacé étage, aile Est**



**Figure 5 : Réseau de soufflage et de condensat aile Ouest de l'étage**



**Figure 6 : Réseau de soufflage et de condensat aile Est de l'étage**

## VII.2 Système de gestion centralisée de la climatisation

Pour assurer un fonctionnement économique du système de climatisation proposé, il est nécessaire d'accompagner la production par un système de gestion centralisée. Le système retenu est celui du constructeur Daikin nommé « *Intelligent Controller* ». Il est une unité électronique à écran tactile équipé de port Ethernet et connectables à plus de 100 unités intérieures. Ce système permet les commandes individuelles des unités intérieures en mode rafraîchissement naturel, les commandes à main libre ou contrôlée ainsi que les commandes programmées pour la recherche d'économie d'énergie.

L'intérêt de la gestion centralisée est d'assurer un fonctionnement rationnel du *GEG* en adaptant la production du froid aux besoins réels dans les locaux occupés. Aussi, une économie sur la main d'œuvre est réalisée par les fonctions de témoin de colmatage des filtres et de messagerie d'erreurs électronique et/ou téléphonie mobile.

### Synoptique du système de gestion

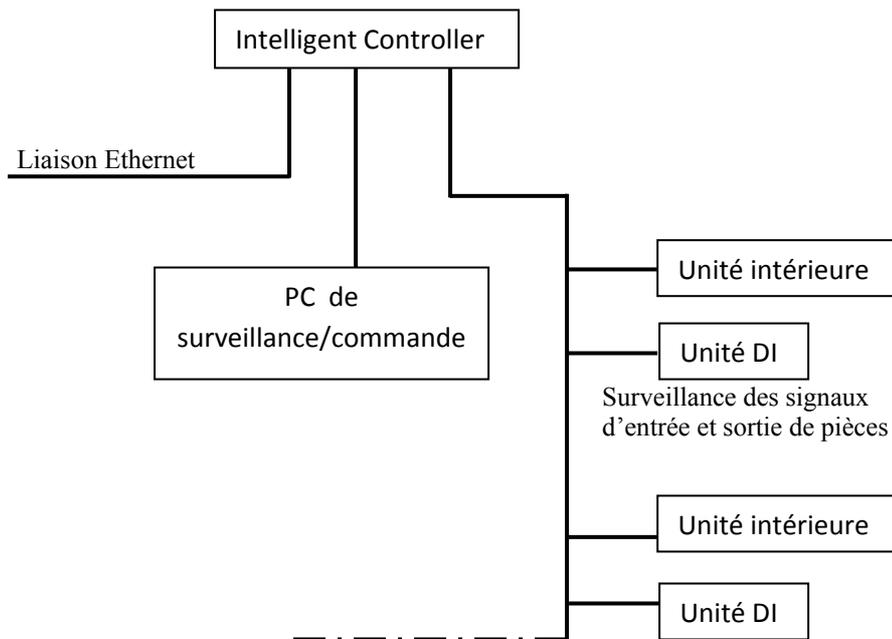


Figure 7 : Synoptique partiel du système de gestion centralisé de la climatisation

### Choix des équipements du système de gestion

Équipement	Unité	Quantité
Intelligent Controller	u	1
Unité DI	u	54
Câble de communication	m	3500

Tableau 25: Choix des équipements de GTC

L'application de la gestion centralisée vient améliorer les performances technologiques du système et réduire non seulement la charge de fonctionnement mais aussi l'impact environnemental. Il augmente cependant la charge d'investissement et d'exploitation du système.

### ***Coût d'investissement et d'exploitation du GTC***

Le coût de la réalisation du système de gestion technique de la climatisation est estimé à **5 475 320 FCFA (TTC)**.

En sommes ce choix écologique et éco-énergétique du système de climatisation requière un investissement brut (TTC) d'environ **710 million de FCFA**

## **VII.1 Solution alternative : climatisation par des unités mixtes split system - monoblocs**

Dans le but d'offrir au client une alternative à même d'atteindre les objectifs escomptés dans l'optique d'un investissement à moindre coût de ses installations, il est ici proposé une solution alternative. Cette solution propose une utilisation mixte des *split system* « *inverter* » pour les locaux individuels et les monoblocs pour les locaux communs ou de grande taille.

### **VII.1.1 Unités à installer**

Les unités de climatisation dans cette option de solution sont les unités de *split system* et de *monobloc* choisi en IV.1 et IV.2. Dans ces choix déjà faits, les unités de climatisation en *split system* des grandes salles communes (sauf les salles de réunion, de coiffure, d'exposition et du cyber café) sont remplacées par les unités de monobloc. Cela entraîne l'installation d'un système mixte de **590 kW** froid consommant **182 kW** électrique soit un **COP de 3,24** et un ratio de climatisation **252 W/m<sup>2</sup>**. Cette option permet d'augmenter la puissance de climatisation tout en réduisant la consommation électrique par rapport au système tout en *split system*.

### VII.1.1 Coûts des investissements

Le coût d'investissement du system de climatisation mixte *split system* – monobloc se présente comme l'indique le tableau ci-dessous.

I/ INVESTISSEMENT		
	Coût (FCFA)	Ratio (FCFA/kW froid)
Unités extérieures	26 481 667	44 885
Unités intérieures	100 651 180	170 595
Conduits de fluide de climatisation	13 770 234	23 340
Protections, coffrets et tableau et câbles électriques	3 000 756	5 086
Support de fixation	648866	1 100
Câbles de communication	94933	160
<b>Investissement brut (HTVA)</b>	<b>144 647 635</b>	<b>245 165</b>
Etude	17 357 716	29 420
Réalisation	43 394 290	73 550
<b>Investissement net (HTVA)</b>	<b>205 399 642</b>	<b>348 135</b>
<b>TVA</b>	<b>36 971 936</b>	<b>62 664</b>
<b>Investissement net (TTC)</b>	<b>242 371 577</b>	<b>410 799</b>
II/ ENTRETIEN ET MAINTENANCE		
Coût de la maintenance	1352000	2 290
Coût d'entretien (Forfait)	1010000	1 712
Coût global annuel	2362000	4 003
Taux d'actualisation		10%
Coût global sur 20 ans	<b>42 623 596</b>	72 243
III/ FACTURE D'ELECTRICITE		
Coût du kWh électricité (FCFA)		130
Coût journalier de la facture (FCFA)	356070	603
Coût global annuel	129965550	220 280
Coût global de l'installation en 20 ans	<b>2 345 300 216</b>	3 975 085
III/ RESULTATS ECONOMIQUES		
Coût global actualisé	<b>2 630 295 389</b>	44 58 128

Tableau 26: Coût d'investissement du système mixte split system-monobloc

La réduction du nombre d'unités installées a un impact direct sur les frais de maintenance et d'entretien. Sur l'ensemble, cette alternative permet des économies financières de l'ordre de **10 millions** par apport à l'option tout en *split system* sur la période de l'analyse considérée.

### VII.1.2 Impact environnemental

La quantité de dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère estimée donne une moyenne annuelle de **846 982 téqCO<sub>2</sub>**, soit une réduction de **24273 téqCO<sub>2</sub>/an** par rapport aux *split system*.

## Conclusion et Perspectives

La présente étude a consisté à concevoir un système de climatisation aussi complexe que celui de l'hôtel du parc de Ziniaré. L'objectif était de satisfaire les besoins de climatisation par le système de climatisation le plus technologiquement fiable, le plus économique possible et impactant le moins sur l'environnement.

Pour atteindre ces objectifs, les bases de calculs des charges de climatisation ont été établies et les charges de climatisation calculées. Au regard des besoins définis, quatre systèmes de climatisation ont été identifiés comme les plus répondants. Ainsi, ces quatre systèmes ont été conçus et dimensionnés. Le calcul des coûts d'investissement et d'impact environnemental ce sont associés au principe technologique de ces systèmes pour permettre une analyse comparée. Il est ressorti de cette analyse que les monoblocs sont des systèmes de climatisation les plus simples et les plus éco-environnementaux. Ils sont supplées par les *groupes de production eau glacée*, puis les *VRV* et les *split system*. Malheureusement, les monoblocs ne sont utilisés que dans le cas de la climatisation des locaux de grande taille. De ce fait, associant la nature et la vocation des locaux à climatiser dans l'analyse, les *GEG* ont été retenu pour la climatisation de l'hôtel du parc de Ziniaré. Pour une meilleure gestion du fonctionnement de ce système, une centrale technique de gestion est proposée et chiffrée. En somme, l'installation de la climatisation est d'un coût d'investissement net d'environ **710 348 000 FCFA(TTC)** avec une charge annuelle de **74 120 462 FCFA**, prise à annuité constante sur une durée 20 ans. En termes de ratio, il ressort une charge de **259W/m<sup>2</sup>** et un COP de **5,51**. Sans tenir compte des impacts dus à l'effet du traitement de l'eau, ce choix est une source de **509 540 teqCO<sub>2</sub>/an**. Dans le but d'offrir au client un choix de système selon ces moyens, une solution alternative a été proposée. Cette solution combine les *split system* pour la climatisation des salles individuelles et des petites salles communes au *système de climatisation central à monobloc* pour la climatisation des grandes salles communes. Ce choix implique un investissement net de **242 371 577 FCFA (TTC)**. Sur la période d'analyse, la charge financière sera d'environ **2 630 295 389 FCFA (TTC)** soit un investissement annuel à annuité constante de **145 758 647 FCFA**. Le COP du système est de **3,24**. Sa pollution environnementale annuelle est estimée à **846 982 téqCO<sub>2</sub>**. Le coût annuel de la climatisation de l'hôtel par la solution alternative serait le double de celle utilisant les groupes de production eau glacée vue sur 20 ans.

Pour améliorer les performances du système de climatisation ainsi dimensionné, il serait souhaitable de :

- Créer dans les patios et dans le creux du U de l'immeuble un jardin avec un système à jet d'eau,
- Signer un contrat de suivie et de maintenance des équipements,
- Créer un forage pour une garantie de la disponibilité de l'eau dans l'hôtel.

## Bibliographie

- [1] : Agence intergouvernementale de la Francophonie - Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF) - Ministère de la Région wallonne. Efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale. Tome 1 et tome 2.
- [2] : Université de Louvain. Programme de calcul des bilans thermiques de climatisation climat tropical, tableur excel.
- [3] : Ahmed Bagré. Dimensionnement des conducteurs actifs et choix des protections, Cours. Burkina Faso. 2<sup>ie</sup> année scolaire 2010 - 2011
- [4] : Base de Prix 2008, fichier Excel ; document interne
- [5] : Catalogue général 2010, Daikin
- [6] : Catalogue des prix 2008, Daikin
- [7] : Catalogue tarif N°1, édition 2001, CIAT
- [8] : Catalogue industriel, Daikin
- [9] : Catalogue des unités résidentielles et commerciales, Daikin
- [10] : Document interne S.E.E.E
- [11] : Direction générale de la météorologie du Burkina. Données climatiques 1999 – 2010, station de Ouagadougou, fichier excel.
- [12] : France Air. MADEL ® we shape the air. Catalogue tarif 2010
- [13] : Julien CAILLET. De la conception à l'exploitation des systèmes de climatisation à eau glacée ; Méthodes et procédures d'évaluation des économies d'énergie. **In** : « Méthodologies d'identification d'économies d'énergie : Application aux systèmes de climatisation à eau glacée ». Thèse, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, France, décembre 2010. Pages (25 à 60 et 101 à 114).
- [14] : L'air et la clim, Guide - création France Air 2008
- [15] : Mémotech, maintenance industrielle
- [16] : Norme CFC 15 100[16]. Pr A. P. Gruloos, I. J. Claessens, A. M. J. F Roger. Les installations techniques dans les bâtiments. Institut Supérieur d'Architecture st Luc, France, 2009-2010
- [17] : Schneider. Distribution électrique basse tension, Catalogue 2007, 2008
- [18] : SEMPORE Jean Francis. Technologie de la climatisation. Cours, 2<sup>ie</sup>, année scolaire 2010-2011
- [19] : Unités extérieures VRV III, Manuel d'installation, Daikin

[20] : VRV III ; VRV-WII, Daikin

[21] : YESOUMA Coulibaly. Economie d'énergie. Cours, 2ie, année scolaire2010 – 2011

[22] : <http://www.daikin.eu>

[23] : <http://www.energieplus-lesite.be>

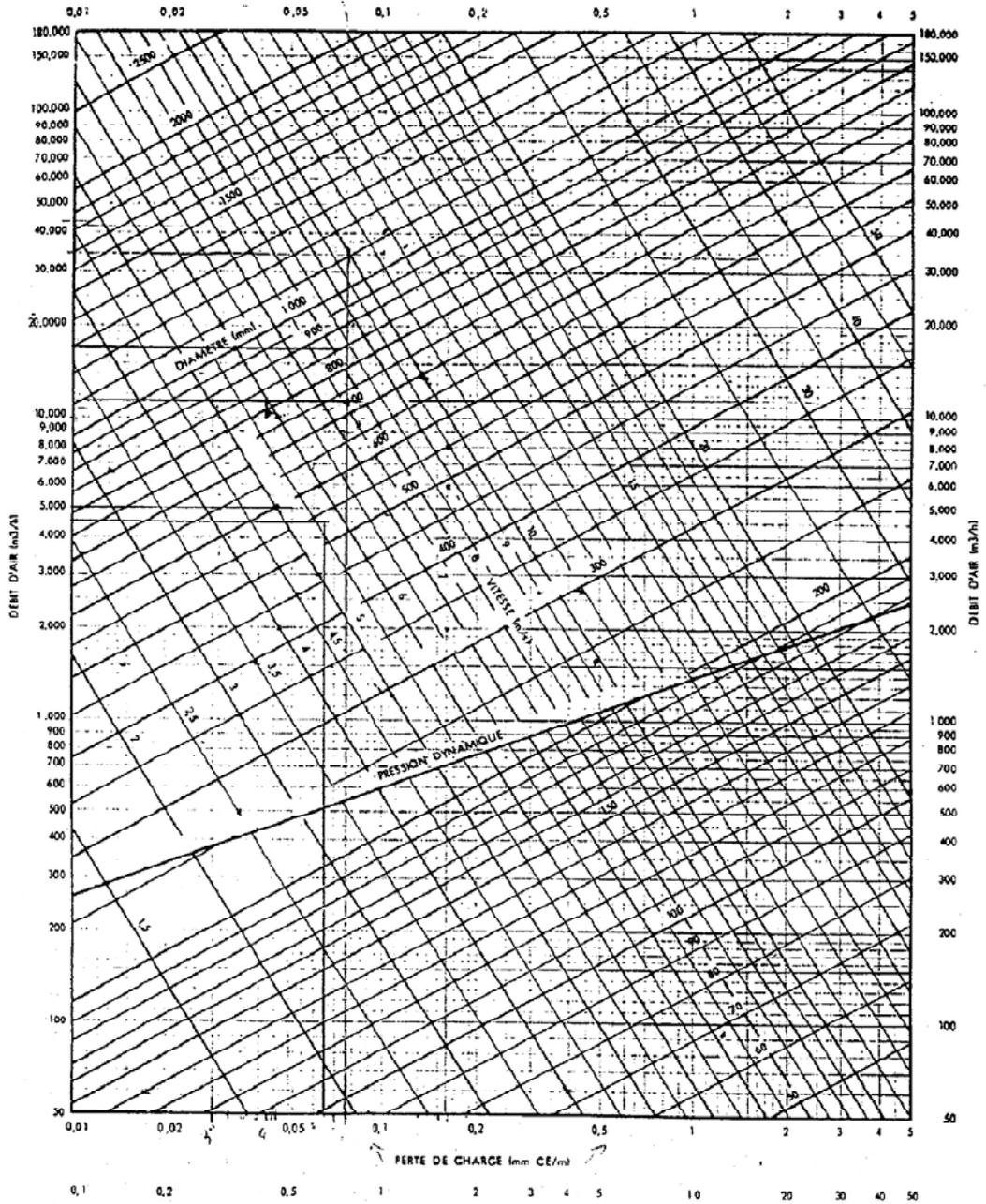
[24] : <http://www.Salmson.fr>

## Annexes

<b>Annexe 1</b> : Abaque de détermination du réseau de gaine .....	II
<b>Annexe 2</b> : Abaque de correspondance des diamètres et des sections équivalentes des gaines rectangulaires .....	III
<b>Annexe 3</b> : Choix des tuyauteries et des unités extérieures VRV .....	IV
<b>Annexe 4</b> : Raccordements des unités de climatisation VRV A et VAV B .....	VI
<b>Annexe 5</b> : Raccordements des unités de climatisation VRV C ET VRV D .....	VII
<b>Annexe 6</b> : Raccordements des unités de climatisation VRV E .....	VIII
<b>Annexe 7</b> : Raccordements des unités de climatisation VRV F .....	IX
<b>Annexe 8</b> : Abaque de choix des tuyauteries d'eau glacée .....	X

# Annexe 1 : Abaque de détermination du réseau de gaine

## COURBES N° 7 - PERTES DE CHARGE DANS LES GAINES CIRCULAIRES



**Annexe 2** : Abaque de correspondance des diamètres et des sections équivalentes des gaines rectangulaires

**TABLE 6 - DIAMETRES\* ET SECTIONS EQUIVALENTS DES GAINES RECTANGULAIRES  
CLASSE DE LA GAINE †**

Dimen- sions dm	1,5		2,0		2,5		3,0		3,5		4,0		4,5		5,0		5,5	
	Diam. dm	Sect. dm <sup>2</sup>																
2,5	2,10	3,46	2,44	4,47	2,73	5,86												
3,0	2,28	4,10	2,66	5,70	2,99	7,02	3,28	8,44										
3,5	2,45	4,71	2,86	6,44	3,22	8,15	3,54	9,84	3,82	11,5								
4,0	2,60	5,31	3,04	7,29	3,43	9,25	3,77	11,2	4,08	13,1	4,37	15,0						
4,5	2,74	5,89	3,21	8,11	3,63	10,3	3,99	12,5	4,33	14,7	4,63	16,9	4,91	19,0				
5,0	2,87	6,48	3,37	8,92	3,82	11,4	4,20	13,8	4,55	16,3	4,88	18,7	5,18	21,1	5,46	23,5		
5,5	2,99	7,01	3,52	9,70	3,97	12,4	4,39	15,1	4,76	17,8	5,17	20,5	5,43	23,1	5,73	25,8	6,01	28,4
6,0	3,10	7,55	3,65	10,5	4,13	13,4	4,57	16,4	4,96	19,2	5,32	22,3	5,66	25,2	5,98	28,1	6,28	30,9
6,5	3,21	8,27	3,78	11,2	4,28	14,4	4,74	17,6	5,15	20,8	5,52	24,0	5,88	27,2	6,22	30,4	6,53	33,5
7,0	3,31	8,60	3,90	11,9	4,43	15,4	4,90	18,9	5,33	22,3	5,73	25,7	6,10	29,2	6,44	32,6	6,77	36,0
7,5	3,40	9,11	4,02	12,7	4,56	16,4	5,05	20,1	5,50	23,8	5,91	27,4	6,30	31,2	6,66	34,8	7,00	38,5
8,0	3,50	9,61	4,13	13,4	4,69	17,3	5,20	21,2	5,68	25,2	6,10	29,1	6,49	33,1	6,86	37,0	7,21	40,9
8,5	3,59	10,1	4,24	14,1	4,82	18,2	5,34	22,4	5,82	26,6	6,26	30,8	6,67	35,0	7,06	39,2	7,43	43,4
9,0	3,67	10,6	4,34	14,8	4,94	19,2	5,48	23,6	5,96	28,0	6,43	32,4	6,85	36,9	7,25	41,3	7,63	45,7
9,5	3,75	11,1	4,44	15,5	5,05	20,1	5,60	24,7	6,11	29,4	6,56	34,1	7,02	38,8	7,44	43,5	7,83	48,1
10,0	3,83	11,6	4,54	16,2	5,17	21,0	5,73	25,8	6,25	30,7	6,74	35,7	7,19	40,6	7,61	45,6	8,02	50,5
10,5	3,91	12,0	4,63	16,8	5,27	21,9	5,86	27,0	6,39	32,1	6,89	37,2	7,35	42,4	7,78	47,6	8,20	52,8
11,0	3,98	12,5	4,72	17,5	5,38	22,7	5,97	28,0	6,52	33,4	7,03	38,8	7,50	44,2	7,95	49,7	8,38	55,1
11,5	4,06	12,9	4,81	18,2	5,48	23,6	6,09	29,1	6,65	34,7	7,17	40,4	7,65	45,9	8,11	51,7	8,55	57,4
12,0	4,13	13,4	4,90	18,8	5,58	24,4	6,20	30,2	6,77	36,0	7,30	41,9	7,80	47,8	8,27	53,7	8,71	59,7
12,5			4,98	19,5	5,68	25,3	6,31	31,3	6,89	37,3	7,43	43,4	7,94	50,7	8,42	55,7	8,87	61,8
13,0			5,06	20,1	5,77	26,1	6,41	32,3	7,01	38,6	7,56	44,9	8,08	51,3	8,57	57,7	9,04	64,1
13,5			5,14	20,7	5,86	27,0	6,52	33,4	7,12	39,9	7,69	46,4	8,22	53,0	8,72	59,7	9,19	66,3
14,0			5,21	21,4	5,95	27,8	6,62	34,4	7,24	41,1	7,81	47,9	8,35	54,7	8,86	61,6	9,34	68,5
14,5			5,28	22,0	6,04	28,6	6,72	35,4	7,34	42,4	7,93	49,4	8,48	56,4	9,00	63,6	9,50	70,9
15,0			5,36	22,6	6,12	29,4	6,81	36,4	7,45	43,6	8,04	50,8	8,60	58,1	9,13	65,5	9,63	72,9
16,0			5,50	23,8	6,28	31,0	7,00	38,4	7,65	46,0	8,27	53,7	8,84	61,4	9,40	69,3	9,91	77,1
17,0					6,44	32,6	7,17	40,4	7,85	48,4	8,48	56,5	9,09	64,7	9,64	73,0	10,2	81,3
18,0					6,59	34,2	7,34	42,4	8,04	50,8	8,69	59,4	9,36	68,0	9,88	76,7	10,4	85,0
19,0					6,74	35,7	7,51	44,3	8,22	53,1	8,89	62,1	9,49	71,3	10,1	80,3	10,7	89,6
20,0					6,88	37,2	7,67	46,2	8,40	55,4	9,08	64,8	9,73	74,3	10,3	83,9	10,9	93,5
21,0							7,82	48,1	8,57	57,7	9,27	67,5	9,93	77,4	10,5	87,5	11,1	97,6
22,0							7,97	49,8	8,73	59,9	9,45	70,1	10,1	80,5	10,7	91,0	11,3	101,5
23,0							8,12	51,7	8,90	62,1	9,62	72,7	10,3	83,5	10,9	94,4	11,6	105,4
24,0							8,26	53,6	9,05	64,4	9,79	75,4	10,5	86,5	11,1	97,9	11,8	109,3
25,0									9,20	66,5	9,96	77,9	10,7	89,5	11,3	101,2	12,0	113,1
26,0									9,35	68,7	10,1	80,5	10,8	92,5	11,5	104,6	12,2	116,9
27,0									9,50	70,8	10,3	83,0	11,0	95,4	11,7	108,0	12,4	120,6
28,0									9,64	72,9	10,4	85,5	11,2	98,3	11,9	111,2	12,6	124,4
29,0											10,6	88,0	11,3	101,1	12,0	114,5	12,8	128,0
30,0											10,7	90,4	11,5	104,0	12,2	117,7	12,9	131,4
31,0											10,8	92,8	11,6	106,8	12,4	121,0	13,1	135,3
32,0											11,0	95,2	11,8	109,5	12,5	124,1	13,3	139,0
33,0													11,9	112,3	12,7	127,3	13,4	142,4
34,0																		
35,0													12,1	115,1	12,9	130,6	13,6	146,0
36,0													12,2	117,8	13,0	133,5	13,8	149,5
													12,4	120,5	13,2	136,6	13,9	153,0

\* Diamètre équivalent  $d_e$  calculé à partir de la relation  $d_e = 1,3 \sqrt{\frac{a \cdot b}{a + b}}$

† Les chiffres en surimpression correspondent à la classe de la gaine

### Annexe 3 : Choix des tuyauteries et des unités extérieures VRV

**Selection de la taille du tuyau**  
Pour une installation à unités extérieures multiples (RXVYQ00-54P), sélectionner la taille de tuyau conformément au chiffre suivant.

**A,B,C. Canalisation entre l'unité extérieure et le kit de branchement de réfrigérant**  
- Choisir dans le tableau suivant en fonction du type de capacité totale de l'unité extérieure connecté en aval.  
**Taille du tuyau de connexion de l'unité extérieure**

Type de capacité de l'unité extérieure	Taille du tuyau (diamètre extérieur) (mm)	
	Tuyauterie de gaz	Tuyauterie de liquide
RXVYQ06	Ø15,9	Ø9,5
RXVYQ08	Ø19,1	
RXVYQ10	Ø22,2	Ø12,7
RXVYQ12-16	Ø25,4	
RXVYQ16 + RXVYQ20-22	Ø28,6	Ø15,9
RXVYQ24	Ø34,9	
RXVYQ26-34	Ø41,3	Ø19,1
RXVYQ36-54	Ø47,6	

**D. Canalisation entre les kits de branchement de réfrigérant**  
- Choisir dans le tableau suivant en fonction de la capacité totale de toutes les unités intérieures raccordées en dessous.  
- Ne pas laisser la tuyauterie de connexion dépasser la taille de la canalisation de réfrigérant choisie par le nom du modèle du système général.

Capacité totale de l'unité intérieure ou extérieure	Taille du tuyau (diamètre extérieur) (mm)	
	Tuyauterie de gaz	Tuyauterie de liquide
<150	Ø12,7	Ø9,5
150,0x<200	Ø19,1	
200,0x<290	Ø22,2	Ø12,7
290,0x<420	Ø25,4	
420,0x<640	Ø34,9	Ø15,9
640,0x<920	Ø41,3	
≥920	Ø47,6	Ø19,1

**E. Canalisation entre kit de branchement de réfrigérant et unité intérieure**  
- La taille du tuyau pour une connexion directe à une unité intérieure doit être la même que la taille de connexion de l'unité intérieure.

Type de capacité intérieure	Taille du tuyau (diamètre extérieur) (mm)	
	Tuyauterie de gaz	Tuyauterie de liquide
30-50	Ø12,7	Ø9,5
60-125	Ø15,9	
200	Ø19,1	Ø15,9
250	Ø22,2	

Lorsque la longueur de tuyau équivalente entre les unités extérieure et intérieure est de 90 m ou plus, la taille des tuyaux principaux (côté gaz et côté liquide) doit être augmentée. En fonction de la longueur des tuyaux, la capacité peut baisser, mais même dans ce cas, il est possible d'augmenter la taille des tuyaux principaux.

	Capacité gaz	Capacité liquide
RXVYQ06	Ø15,9 → Ø19,1	Ø9,5 → —
RXVYQ08	Ø19,1 → Ø22,2	Ø9,5 → Ø12,7
RXVYQ10	Ø22,2 → Ø25,4 <sup>(a)</sup>	Ø12,7 → Ø15,9
RXVYQ12-16	Ø25,4 → —	Ø15,9 → Ø19,1
RXVYQ16 + RXVYQ20-22	Ø28,6 → Ø31,8 <sup>(a)</sup>	Ø19,1 → Ø22,2
RXVYQ24	Ø34,9 → —	—
RXVYQ26-34	Ø41,3 → Ø38,1 <sup>(a)</sup>	—
RXVYQ36-54	Ø47,6 → —	—

— L'augmentation n'est pas autorisée.  
(a) En cas d'indisponibilité, une augmentation n'est pas autorisée.

**Comment calculer le réfrigérant supplémentaire à introduire**  
Réfrigérant supplémentaire à introduire R (kg)  
R à arrondir en unités de 0,1 kg

La charge de réfrigérant du système doit être inférieure à 100 kg. Cela signifie que si la charge de réfrigérant calculée est égale ou supérieure à 95 kg, vous devez diviser votre système extérieur multiple en systèmes indépendants plus petits, chacun contenant moins de 95 kg de charge de réfrigérant. Pour la charge d'usiné, se reporter à la plaquette signalétique de l'unité.

$$R = [(X1 \times \text{Ø}22,2) \times 0,37] + [(X2 \times \text{Ø}19,1) \times 0,26] + [(X3 \times \text{Ø}15,9) \times 0,18] + [(X4 \times \text{Ø}12,7) \times 0,12] + [(X5 \times \text{Ø}9,5) \times 0,059] + [(X6 \times \text{Ø}6,4) \times 0,022] + \mathbf{A}$$

X1-4 : Longueur totale(m) du tuyau de liquide de Ø  
A : Poids conformément au tableau

	Ø	Poids
1x	8-12	0 kg
	14-18	1 kg
2x	2 x (8-12)	0 kg
	(8-12) + (14-18)	1 kg
3x	3 x (8-12)	0 kg
	2 x (8-12) + (14-18)	1 kg
	(8-12) + (2 x (14-18))	2 kg
	3 x (14-18)	3 kg

**Exemple de branchement de réfrigérant utilisant le raccord réfilet et le collecteur réfilet pour RXVYQ34P ((1x 16) + (1x 18))**  
Si l'unité extérieure est le RXVYQ34P et que les longueurs de tuyau correspondent à ce qui est indiqué ci-dessous

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Ø16,1x30 m	Ø9,5x10 m	Ø6,4x10 m	Ø6,4x10 m	Ø12,7x10 m	Ø15,9x10 m	Ø9,5x10 m	Ø9,5x10 m	Ø12,7x10 m	Ø12,7x10 m

$$R = [30 \times 0,26] + [10 \times 0,18] + [10 \times 0,12] + [10 \times 0,059] + [10 \times 0,022] + 0 = 14,208 \rightarrow R = 14,2 \text{ kg}$$

**Remarque1**

La longueur admise après le premier kit de branchement de réfrigérant vers les unités intérieures est de 40 m ou moins; cependant, il peut être étendu jusqu'à 90 m si toutes les conditions suivantes sont remplies.

Conditions requises	Exemples de schémas
Il est nécessaire d'augmenter la taille des tuyaux de liquide et de gaz si la longueur de tuyau entre le premier et le dernier kit de branchement dépasse 40 m (des réducteurs doivent être installés sur place). Si la taille du tuyau augmentée est plus grande que la taille du tuyau principal, alors la taille du tuyau principal doit être augmentée également.	unité intérieure 8: b-c-d-e-f-g-pu-90 m augmenter la taille du tuyau de b, c, d, e, f, g
Pour le calcul de la longueur d'extension totale, la longueur réelle des tuyaux supérieurs doit être doublée. (sauf le tuyau principal et les tuyaux qui n'augmentent pas la taille de tuyau)	a-b*2+c*2+d*2+e*2+f*2+g*2+h+i+j+... pu-1000 m
Unité intérieure vers le kit de branchement le plus proche <40 m	h, i, j, ... pu-40 m
La différence entre la distance de l'unité extérieure et l'unité intérieure la plus éloignée et la distance de l'unité extérieure jusqu'à l'unité intérieure la plus proche <40 m	L'unité intérieure la plus éloignée B L'unité intérieure la plus proche 1 (a-b+c+d+e+f+g-p)-(a+h) <40 m

Augmenter la taille du tuyau comme suit

Ø9,5 → Ø12,7	Ø15,9 → Ø19,1	Ø22,2 → Ø25,4*
Ø12,7 → Ø15,9	Ø19,1 → Ø22,2	Ø25,4 → Ø31,8*
Ø34,9 → Ø38,1*		

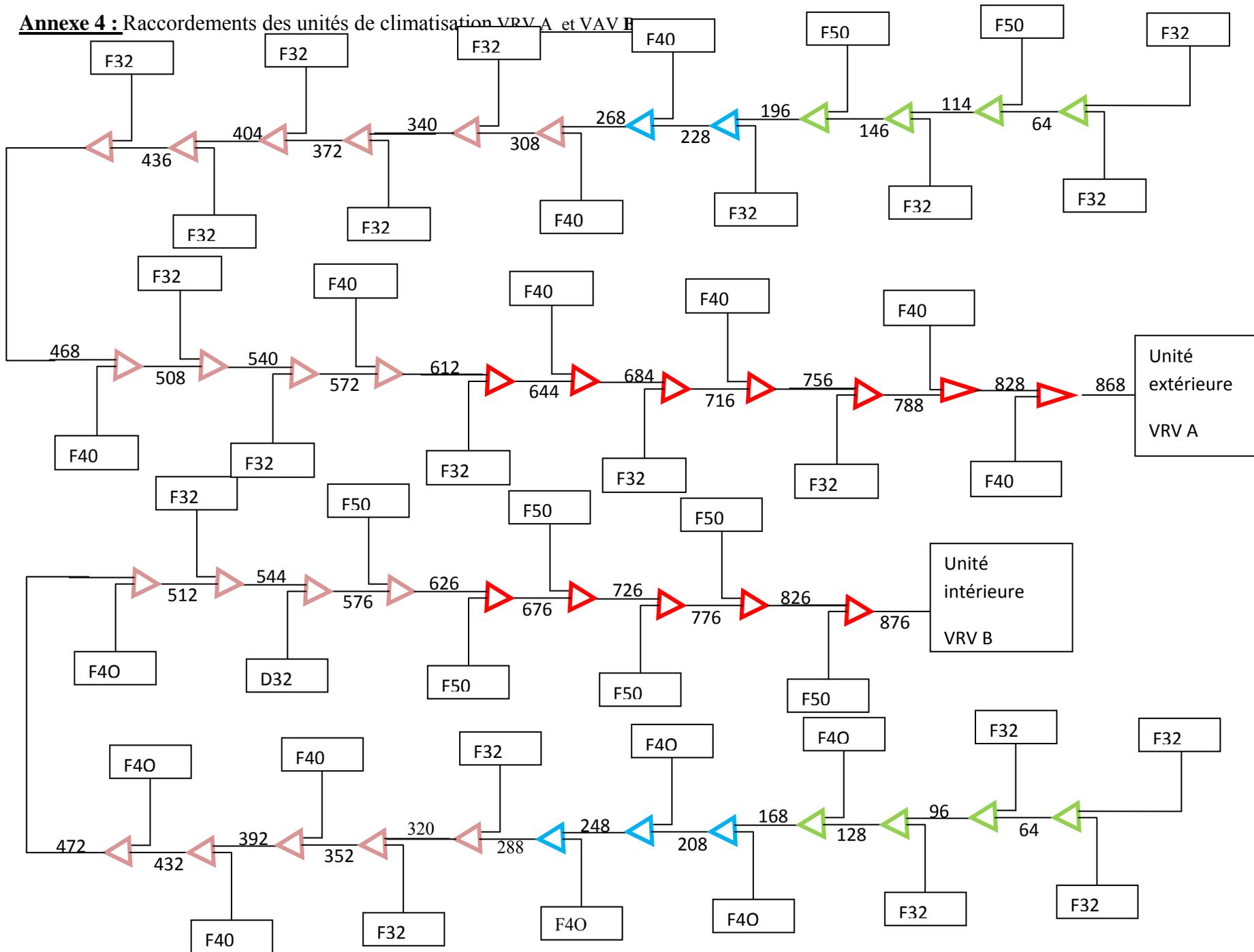
\* En cas de disponibilité sur place. Sinon, elle ne pourra pas être augmentée.

**Remarque2**

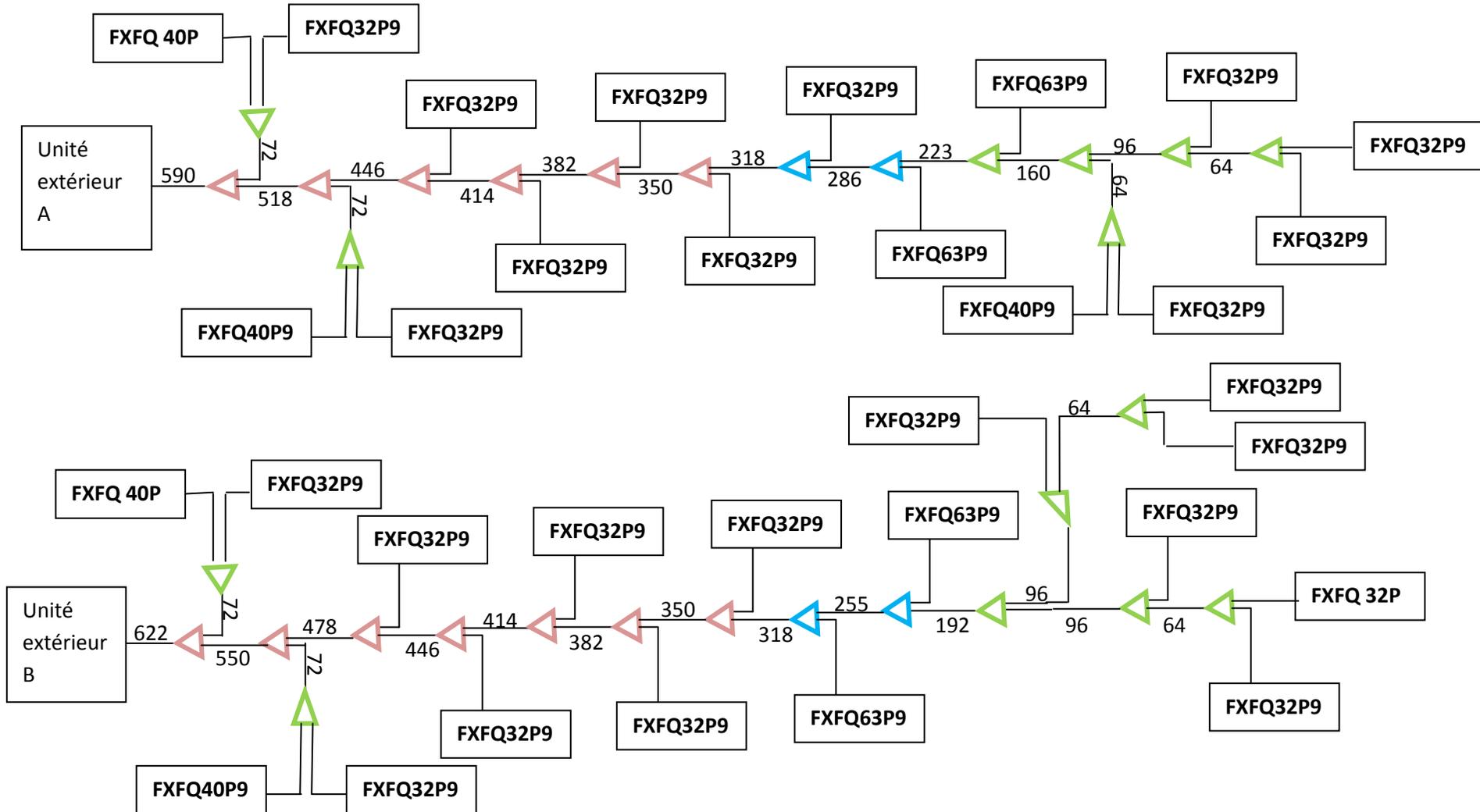
Si la taille du tuyau au-dessus du collecteur réfilet fait Ø34,9 ou plus, le KHR022M75H est nécessaire.

Exemple de connexion (Connexion de 8 unités intérieures – système de pompe à chaleur)		Branchement avec raccord refnet			Branchement avec raccord refnet et collecteur refnet			Branchement avec collecteur refnet																																	
<p>⚠ Utilisez le kit de tuyau de raccordement de l'unité extérieure qui est vendu en option (BHFC22P1007-1517) pour l'installation de plusieurs unités extérieures. La méthode de sélection est illustrée dans le tableau de droite.</p> <p>• Ne pas utiliser le kit de tuyauterie de à plusieurs connexions de l'unité extérieure (BHFC22M606-1265) qui est vendu séparément en option avec la série de type M et n'utilisez pas les joints T.</p>		Une seule unité extérieure installée (RX/YQ5-18)																																							
<p>□ unité intérieure</p> <p>◁ raccord refnet</p> <p>○ collecteur refnet</p> <p>◄ kit de tuyau de raccordement de l'unité extérieure</p> <p>Installer horizontalement la partie raccord (◄ dans l'illustration) du kit de tuyau de raccordement de l'unité extérieure en veillant à respecter les restrictions d'installation décrites dans "raccordement des tuyaux de réfrigérant".</p> <p>(*) Si la capacité du système RXYQ20 ou supérieure, reliez le premier branchement extérieur, vu de l'unité intérieure.</p>		Les unités extérieures installées dans un système à plusieurs unités extérieures (RXYQ20-54)																																							
Longueur admissible maximale	Entre les unités extérieures et intérieures	Longueur réelle du tuyau	Longueur du tuyau entre les unités intérieures et extérieures(*) ±165 m			[Exemple] unité E: a+b+c+d+e+f+g-p±165 m			[Exemple] unité E: a+b+hu.120 m, unité E: i+hu.165 m																																
		Longueur équivalente	Longueur de tuyau équivalente entre les unités extérieures(*) et intérieure ±190 m (envisager une longueur de tuyau équivalente du raccord refnet de 0,5 m et du collecteur refnet de 1,0 m. (à des fins de calcul))																																						
		Longueur d'extension totale	Longueur de canalisation totale de l'unité extérieure* à toutes les unités intérieures ±1000 m																																						
Hauteur admissible	Entre le branchement extérieur et l'unité extérieure (uniquement pour RXYQ20 ou supérieure)	Longueur réelle du tuyau	Longueur de canalisation du branchement extérieur à l'unité extérieure ±10 m. Longueur approximative: max. 13 m																																						
	Entre les unités extérieures et intérieures	Différence de hauteur	Différence de hauteur entre les unités intérieures et extérieures (H1) ±50 m (±40 m si l'unité extérieure est installée en position plus basse).																																						
	Entre les unités intérieures et extérieures	Différence de hauteur	Différence de hauteur entre les unités intérieures adjacentes (H2) ±15 m																																						
	Entre les unités extérieures et extérieures	Différence de hauteur	Différence de hauteur entre l'unité extérieure (principale) et l'unité extérieure (secondaire) (H3) ±5 m						h:10 m (Longueur approximative: max. 13 m) h:10 m (Longueur approximative: max. 13 m) h:10 m (Longueur approximative: max. 13 m)																																
Longueur autorisée après le branchement	Longueur réelle du tuyau	Longueur des canalisations du premier kit de branchement de réfrigérant (soit raccord refnet, soit collecteur refnet) aux unités intérieures ±40 m (Voir remarque 1 à la page suivante)			[Exemple] unité E: b+c+d+e+f+g-p±40 m			[Exemple] unité E: b+hu.40 m, unité E: i+hu.40 m																																	
Sélection du type de branchement de réfrigérant		<p>Comment sélectionner le raccord refnet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de l'utilisation de raccords refnet au premier branchement compté à partir du côté unité extérieure.</li> <li>Choisissez dans le tableau suivant en fonction de la capacité de l'unité extérieure.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type de capacité de l'unité extérieure</th> <th>Nom du kit de branchement de réfrigérant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RX/YQ5</td> <td>KH-RQ22M20T</td> </tr> <tr> <td>RX/YQ8+10</td> <td>KH-RQ22M29T9</td> </tr> <tr> <td>RX/YQ12-18 + RXYQ20-22</td> <td>KH-RQ22M64T</td> </tr> <tr> <td>RXYQ24-54</td> <td>KH-RQ22M75T</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pour les raccords refnet autres que le premier branchement, sélectionnez le modèle de kit de branchement approprié en fonction du coefficient de capacité total.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type de capacité intérieure (kW)</th> <th>Nom du kit de branchement de réfrigérant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt;200</td> <td>KH-RQ22M20T</td> </tr> <tr> <td>200,1x&lt;290</td> <td>KH-RQ22M29T9</td> </tr> <tr> <td>290,1x&lt;540</td> <td>KH-RQ22M64T</td> </tr> <tr> <td>≥540</td> <td>KH-RQ22M75T</td> </tr> </tbody> </table>			Type de capacité de l'unité extérieure	Nom du kit de branchement de réfrigérant	RX/YQ5	KH-RQ22M20T	RX/YQ8+10	KH-RQ22M29T9	RX/YQ12-18 + RXYQ20-22	KH-RQ22M64T	RXYQ24-54	KH-RQ22M75T	Type de capacité intérieure (kW)	Nom du kit de branchement de réfrigérant	<200	KH-RQ22M20T	200,1x<290	KH-RQ22M29T9	290,1x<540	KH-RQ22M64T	≥540	KH-RQ22M75T	<p>Comment sélectionner le collecteur refnet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Choisissez dans le tableau suivant en fonction de la capacité totale de toutes les unités intérieures raccordées en dessous du collecteur refnet.</li> <li>Remarque: Le type 250 ne peut pas être raccordé en dessous du collecteur refnet.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type de capacité intérieure (kW)</th> <th>Nom du kit de branchement de réfrigérant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt;290</td> <td>KH-RQ22M20H (Max. 8 branchements)</td> </tr> <tr> <td>290,1x&lt;540</td> <td>KH-RQ22M64H (Max. 8 branchements)<sup>(a)</sup></td> </tr> <tr> <td>≥540</td> <td>KH-RQ22M75H (Max. 8 branchements)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(a) Voir remarque 2 à la page suivante</p> <p>Comment choisir un kit de tuyauterie à plusieurs branchements extérieurs (nécessaire si le type de capacité de l'unité extérieure est RXYQ20 ou plus.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Choisir dans le tableau suivant en fonction du nombre d'unités extérieures.</li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre d'unités extérieures</th> <th>Nom du kit de branchement</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>BH-FC22P1007</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>BH-FC22P1517</td> </tr> </tbody> </table>			Type de capacité intérieure (kW)	Nom du kit de branchement de réfrigérant	<290	KH-RQ22M20H (Max. 8 branchements)	290,1x<540	KH-RQ22M64H (Max. 8 branchements) <sup>(a)</sup>	≥540	KH-RQ22M75H (Max. 8 branchements)	Nombre d'unités extérieures	Nom du kit de branchement	2	BH-FC22P1007	3	BH-FC22P1517
Type de capacité de l'unité extérieure	Nom du kit de branchement de réfrigérant																																								
RX/YQ5	KH-RQ22M20T																																								
RX/YQ8+10	KH-RQ22M29T9																																								
RX/YQ12-18 + RXYQ20-22	KH-RQ22M64T																																								
RXYQ24-54	KH-RQ22M75T																																								
Type de capacité intérieure (kW)	Nom du kit de branchement de réfrigérant																																								
<200	KH-RQ22M20T																																								
200,1x<290	KH-RQ22M29T9																																								
290,1x<540	KH-RQ22M64T																																								
≥540	KH-RQ22M75T																																								
Type de capacité intérieure (kW)	Nom du kit de branchement de réfrigérant																																								
<290	KH-RQ22M20H (Max. 8 branchements)																																								
290,1x<540	KH-RQ22M64H (Max. 8 branchements) <sup>(a)</sup>																																								
≥540	KH-RQ22M75H (Max. 8 branchements)																																								
Nombre d'unités extérieures	Nom du kit de branchement																																								
2	BH-FC22P1007																																								
3	BH-FC22P1517																																								
Exemple d'unités intérieures en aval		[Exemple] en cas de raccord refnet C; unités intérieures 3-4+5+6-7+8	[Exemple] en cas de raccord refnet E; unités intérieures 7+8, en cas de collecteur refnet; unités intérieures 1+2+3+4+5+6	[Exemple] en cas de collecteur refnet; unités intérieures 1+2+3+4+5+6+7+8																																					

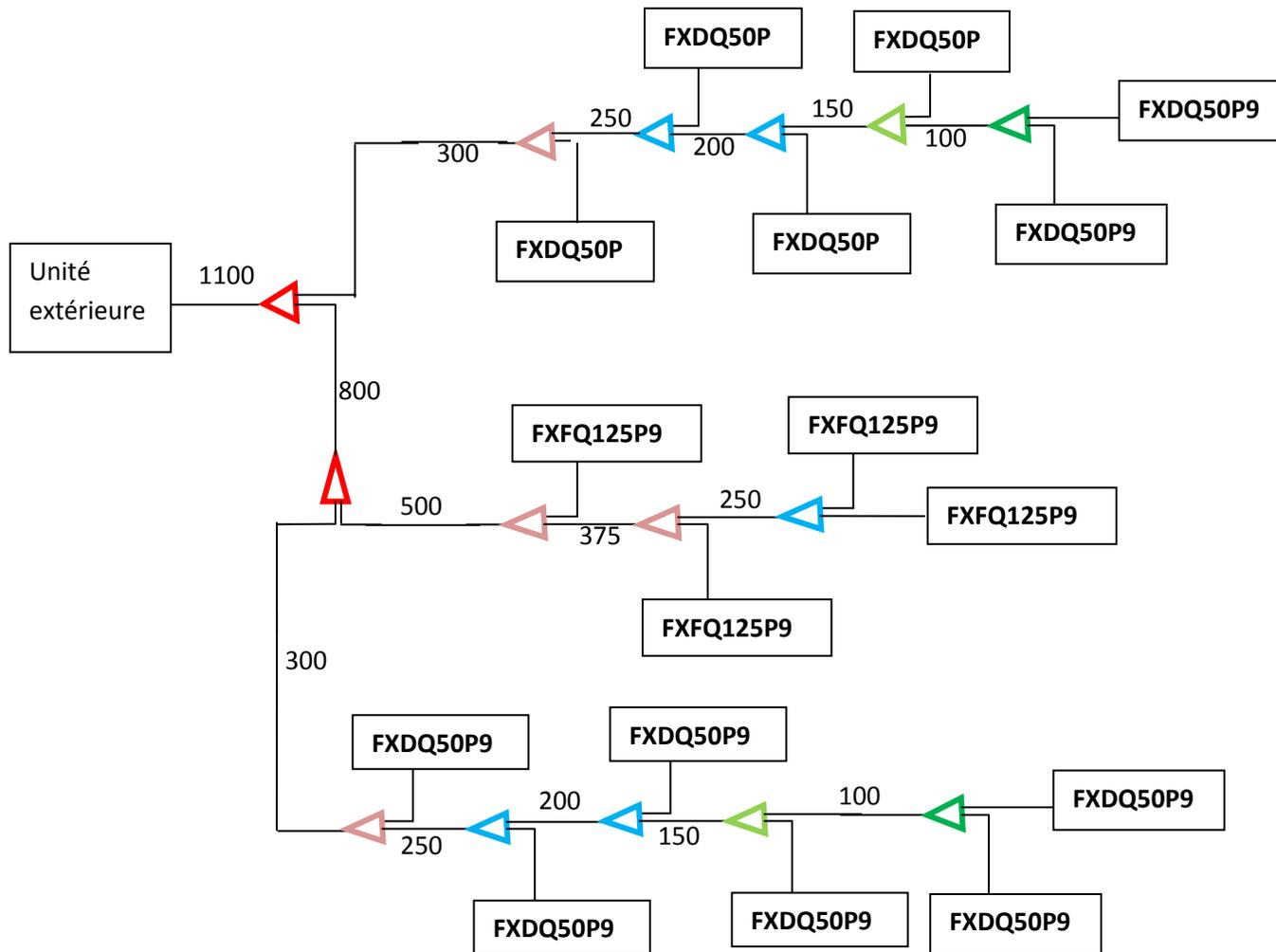
**Annexe 4 : Raccordements des unités de climatisation VRV A et VAV B**



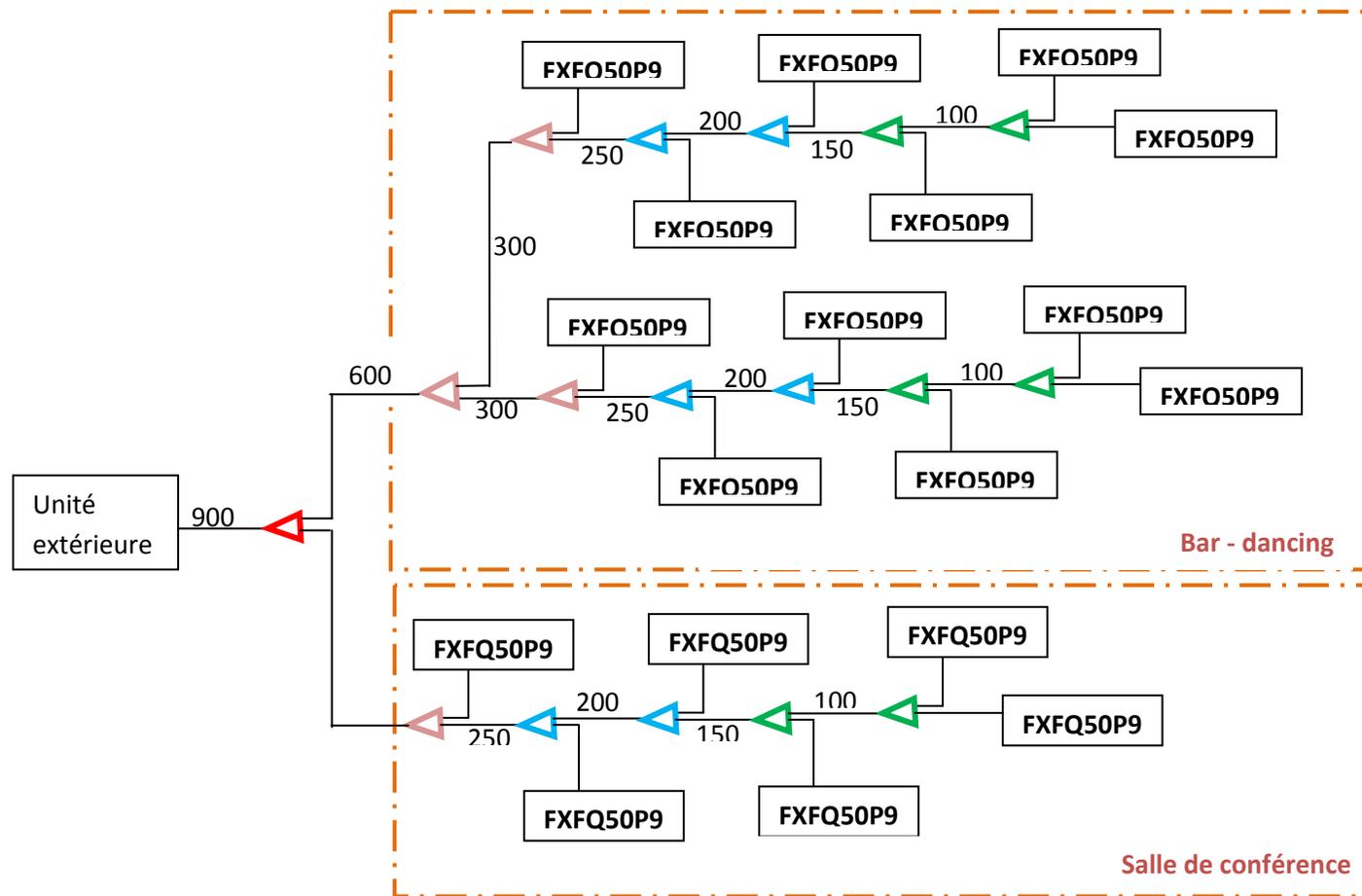
**Annexe 5 : Raccordements des unités de climatisation VRV C ET VRV D**



**Annexe 6:** Raccordements des unités de climatisation VRV E



**Annexe 7 :** Raccordements des unités de climatisation VRV F



**Annexe 8 : Abaque pour le choix des tuyauteries d'eau glacée**

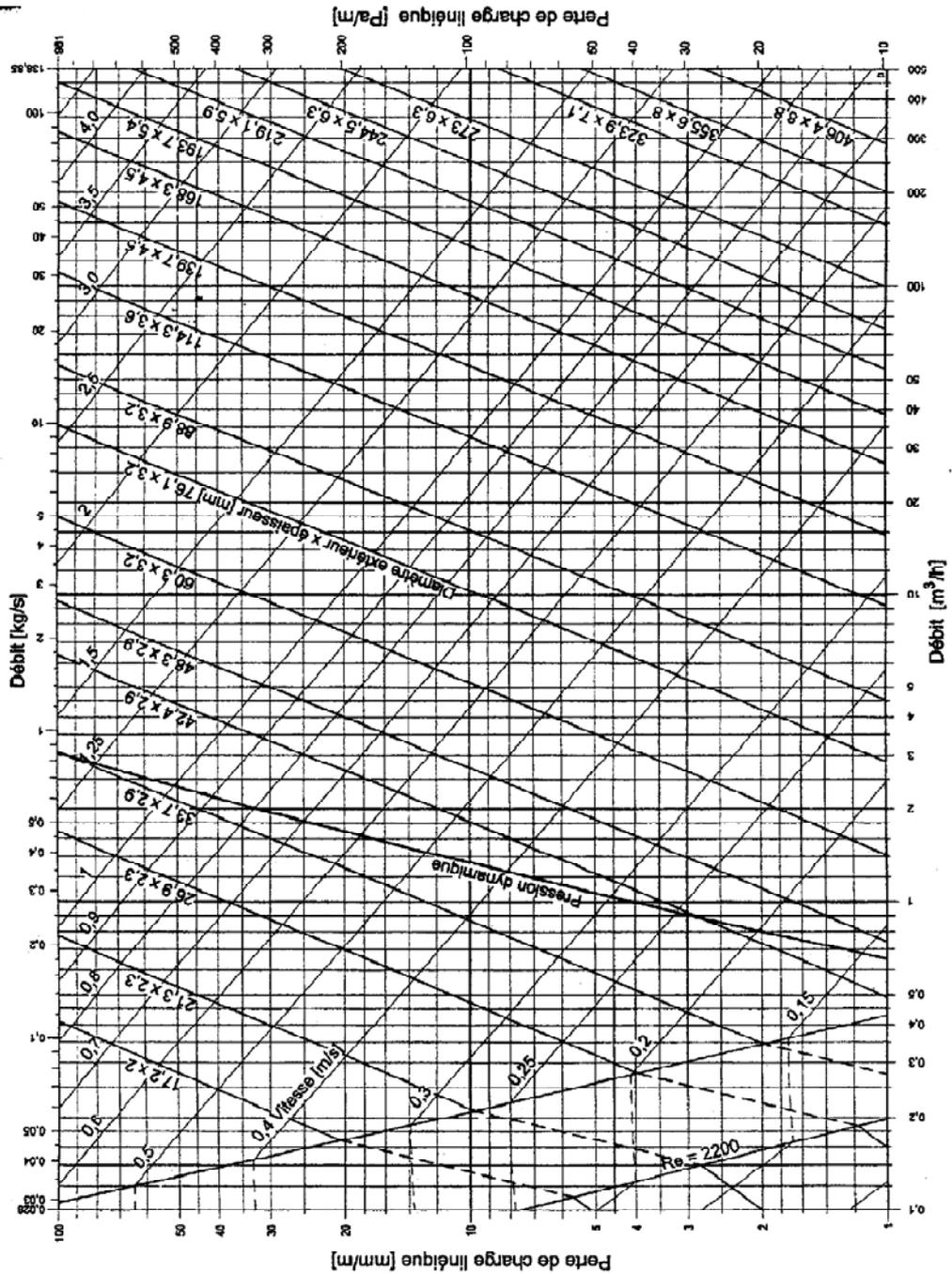


Figure 3.3.1.D Perte de charge linéique des tubes en acier noir (Rugosité absolue : 0,05 [mm])  
 Eau glacée à 6 °C (Masse volumique : 999,7 [kg/m³], Viscosité cinématique : 1,35 [cSt]).