



**CONCEPTION D'UN PLAN DE RESTAURATION ET DE MODERNISATION
DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES ET ENERGETIQUES DE
L'U.CO.B.A.M**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER D'INGENIERIE EN ENERGIE ET PROCEDES INDUSTRIELS
OPTION : ENERGETIQUE

Présenté et soutenu publiquement le 26 janvier 2016 par:

BEROLE WILFRIED WOULAJIE

Travaux dirigés par :

- **Dr. Daniel YAMEGUEU**, enseignant-chercheur, chef du Laboratoire Energie Solaire et Economie d'Energie (LESEE), 2iE
- **Ing. Henri KOTTIN**, ingénieur chercheur du Laboratoire Energie Solaire et Economie d'Energie (LESEE), 2iE
- **Ing. Souleymane DIARRA**, Directeur de la Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements (SEEE) du Burkina Faso

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr. Sayon SIDIBE

Membres et correcteurs : Dr. Ahmed BAGRE

Ing. Henri KOTTIN

Promotion

[2014/2015]

«Je sais vivre dans l'humiliation, et je sais vivre dans l'abondance. En tout et partout j'ai appris à être rassasié et à avoir faim, à être dans l'abondance et à être dans la disette. Je puis tout par celui qui me fortifie», **Philippiens4/12;13**

« Si tu veux avoir connaissance des choses, commence par leur détail et ne passe d'un détail à l'autre qu'après avoir bien fixé le premier dans ta mémoire », **L.D. Vinci**

DEDICACES

Je dédie ce mémoire de fin d'étude :

- A **la Sainte Trinité**, vous qui m'avez toujours protégée et guidée tout au long de ma vie, je vous rends grâce pour toutes les merveilles accomplies dans mon humble existence. J'implore aussi votre bénédiction et votre miséricorde afin que je puisse vous rester fidèle.

- A ma chère mère **WEGAN Octavie**, toi qui as bien voulu me porter en ton sein et qui m'a fait voir le jour, inculqué la rigueur dans le travail ainsi que le goût de l'excellence, reçois ici toute ma reconnaissance pour n'avoir ménagé aucun effort pour que j'en sois à ce niveau aujourd'hui. Que Dieu te bénisse et te protège afin que je puisse bénéficier encore de tes conseils et de ton affection.

- A tous ceux dont je porte les noms dans mon cœur et qui ne figurent pas dans le présent mémoire, merci pour votre soutien et que Dieu vous comble de ses grâces

QUE DIEU VOUS BENISSE!!!

REMERCIEMENTS

Je voudrais exprimer toutes ma reconnaissance à ceux qui ont œuvré de près ou de loin à la réussite de ce travail tout au long de mon stage. J'ai eu l'opportunité de bénéficier de l'assistance des personnes qualifiées qui n'ont ménagé aucun effort à donner une satisfaction à mes demandes et besoins. L'élaboration de ce rapport a nécessité beaucoup d'efforts sur la documentation, observations, discussions et d'analyse.

Mes sincères remerciements vont au Dr. **Daniel YAMEGUEU** et à M. **Henri KOTTIN**, mes encadreurs qui m'ont permis de finir ce Mémoire. Vous avez fait grandir en moi la rigueur dans le travail.

Je voudrais témoigner ma profonde gratitude à M. **Souleymane DIARRA**, Directeur Général de la Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements du Burkina Faso de m'avoir accueilli dans sa structure et permis de travailler au sein de sa dynamique équipe. Je garde en mémoire son sens de l'organisation et son amour du travail bien fait.

Mes sincères remerciements vont à M. **Honoré Patrice TOE**, le Directeur Général de la Société d'Ingénierie et de Contrôle du Burkina qui m'a permis de travailler sur ce sujet passionnant.

J'adresse un merci à l'ensemble du personnel de la fondation 2iE, en particulier le corps professoral pour leur formation de qualité.

Je ne saurais finir sans remercier tous les travailleurs de la Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements (SEEE) que j'ai côtoyés, avec lesquels j'ai vécu au quotidien, et tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à l'achèvement de ce présent Mémoire.

RESUME

Au regard de la crise énergétique que traverse la plupart des pays du monde et en particulier d'Afrique aujourd'hui, l'efficacité énergétique est une notion de plus en plus importante et dont il faut prendre en compte dans les procédés énergétiques. C'est dans cette logique que, les responsables de la société UCOBAM ont décidé de faire un appel d'offres pour la réhabilitation de leurs bâtiments, particulièrement des chambres froides. Après l'état de lieux fait par l'entreprise SEEE on constate notamment la vétusté des équipements, l'arrêt de certaines chambres froides (CF), l'absence d'une source de remplacement (secours), une forte consommation de l'énergie réactive et la mauvaise résistance de l'enveloppe des chambres froides.

Face à ces problèmes, il nous a été demandé de procéder à une nouvelle conception des installations frigorifiques, de l'électricité et du champ PV selon les besoins des charges de la structure. Nous avons ainsi dimensionné l'isolant et les installations des 5 CF avec condenseur à air; les puissances sont réparties comme suit:

- Les chambres froides 1 et 4 ont une puissance frigorifique de 24,6 kW chacune;
- Les chambres froides 2 et 3 ont une puissance frigorifique de 12,2 kW chacune;
- Et la chambre froide 5 a une puissance frigorifique de 42,1 kW.

Concernant la climatisation, les salles de dépôts sont maintenues à 25°C pour éviter les chocs thermiques sur les denrées lors de l'entreposage. Ce qui permet de trouver une puissance frigorifique de 45 kW pour la salle de dépôt Ouest et 56 kW pour la salle de dépôt Est.

Ensuite, un bilan de puissance nous a permis de déterminer la puissance du poste de transformateur qui est de 250kVA et un groupe électrogène de 400kVA. Dans le cas de notre étude, nous avons eu un facteur de puissance de 0,78 d'où une facturation de l'énergie réactive. Cela nous a amené à élever le facteur de puissance à 0,95, en installant une batterie de condensateur d'une puissance réactive de 86,35kvar.

Enfin, pour réduire les factures d'électricité de l'UCOBAM il a été installé un champ photovoltaïque (PV) d'une puissance de 96 kW_c. Cette énergie PV est injectée sur le réseau de la SONABEL interne de l'UCOBAM

Mots Clés :

- 1 - Entreposage frigorifique
- 2 - Climatisation
- 3 - Bilan de puissance
- 4 - Efficacité énergétique
- 5 - Solaire photovoltaïque

ABSTRACT

Given the energy crisis in most countries of the world and particularly in Africa today, energy efficiency is a concept increasingly important and which should be taken into account in the energy processes. It is in this sense that those responsible for UCOBAM company decided to make a tender for the rehabilitation of their buildings, particularly for cold rooms. After the state of places made by the company ESA finds it particularly outdated equipment, stopping some cold rooms (CF), the lack of an alternative source (relief), and high consumption of reactive energy and poor strength of the casing cold rooms.

Faced with these problems, it has been asked to make a new design of refrigeration systems, electrical and PV array as required loads of the structure. We thus sized insulation and facilities for CF 5 with air condenser; the powers are as follows:

- Cold rooms 1 and 4 have a cooling capacity of 24.6 kW each;
- Cold rooms 2 and 3 have a cooling capacity of 12.2 kW each;
- And the cooler 5 has a cooling capacity of 42.1 kW.

Concerning air conditioning, deposit facilities are maintained at 25°C to avoid thermal shocks on the food during storage. Which allows find a cooling power of 45 kW for the west storage room and 56 kW for the East storage room.

Then, a power budget allowed us to determine the transformer station which is to 250kVA and 400kVA generator set. In the case of our study, we had a power factor of 0.78 resulting in a billing reactive energy. This led us to raise the power factor to 0.95, installing a capacitor bank for reactive power 86.35 kvar.

Finally, to reduce the electricity bills of UCOBAM it was installed a photovoltaic field (PV) with a power of 96 kWc. This PV energy is fed into the network of internal SONABEL of UCOBAM

Keywords :

-
- 1 - Cold storage
 - 2 - Air conditioning
 - 3 - Power assessment
 - 4 - Energy Efficiency
 - 5 - Solar photovoltaic

LISTE DES ABREVIATIONS

AC : Courant Alternatif

AIE : Agence internationale de l'énergie

CC : Courant Continu

CF : Chambre Froide

DTEPE : Détendeurs Thermostatiques à Egalisation de Pression Externe.

BT : Basse tension

FF : Fluide Frigorigène

FP : Facteur de Puissance

K_e : Coefficient d'extension

MT : Moyenne tension

MOP : Maximum Operating pressure

SEEE : La Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements

SONABEL : Société Nationale d'électricité du Burkina

UCOBAM : L'Union des Coopératives Agricoles et maraîchers du Burkina

τ : Taux de compresseur

λ : Conductivité thermique

PV : Photovoltaïque

kWc : Kilowatt crête

Sommaire

DEDICACES.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME.....	iv
ABSTRACT	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX	x
LISTE DES FIGURES	x
INTRODUCTION.....	1
1 CONTEXTE.....	1
2 PROBLEMATIQUE	1
3 OBJECTIFS DE L'ETUDE	2
4 PRESENTATION DU LIEU DE STAGE	2
Chapitre 1 : ETAT DES LIEUX DE L'UCOBAM.....	3
1 PRESENTATION DE L'UCOBAM	3
2 ETAT DES LIEUX DES ENTREPÔTS FRIGORIFIQUES DE L'UCOBAM	3
2.1 Inventaire du matériel existant	3
2.2 Etat du matériel	4
2.2.1 Enveloppes des entrepôts frigorifiques.....	4
2.2.2 Installations frigorifiques.....	4
3 ETAT DES LIEUX DES SALLES DE DEPÔTS.....	6
4 ETAT DES LIEUX DU RESEAU ELECTRIQUE	6
5 ETAT DES LIEUX DES BUREAUX	7
6 SYNTHESE.....	7
Chapitre 2 : REHABILITATION DU BATIMENT DE L'UCOBAM.....	9
1 REHABILITATION DES ENTREPOSAGES FRIGORIFIQUES	9
1.1 Choix et dimensionnement optimal de l'isolant thermique	9
1.1.1 Choix de l'isolant des chambres froides du projet	9
1.1.2 Construction de l'isolation des chambres froides	9
1.2 Bilan thermique des chambres froides de l'UCOBAM	11
1.2.1 Généralités.....	11
1.2.2 Puissances frigorifiques de l'évaporateur.....	11
1.2.3 Puissance frigorifique effective de l'évaporateur	12
1.2.4 Données d'exploitation	12
1.2.5 Charge maximale.....	13
1.2.6 Charge journalière	13

1.2.7	Résultats des calculs des charges thermiques des chambres froides	14
1.3	Dimensionnement des éléments du circuit fluide.....	14
1.3.1	Production du froid.....	14
1.3.2	La machine de production du froid	14
1.3.3	Température d'ébullition $\theta_{éb}$	15
1.3.4	Température critique θ_{cr}	15
1.3.5	Pression du cycle frigorifique.....	15
1.3.6	Dimensionnement des différents éléments des systèmes frigorifiques des chambres froides	15
1.3.7	Conditions et hypothèses de fonctionnement de la machine	16
1.3.8	Tracé du cycle frigorifique	16
1.3.9	Calcul et sélection des différentes parties de la machine	17
1.3.10	Sélection des différents organes annexes de la machine	20
1.4	Schéma type d'une installation frigorifique	21
1.4.1	Régulation des installations frigorifiques de l'UCOBAM.....	22
1.4.2	Dégivrage des installations frigorifiques de l'UCOBAM.....	22
2	REHABILITATION DES SALLES DE DEPÔTS	23
2.1	Calcul des charges thermiques	23
2.1.1	Hypothèses de travail sur les calculs des charges.....	23
2.1.2	Résultats des calculs du bilan thermique.....	24
2.2	Choix des unités intérieures et extérieures	24
3	REHABILITATION DE L'ELECTRICITE COURANTS FORTS	25
3.1	Généralités.....	25
3.2	Bilan de puissance	26
3.3	Source principale.....	26
3.3.1	Définition.....	26
3.3.2	Choix de la source	26
3.4	Source de remplacement.....	26
3.4.1	Définition.....	26
3.4.2	Dimensionnement et choix de la source de secours	27
3.5	Compensation d'énergie réactive.....	28
3.5.1	Energies active, réactive, apparente	28
3.5.2	Facteur de puissance.....	29
3.5.3	Choix du type de compensation	30
	Chapitre 3 : ENERGIE SOLAIRE.....	31
1	DIMENSIONNEMENT	31

1.1	Dimensionnement du système photovoltaïque avec injection sur le réseau.....	32
1.1.1	Estimation du rayonnement.....	32
1.1.2	Profil de charge.....	33
1.2	Hypothèses	33
2	ANALYSE FINANCIERE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE	33
2.1	Critères de coût économique de cycle de vie du système.....	33
2.2	Coût de cycle de vie du système LCC.....	34
2.3	Temps de retour sur investissement TRI.....	34
2.4	Coût du kWh	35
3	RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE	35
	RECOMMANDATIONS.....	36
1	RECOMMANDATION SUR L'ENTREPOSAGE FRIGORIFIQUE	36
1.1	Enveloppe.....	36
1.2	Entreposage de produits	36
1.3	Installation frigorifique.....	37
2	RECOMMANDATION SUR LA CLIMATISATION	37
3	RECOMMANDATION EN ELECTRICITE.....	37
4	RECOMMANDATION SUR L'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE.....	38
	CONCLUSION	39
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	40
	SITES INTERNET.....	41
	ANNEXES	II
	Annexe 13 : Caractéristiques du groupe électrogène de secoure choisi de l'UCOBAM.....	XI
	Annexe 14 : Détaille de la formule du coût de cycle de vie du système	XI
	Annexe 17 : Caractéristiques des évaporateurs des chambres froides extraient du catalogue	XIV
	Annexe 18 : Caractéristiques des évaporateurs des chambres froides extraient du catalogue	XV
	Annexe 19 : Caractéristiques des compresseurs des chambres froides extraient du catalogue Cofriset	XVI
	Annexe 20 : Caractéristiques des condenseurs à air des chambres froides extraient du catalogue Cofriset	XVII
	Annexe 21 : Caractéristiques des détendeurs des chambres froides extraient du catalogue Cofriset	XVIII
	Annexe 22 : Caractéristiques des vannes électromagnétiques des chambres froides extraient du catalogue Cofriset.....	XIX
	Annexe 23 : Caractéristiques des filtres déshydrateurs des chambres froides extraient du catalogue Cofriset.....	XX
	Annexe 24 : Caractéristiques des voyants liquide des chambres froides extraient du catalogue Cofriset	XXI

Annexe 25 : Caractéristiques des réservoirs liquide des chambres froides extraient du catalogue Cofriset	XXII
Annexe 26 : Caractéristiques des séparateurs d'huile des chambres froides extraient du catalogue Cofriset	XXIII
Annexe 27 : Caractéristiques des systèmes VRV de DAKIN	XXIV
Annexe 28 : Caractéristiques des cassettes de DAKIN	XXV
Annexe 29 : plan de masse du bâtiment de l'UCOBAM	XXV

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif de certains équipements des entrepôts frigorifiques de l'UCOBAM	3
Tableau 2 : Etats des équipements du circuit fluide et du système de refroidissement	5
Tableau 3 : Récapitulatifs de l'état des lieux de l'UCOBAM	7
Tableau 4 : Conditions de conservation des produits maraîchers [2]	13
Tableau 5 : Contenance totale de chaque chambre froide de l'UCOBAM	13
Tableau 6 : Puissances frigorifiques prévisionnelles des chambres froides de l'UCOBAM	14
Tableau 7 : Propriétés de quelques fluides transition, alternatif au R404A [5]	15
Tableau 8 : Coefficient du R404A en fonction du taux de compression [5]	16
Tableau 9 : Caractéristiques des évaporateurs des chambres froides de l'UCOBAM	18
Tableau 10 : Caractéristiques des compresseurs des chambres froides	18
Tableau 11 : Condenseur à air horizontal choisi pour les CF	19
Tableau 12 : Détendeurs thermostatique à égalisation externe	20
Tableau 13 : Modèles et coûts des organes annexes de l'installation	20
Tableau 14 : Hypothèses de calculs	23
Tableau 15 : Rayonnements globaux reçus en avril à 13h	23
Tableau 16 : Valeurs des chaleurs latentes et sensibles de chaque local de l'UCOBAM	24
Tableau 17 : Caractéristiques des unités intérieures et extérieures de l'UCOBAM	25
Tableau 18 : Ensoleillement global sur une inclinaison de 15° vers le SUD à Ouagadougou	32
Tableau 19 : Résumé du choix des composantes et coûts	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : photos de l'enveloppe des entrepôts de l'UCOBAM	4
Figure 2 : Photos de l'installation frigorifique de l'UCOBAM	5
Figure 3 : Photos a, b, c et d montre l'état de l'enveloppe et de l'installation frigorifique des salles de dépôts	6
Figure 4 : Installation électrique (câble et interrupteur)	7
Figure 5: Charge thermique d'une chambre froide	12
Figure 6 : Schéma de la machine frigorifique de base	14
Figure 7 : Schéma de principe des installations fluidiques des CF de l'UCOBAM	21
Figure 8 : Les différents apports de chaleur dans le local	24
Figure 9 : Principe de la compensation d'énergie réactive	30
Figure 10 : Composition d'un système photovoltaïque raccordé au réseau [6]	31
Figure 11 : Profil de charge de l'UCOBAM avec toutes les CF en fonctionnement	33

INTRODUCTION

1 CONTEXTE

Le processus qui a placé la protection de l'environnement au cœur de l'agenda de la communauté internationale, a connu un tournant décisif avec la consécration à la fin des années 80 du concept de développement durable défini comme « un développement qui permet de satisfaire les besoins des générations présentes sans compromettre les capacités des générations futures à satisfaire aux leurs » (**Rapport Brundtland, 1987**). Cette nouvelle approche du développement concilie l'efficacité économique, la viabilité environnementale et l'équité sociale.

Par ailleurs, le pétrole représente actuellement **33% de l'énergie finale** que nous utilisons au niveau mondial d'après l'Agence Internationale de l'Energie (AIE). Cette proportion importante dans notre consommation d'énergie doit nous faire prendre conscience des moyens importants qui seront à mettre en œuvre pour substituer cette ressource lorsque celle-ci ne sera plus disponible.

De plus, le Burkina Faso, pays sahélien enclavé, ressent avec acuité l'importance de l'énergie comme facteur pouvant influencer son processus de développement socioéconomique.

Les responsables de l'Union des Coopératives Agricoles et Maraîchers du Burkina (UCOBAM) ont décidé de faire un appel d'offres pour la réhabilitation de leur bâtiment particulièrement des chambres froides.

L'objectif est de rénover et moderniser les chambres froides et les locaux de bureaux du bâtiment de la zone aéroportuaire de l'UCOBAM.

Le projet dans sa globalité se compose de grands ensembles suivants: des chambres froides à températures positives; des locaux à usage de bureau; des salles de dépôts et des boutiques.

2 PROBLEMATIQUE

Après l'état des lieux à l'UCOBAM, on peut dire qu'elle se trouve aujourd'hui confrontée à plusieurs problèmes :

- La capacité totale d'entreposage est réduite par l'arrêt de certaines chambres froides
- L'insuffisance de production de froid, car avec le vieillissement des salles d'entreposage, il y a beaucoup de pertes dues aux parois, plafond, portes et sol et aussi la baisse de rendement de l'ensemble de l'installation.
- La mauvaise condition d'entreposage à certaines périodes de pointe d'où on enregistre des pertes de produits par assèchement ou flétrissement pour le haricot vert et le pourrissement pour les autres produits entreposés.

- La dépendance des installations frigorifiques par rapport à la tour de refroidissement, ce qui entraîne une consommation supplémentaire d'énergie lorsque le minimum (2) des machines est en marche.
- La consommation d'énergie électrique élevée due à l'inefficacité des appareils vétustes.
- L'absence de source secours de l'installation électrique du bâtiment lors des coupures de la SONABEL.

3 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif général de notre travail est de faire des propositions de réhabiliter des chambres froides de l'UCOBAM. Plus spécifiquement, il s'agira de :

- Effectuer un état des lieux et une analyse des installations frigorifiques et électriques existantes de l'UCOBAM.
- Faire une conception moderne des chambres froides, de la climatisation, des installations électriques et d'un système à énergie renouvelable (solaire photovoltaïque) de la zone aéroportuaire de Ouagadougou.
- Faire des recommandations pour la rénovation des installations de l'UCOBAM en se basant sur la conception effectuée.

4 PRESENTATION DU LIEU DE STAGE

Notre stage s'est déroulé à la Société d'Etudes et Entreprise d'Equipements (SEEE) située à Gounghin avenue Zoalga, secteur n° 8, côté Sud gare BTI. SEEE est créée depuis 1963 et aujourd'hui dirigée par l'ingénieur Souleymane DIARRA. Elle intervient dans le bâtiment, l'industrie, la maintenance, l'hydraulique et l'énergie. Son équipe actuelle intervient dans l'étude, la réalisation des travaux et la maintenance dans les lots techniques suivants :

- Froid et Climatisation
- Plomberie
- Electricité courants forts et courants faibles
- Ascenseur
- Détection et protection incendie
- Hydraulique villageoise & urbaine.

SEEE est implantée dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest à savoir : la Côte d'Ivoire, le Burkina Faso, le Mali, le Sénégal, le Togo, la Guinée Bissau.

Chapitre 1 : ETAT DES LIEUX DE L'UCOBAM

1 PRESENTATION DE L'UCOBAM

L'Union des Coopératives Agricoles et Maraîchers du Burkina (UCOBAM) est une structure qui s'est lancée dans la production et l'exploitation des fruits et légumes depuis 1968. Il est situé dans la zone aéroportuaire de Ouagadougou et dispose de cinq chambres froides à température positive de capacité totale d'environ 1200 m³, deux dépôts de conditionnement d'un volume unitaire de 1361 m³ et des bureaux du personnel (voir plan de masse à la fin du document). Les principaux produits conservés sont les haricots verts, les mangues, les pommes de terre, les oignons et les bananes.

Les installations sont vétustes, vieilles d'environ quarante ans (40), trois des cinq chambres sont hors services et les deux autres viennent d'être mises en service; ceci, grâce au changement de leur compresseur. De même, de nombreux équipements sont en panne (certains ventilateurs d'évaporateurs, tour de refroidissement, pompe à eau ...).

2 ETAT DES LIEUX DES ENTREPÔTS FRIGORIFIQUES DE L'UCOBAM

2.1 Inventaire du matériel existant

Le complexe comprend cinq chambres froides (CF) numérotées de I à V dont les dimensions sont données en (annexe 3). Toutes les chambres froides sont à température positive. L'isolation est du polystyrène expansé. Les CF I, II, III et IV sont équipées des systèmes frigorifiques identiques, composés d'un évaporateur à air forcé, d'un compresseur hermétique, d'un détendeur thermostatique à égalisation de pression externe (DTEPE), d'un condenseur multitubulaire à eau et d'organes annexes (déshydrateur, voyant de liquide, robinets manuels...); le refroidissement des condenseurs est assuré par une tour de refroidissement et la circulation de l'eau se fait à l'aide de 2 pompes à eau. La chambre froide V est composée de 2 évaporateurs à air forcé, d'un compresseur hermétiquement accessible, un condenseur à air, de DTEPE et des organes annexes. Ces installations frigorifiques fonctionnent au fluide frigorigène R12.

Le dégivrage se fait manuellement par arrêt du compresseur et ventilation forcée de l'évaporateur. Des thermostats et les pressostats assurent la régulation et la sécurité de fonctionnement.

Tableau 1 : Récapitulatif de certains équipements des entrepôts frigorifiques de l'UCOBAM

Equipements	Nombre CF	Nombre total	Puissance frigorifique unitaire	Année d'acquisition
Compresseur	1 pour chaque CF	5	22 kW pour la CF V	1973(CF IV et II), 1985(CF V) et

Equipements	Nombre CF	Nombre total	Puissance frigorifique unitaire	Année d'acquisition
			et 11kW pour les autres	2015 (CF I et III)
Condenseur	" "	5	-	1973(CF I à IV) et 1985 (CF V)
Evaporateur	2 pour la CF V et 1 pour les autres	6	-	1973
Détendeur	2 pour la CF V et 1 pour les autres	6	-	1973
Tour de refroidissement	1 pour chaque CF I à IV	1	-	1973
Pompes à eau	2 pour les CF I à IV	2	-	1985
Isolant	-	-	-	1973

2.2 Etat du matériel

La majeure partie de l'enveloppe et des équipements frigorifiques de l'UCOBAM sont déjà amortis et demeurent dans un état médiocre.

2.2.1 Enveloppes des entrepôts frigorifiques

Elles présentent plusieurs anomalies. Tout d'abord, on remarque nettement une dégradation des parois. Elles sont parsemées de grandes fissures. Certaines fissures ont été corrigées au mortier mais ce dernier se désagrège également. Ainsi, l'isolation des parois des chambres froides n'est plus efficace. En effet, le polystyrène servant d'isolant est à découvert en raison de multiples fissurations et effondrements des parois. Une partie de cet isolant se retrouve par terre comme l'indique la figure 1 :



Figure 1 : photos de l'enveloppe des entrepôts de l'UCOBAM

La dalle à certains points s'est affaissée, la peinture s'écaille. Les joints d'étanchéité des portes sont totalement abimés occasionnant des pertes thermiques considérables.

2.2.2 Installations frigorifiques

Les appareils frigorifiques des chambres froides de l'UCOBAM sont en mauvais états. Mais, cependant, il faut noter que les chambres froides I et III ont été dépannées par le remplacement de leur compresseur. Les autres CF sont hors service à cause de la vétusté des appareils.

Nous pouvons aussi constater la dépendance de toutes les installations frigorifiques par une tour de refroidissement vétuste, qui consomme à elle seule de l'énergie électrique mais aussi

de l'eau pour refroidir les condenseurs par l'intermédiaire de l'eau comme l'indique la figure 2 :



a) : Compresseur et condenseur



b) Pompe à eau

c) Tour de refroidissement

Figure 2 : Photos de l'installation frigorifique de l'UCOBAM

Sur le terrain, nous avons pu déceler les anomalies de fonctionnement de certains équipements. Ainsi, à l'aide du tableau de synthèse, nous résumons ci-dessous l'état des différents équipements frigorifiques.

Tableau 2 : Etats des équipements du circuit fluide et du système de refroidissement

Désignation	Compresseur	Condenseur	Evaporateur	Détendeur	Peinture	Isolant Polystyrène	Organes annexes	Tour de refroidissement	Pompes à eau
CF I	Bon état	Médiocre	Médiocre	Passable	Sale	Vétuste	Passable	Etat médiocre	Etat médiocre
CF II	Mauvais état	" "	Mauvais état	" "	" "	" "	" "		
CF III	Bon état	" "	Médiocre	" "	" "	" "	" "		
CF IV	Mauvais état	" "	Mauvais état	" "	" "	" "	" "		
CF V	Mauvais état	Mauvais état	Mauvais état	" "	" "	" "	" "		

L'analyse de ce tableau montre que trois des cinq chambres froides sont hors service, et deux fonctionnent. En outre, il ressort de cette analyse que dans l'ensemble, l'état des équipements est mauvais.

Ainsi donc, en vue de restaurer les chambres froides et d'améliorer la qualité des produits conservés, il est nécessaire de procéder à un remplacement de tous les équipements

frigorifiques et d'installer des condenseurs à air pour une bonne exploitation. Car l'air est gratuit à 100%.

3 ETAT DES LIEUX DES SALLES DE DEPÔTS

Les salles de conditionnement du complexe sont aussi dans un mauvais état. On peut constater la vétusté des plafonds, portails, du sol et des installations frigorifiques comme l'indiquent les photos suivantes:



a) Portail b) Plafonds c) Sol de la salle de dépôt d) Installation frigorifique

Figure 3 : Photos a, b, c et d montre l'état de l'enveloppe et de l'installation frigorifique des salles de dépôts

Les installations frigorifiques sont hors service et la température des salles de dépôts est très élevée. Cette température peut atteindre 42°C durant les mois d'Avril et Mai. Ainsi, un conditionnement de ces salles s'avère nécessaire pour réduire la demande frigorifique au niveau des chambres froides.

4 ETAT DES LIEUX DU RESEAU ELECTRIQUE

Lors de la visite du bâtiment de l'UCOBAM, nous avons constaté :

- l'absence d'une source de secours, ceci est due à la vétusté du groupe électrogène existant.
- Que le poste de transformation est dans un état critique car ce transformateur a été installé dans les années 70 par la SONABEL. La société nationale d'électricité Burkinabè a recommandé aux responsables de l'UCOBAM et aux autres clients prenant leur alimentation électrique sur le même transformateur, de changer ce poste de transformation.
- Que certaines réglettes et ampoules sont hors d'usage et leurs câbles d'alimentation pendent au plafond. L'état des interrupteurs présente une grande insécurité comme indique les photos suivantes :



a) Câble électrique

b) Interrupteurs

Figure 4 : Installation électrique (câble et interrupteur)

Ainsi donc, en vue d'assurer la conservation des denrées en cas de coupure de l'énergie électrique par la SONABEL, réduire la consommation de l'énergie réactive et diminuer les pertes au niveau du transformateur et assurer la sécurité des usagers, il faudrait effectuer une rénovation de ces différents équipements.

5 ETAT DES LIEUX DES BUREAUX

Les bureaux sont constitués d'une manière générale par des appareils électriques tel que des matériels informatiques, des climatiseurs et/ou des ventilateurs. Dans ces bureaux, une rénovation avait déjà été effectuée au début de l'année 2015. Nous pouvons donc dire dans cette partie, que le respect des normes et les règles de l'art a été effectif.

6 SYNTHESE

Les observations et les analyses faites précédemment mettent en évidence trois principales actions. De prime abord, une remise à niveau du génie civil est nécessaire pour corriger et renforcer la structure des bâtiments concernés. Il s'agira de manière générale de pallier aux problèmes de fissuration, d'isolation, d'effondrement des parois et d'adapter les différents locaux à leur emploi.

Ensuite suivra une remise à niveau des installations techniques pour rendre efficace la production de froid et normaliser les installations électriques. Dans cette optique, le redimensionnement des chambres froides permettra de trouver les composantes frigorifiques mieux adaptées à ces dernières pour une utilisation plus efficace. D'un autre côté, cette action s'accompagnera d'un recensement précis des installations électriques à réaliser et à mettre aux normes. Le tableau 3 indique l'état des lieux du bâtiment de l'UCOBAM.

Tableau 3 : Récapitulatifs de l'état des lieux de l'UCOBAM

Rubrique	Etat	Conclusion	Travaux à entreprendre
Enveloppe des entrepôts frigo.	Mauvais	Vétuste	Redimensionner et installer l'isolant
Installation frigorifique	Mauvais	Vétuste	Redimensionner et installer les équipements

Rubrique	Etat	Conclusion	Travaux à entreprendre
			frigorifiques ayant un condenseur à air
Installation frigorifique des salles de dépôts	Mauvais	A changer	Redimensionner et installer les équipements frigorifiques (VRV) pour le conditionnement
Transformateur	Médiocre	Vétuste	Dimensionner le transformateur prenant en compte toutes les charges de l'UCOBAM
Groupe électrogène	Absent	Absent sur le site	Redimensionner et installer le groupe en prenant en compte toutes les charges du bâtiment

Enfin, à ces actions s'ajoutera une étude de faisabilité d'emploi d'énergie renouvelable pour réduire les dépenses en consommation d'énergie.

Chapitre 2 : REHABILITATION DU BATIMENT DE L'UCOBAM

1 REHABILITATION DES ENTREPOSAGES FRIGORIFIQUES

Dans notre projet, nous dimensionnerons les entrepôts frigorifiques pour la conservation des légumes et fruits. Ce dimensionnement se fera en plusieurs étapes à savoir :

- le choix et le dimensionnement optimal de l'isolant thermique,
- Bilant thermique des chambres froides de l'UCOBAM,
- Dimensionnement des éléments du circuit fluidique,
- Le choix des appareils principaux et les organes annexes du circuit fluidique.

1.1 Choix et dimensionnement optimal de l'isolant thermique

L'isolation permettra la réduction de la propagation de la chaleur entre le milieu extérieur et le milieu intérieur. Une bonne isolation s'impose donc pour les chambres froides afin de réduire les apports thermiques.

La performance de l'isolation augmente si l'isolant contient une certaine quantité d'air car l'air est le meilleur isolant s'il est sec et au repos $\lambda_{\text{air}}=0,020 \text{ W/m.K}$.

La grandeur qui permet de mesurer la qualité d'un isolant est la conductivité thermique (λ) en $\text{W/m } ^\circ\text{C}$ ou W/m K .

1.1.1 Choix de l'isolant des chambres froides du projet

L'isolation d'une chambre froide a une importance capitale sur le fonctionnement général de l'installation. Trop faible, elle facilite l'entrée de la chaleur par conduction à travers les parois et augmente le temps de marche du compresseur. Les types d'isolants sont cités à l'annexe1.

L'isolation doit limiter le coefficient global de transmission thermique à $0,36 \text{ W/m}^2.\text{ }^\circ\text{C}$ à travers toutes les parois des chambres froides [1].

A cause de ces qualités intéressantes et son coût abordable, on prendra comme isolant la mousse polyuréthane dont les caractéristiques sont :

- Conductivité thermique: $0,027 \text{ W/m. }^\circ\text{C}$
- Epaisseur à mettre : compatible avec la norme d'isolation (déterminée plus bas)
- Mode de construction : panneaux en sandwich à âme isolante en mousse de polyuréthane (Annexe2)

1.1.2 Construction de l'isolation des chambres froides

Après avoir effectué le choix de l'isolant, son épaisseur doit être calculée pour chaque paroi de façon à limiter le coefficient d'échange global à $0,36 \text{ W/m}^2.\text{ }^\circ\text{C}$

➤ Isolation des parois verticales et plafond

La construction de l'isolation des parois verticales et du plafond sera réalisée par la méthode sandwich [2]. Elle est constituée de:

- Enduit externe et interne
 - Epaisseur: $e_{\text{end.ext}} = 1,5 \text{ cm}$
 - Conductivité thermique: $\lambda_{\text{end.ext}} = 0,8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Brique
 - Epaisseur: $e_{\text{Briq}} = 15 \text{ cm}$
 - Conductivité thermique $\lambda_{\text{end.ext}} = 0,4 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Isolant (polyuréthane)
 - Epaisseur: $e_{\text{isol}} = ?$
 - Conductivité thermique: $\lambda_{\text{isol}} = 0,027 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
 - Densité 40 kg/m^3
- pare-vapeur
 - Epaisseur: $e_{\text{p.v}} = 0,05 \text{ cm}$
 - Conductivité thermique: $\lambda_{\text{p.v}} = 0,23 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

Une âme isolante en mousse de polyuréthane, injectée entre la brique creuse et le pare-vapeur, et possédant une densité de 40 kg/m^3 et une conductivité thermique de $0,027 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. L'épaisseur de cette âme doit être telle que:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} = 0,36 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} \quad (1)$$

Pour une paroi de chambre froide, on adopte [4]:

$$\frac{1}{h_i} = 0,12 \text{ m}^2\text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$\frac{1}{h_e} = 0,03 \text{ m}^2\text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$\sum_{j=1}^n \frac{e_j}{\lambda_j} = 2 \frac{e_{\text{end}}}{\lambda_{\text{end}}} + \frac{e_{\text{Briq}}}{\lambda_{\text{Briq}}} + \frac{e_{\text{p.v}}}{\lambda_{\text{p.v}}} + \frac{e_{\text{isol}}}{\lambda_{\text{isol}}} \quad (2)$$

$$e_{\text{isol}} = \left[\frac{1}{K} - \left(\frac{1}{h_i} + 2 \frac{e_{\text{end}}}{\lambda_{\text{end}}} + \frac{e_{\text{Briq}}}{\lambda_{\text{Briq}}} + \frac{e_{\text{p.v}}}{\lambda_{\text{p.v}}} + \frac{1}{h_e} \right) \right] \times \lambda_{\text{isol}} \quad (3)$$

$$e_{\text{isol}} = 0,0597538 \text{ m} \approx 60 \text{ mm}$$

➤ Le sol

le sol d'une chambre froide doit :

- Avoir une résistance mécanique capable de supporter des charges de stockage et de roulement

- Permettre une ventilation naturelle.
- avoir une légère pente d'écoulement pour permettre le nettoyage.

➤ Isolation des portes

Les accès des chambres froides sont fermés par des portes isothermes dont l'isolation est en rapport avec celle des parois sur lesquelles elles seront appliquées.

Les portes seront coulissantes avec huisserie profil en C, en inox 304L, venant se coiffer sur les cloisons avec vantail en tôle laquée blanc isolée avec de la mousse polyuréthane expansée d'une densité de 40 kg/m³. L'épaisseur d'isolation sera de 80 mm.

Les portes doivent comporter les accessoires suivants :

- des joints d'étanchiétés
- un rideau à recouvrement des lanières pvc de 60% avec pour caractéristiques:
 - Epaisseur : 2mm
 - largeur : 200mm
 - Température d'utilisation : de -20°C à +60°C

1.2 Bilan thermique des chambres froides de l'UCOBAM

1.2.1 Généralités

Le calcul des charges thermiques d'une chambre froide a pour objet la détermination de la puissance frigorifique de l'équipement à mettre en œuvre pour la réfrigération de cette chambre.

Les charges thermiques d'une chambre froide se répartissent en deux catégories :

- les charges thermiques externes
- les charges thermiques internes.

Les charges thermiques internes se divisent en deux catégories que sont les charges dépendantes des produits entreposés et les charges indépendantes des produits entreposés.

Les formules des charges thermiques nous ont permis de créer une fiche Excel de calcul pour déterminer la puissance frigorifique des chambres froides. Cette fiche donnée à l'annexe 4.

1.2.2 Puissances frigorifiques de l'évaporateur

Ici, on détermine la **puissance frigorifique intermédiaire** P_{int} que le ou les évaporateurs devront assurer afin de couvrir la charge thermique intermédiaire Q_{int} . La charge frigorifique intermédiaire Q_{int} (W) est la somme des charges thermiques calculées précédemment:

$$Q_{int} = Q_{tr} + Q_{re} + Q_{op} + Q_{ec} + Q_{pe} + Q_{md} + Q_{de} + Q_{res} \quad (4)$$

En désignant par t_{int} la durée journalière de fonctionnement de l'installation frigorifique en heures, la puissance frigorifique intermédiaire de l'évaporateur P_{int} (en W) s'écrit :

$$P_{\text{int}} = \frac{Q_{\text{int}} \times 24}{t_{\text{int}}} \quad (5)$$

La puissance effective doit intégrer le calcul des charges dues aux moteurs des ventilateurs et aux résistances de dégivrage.

La détermination provisoire des évaporateurs se fait à partir du calcul de la **puissance frigorifique prévisionnelle** P_{prev} en ajoutant 20% à la puissance frigorifique intermédiaire.

1.2.3 Puissance frigorifique effective de l'évaporateur

La puissance frigorifique effective de l'évaporateur s'obtient en ajoutant à la puissance frigorifique intermédiaire de celui-ci, les puissances dues aux charges thermiques des moteurs des ventilateurs et des résistances de dégivrage.

Après le calcul de cette puissance effective, on peut la comparer à la puissance effective prévisionnelle. En général la différence entre ces deux puissances est faible.

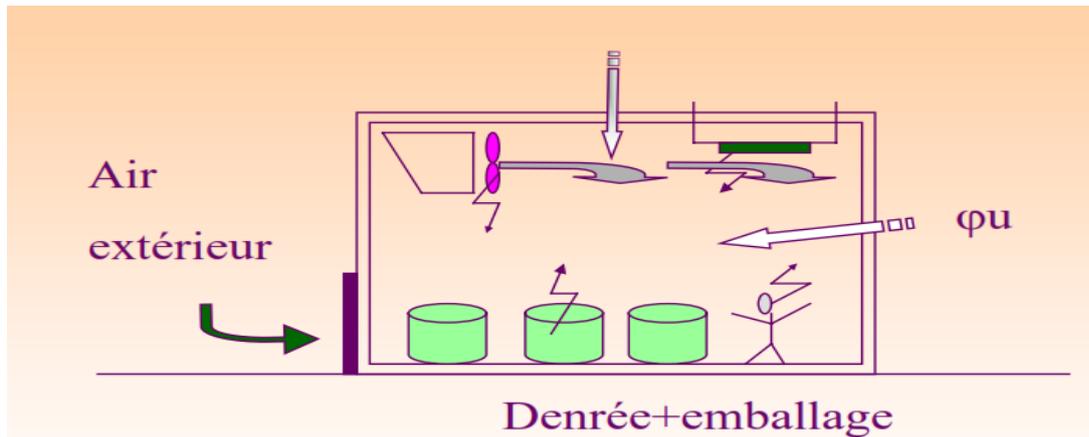


Figure 5: Charge thermique d'une chambre froide

1.2.4 Données d'exploitation

Les chambres froides de la zone aéroportuaire de Ouagadougou sont à température positive, conçues pour la conservation des produits maraîchers.

La température influence fortement sur la conservation des fruits et légumes. Ainsi, par exemple, les températures inférieures à 0°C entraînent le gel des produits, se traduisant par la formation des tissus mous et translucides et une pourriture rapide des produits. Même si une grande partie des fruits et légumes supportent des températures comprises entre 6 et 10°C, il faut souligner que certaines familles supportent difficilement le froid. C'est le cas pour tous les "exotiques", ceux-ci devant se conserver à une température minimale de 12°C. Dans une moindre mesure, les légumes ratatouilles, supportent difficilement les températures inférieures à 10°C.

Les fruits et les légumes sont également très sensibles aux variations brutales de températures. Tous les produits seront donc déchargés et déposés dans les salles de dépôts pour la

manutention afin d'emmener leurs températures à des conditions requises pour éviter les chocs thermiques.

Nous considérons généralement que les fruits et les légumes doivent bénéficier d'une humidité relative comprise entre 85 et 95%, sinon, la dessiccation est importante.

Pour notre projet, nous prendrons une température de 12°C et une humidité relative de 90% pour la conservation des produits. Les machines frigorifiques auront un temps de fonctionnement de 16 heures par jour, car les chambres froides sont à températures positives. Le tableau 4 indique les conditions de conservation des produits maraîchers.

Tableau 4 : Conditions de conservation des produits maraîchers [2].

Denrées	T° Entrepo. (°C)	Hum. Relative (%)	Cal. Massique avant la solidif. kJ/kg.°C
Fruits	12	90	3,64
Légumes	12	90	3,77

1.2.5 Charge maximale

La contenance totale d'une chambre froide est donnée par la formule suivante :

$$C_{\text{tcf}} = A \times h \times d_e \times \eta_0 \quad (6)$$

Avec:

A: Surface de la chambre froide (m²)

h: Hauteur maximale de gerbage (m)

d_e: Densité d'entreposage (kg/m³) (cf annexe 5).

η₀: Coefficient d'occupation au sol des marchandises (cf annexe 4).

Tableau 5 : Contenance totale de chaque chambre froide de l'UCOBAM

Chambre froide	A(m ²)	H(m)	V (m ³)	d _e (kg/m ³)	η ₀	C _{tcf} (kg)
1	57,74	3,09	178,46	420	0,45	33 728,94
2	32,7	3,09	101,06	420	0,45	19 100,8
3	28,98	3,09	89,57	420	0,45	16 928,75
4	57,14	3,09	176,58	420	0,45	33 374,32
5	108,06	3,09	333,95	420	0,45	63 118,12

1.2.6 Charge journalière

Cette charge représente la masse de denrées introduites chaque jour régulièrement, dans la chambre froide (tolérance 20%).

Dans le cas de notre étude, nous allons retenir que l'on introduit des denrées deux jours par semaine dans la chambre froide. Donc, on divisera la charge totale que peut contenir la CF par trois pour avoir la charge journalière.

1.2.7 Résultats des calculs des charges thermiques des chambres froides

A l'aide d'une fiche de calcul Excel, nous avons donc déterminé les puissances frigorifiques prévisionnelles des chambres froides de l'UCOBAM. Ces puissances sont données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Puissances frigorifiques prévisionnelles des chambres froides de l'UCOBAM

	Chambre froide 1	Chambre froide 2	Chambre froide 3	Chambre froide 4	Chambre froide 5
Puissance frigorifique de l'évaporateur (W)	17 146,8	9 526	8 533	16 914	35 089
puissance frigorifique prévisionnelle (W)	20 576,2	11 431	10 239	20 296	42 106

Les puissances frigorifiques étant connues, il faut maintenant, dimensionner les installations frigorifiques destinées à satisfaire cette puissance dans les conditions climatiques les plus défavorables.

1.3 Dimensionnement des éléments du circuit fluide

1.3.1 Production du froid

Produire du froid à un corps, c'est abaisser la température de ce corps en dessous de la température ambiante. On y parvient en extrayant de la chaleur du corps. Pour cela, on utilise une machine frigorifique dans la quelle circule un fluide frigorigène.

1.3.2 La machine de production du froid

Notre choix se porte sur **une machine à évaporation et compression d'un gaz liquéfiable**. Cette machine est la plus utilisée dans les processus industriels de froid. Son principe de fonctionnement est décliné ci-dessous.

L'évaporation d'un liquide appelé fluide frigorigène produit le froid. Pratiquement on récupère les vapeurs évaporées et par compression et refoulement, on le fait revenir à l'état liquide pour qu'il puisse s'évaporer à nouveau.

Les parties essentielles d'une telle machine sont: L'évaporateur, le compresseur, le condenseur, le détendeur et les organes annexes.

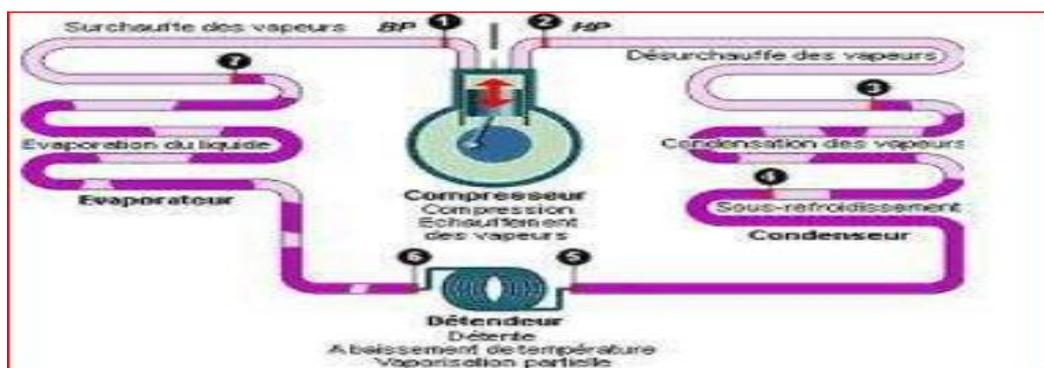


Figure 6 : Schéma de la machine frigorifique de base

Et les caractéristiques de quelques fluides frigorigènes sont dans un tableau à l'annexe 15.

1.3.3 Température d'ébullition $\theta_{\text{éb}}$

On s'arrangera pour que, dans la mesure du possible, la température d'évaporation soit supérieure à la température d'ébullition normale $\theta_{\text{éb}}$. De cette façon, si le critère est respecté, la totalité du circuit est en surpression vis-à-vis de l'extérieur et l'on ne risque pas l'introduction de l'air et de l'eau.

1.3.4 Température critique θ_{cr}

La température de condensation θ_{k} (°C) doit toujours être inférieure à la température critique θ_{cr} ($\frac{\theta_{\text{k}}}{\theta_{\text{cr}}} < 0,8$). Le rendement du cycle de la machine se dégrade lorsque l'on se rapproche de la température critique. Plus la température critique est basse, plus l'efficacité du système frigorifique décroît.

Tableau 7 : Propriétés de quelques fluides transition, alternatif au R404A [5]

		PDO	PRG	Point d'ébullition (°C)	Température critique (°C)	Pression critique (bars abs)	Classe de sécurité
R404A	Mélange quasi azéotrope	0	3860	-46,5	72,1	37,35	A1
R507	Mélange azéotrope	0	3885	-47,1	70,7	31,15	A1
R407A	Mélange azéotrope	0	2100	-38,9	82,3	46,2	A1
R407C	Mélange azéotrope	0	1770	-43,8	86,05	46,3	A1
R407F	Mélange azéotrope	0	1820	-46	82,6	47,5	A1

1.3.5 Pression du cycle frigorifique

La pression de condensation ne doit pas excéder 20 à 26 bars. Inversement, la pression d'évaporation P_0 ne doit pas être trop basse [5].

Pour garder une bonne efficacité au compresseur, le taux de compresseur $\tau = \frac{P_{\text{k}}}{P_0}$ doit être limité. Les taux de compression importants entraînent l'échauffement du fluide, donnent un mauvais rendement et la consommation énergétique augmente. Le taux de compression varie avec le fluide frigorigène pour les mêmes températures de condensation et d'évaporation.

1.3.6 Dimensionnement des différents éléments des systèmes frigorifiques des chambres froides

Le fluide frigorigène subit au cours de son évolution dans les différentes parties de la machine, un cycle habituellement représenté dans le diagramme thermodynamique enthalpie (h) - pression (LogP) appelé diagramme enthalpique ou diagramme de Mollier des frigorisés.

1.3.7 Conditions et hypothèses de fonctionnement de la machine

Pour son domaine d'application et sa description générale, nous utiliserons le fluide frigorigène R404A.

Température d'évaporation : $\theta_o = -10^\circ\text{C}$

Température de condensation : $\theta_k = +55^\circ$, $\frac{\theta_k}{\theta_{cr}} = 0,7628294 < 0,8$

Surchauffe : $SH = 5^\circ\text{C}$

La vapeur subit une surchauffe dans la tuyauterie d'aspiration : $SH' = 2^\circ\text{C}$

Sous-refroidissement : $SR = 5^\circ\text{C}$

Le liquide subit un sous-refroidissement dans la tuyauterie : $SR' = 2^\circ\text{C}$

1.3.8 Tracé du cycle frigorifique

D'après le diagramme enthalpique h-lgP en annexe 7.

pour $\theta_o = -10^\circ\text{C} \rightarrow P_o = 4,342$ bars

pour $\theta_k = +55^\circ \rightarrow P_k = 25,73$ bars

- Taux de compression τ

$$\tau = \frac{P_k}{P_o} = \frac{25,73}{4,342} = 5,925 \approx 6 \quad (8)$$

- L'exposant polytropique

L'hypothèse que l'on se donne ici est de postuler que la loi de l'évolution suivie par le fluide entre l'aspiration et le refoulement est du type :

$Pv^k = \text{Cste}$ avec k le coefficient polytropique de la transformation. La compression étant supposée polytropique pour se rapprocher du cas réel. On la caractérise par un <<exposant polytropique >> tel que :

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_k}{P_o}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (9)$$

k est donnée par le tableau 8 pour le fluide frigorigène R404A en fonction de τ

Tableau 8 : Coefficient du R404A en fonction du taux de compression [5]

τ	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k	1,325	1,258	1,24	1,234	1,232	1,23	1,228	1,226	1,225

Pour $\tau = 6$, on trouve cette valeur par interpolation.

$$k = 1,232$$

- **Température à la sortie de l'évaporateur θ_9**

$$\theta_9 = \theta_o + SH \quad (10)$$

$$\theta_9 = -5^{\circ}\text{C}$$

- **Température à l'entrée du compresseur**

$$\theta_1 = \theta_9 + SH' \quad (11)$$

$$\theta_1 = -3^{\circ}\text{C}$$

- **Température de fin de compression θ_2**

$$T_1 = 273 + (-3) = 270 \text{ K}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_k}{P_0}\right)^{\frac{k-1}{1}} \rightarrow T_2 = T_1 + \left(\frac{P_k}{P_0}\right)^{\frac{k-1}{1}}$$

$$T_2 = 270 \times \left(\frac{25,73}{4,342}\right)^{\frac{1,232-1}{1,232}} = 378,35 \text{ K} \quad (12)$$

$$\theta_2 = 105,35^{\circ}\text{C} \approx 105^{\circ}\text{C}$$

- **Température à la sortie du condenseur θ_6**

$$\theta_6 = \theta_k - SR \quad (13)$$

$$\theta_6 = 50^{\circ}\text{C}$$

- **Température d'entrée au détendeur θ_7**

$$\theta_7 = \theta_6 - SR' \quad (14)$$

$$\theta_7 = 48^{\circ}\text{C}$$

Le diagramme enthalpique h-logp nous permet de déterminer les caractéristiques du fluide aux différents points du cycle. Les caractéristiques des différents points du cycle sont à l'annexe 6.

1.3.9 Calcul et sélection des différentes parties de la machine

➤ Détermination de l'évaporateur

Les évaporateurs sont des échangeurs thermiques entre le fluide frigorigène (FF) et le fluide à refroidir. Le FF absorbe la chaleur du fluide à refroidir ; ce dernier se refroidit tandis que le FF se vaporise.

On distingue deux familles d'évaporateurs suivant le fluide à refroidir :

- les évaporateurs à eau
- les évaporateurs à air.

Dans notre projet, nous utiliserons les évaporateurs à air à convection forcée dont l'écartement entre ailettes est voisin de 4,5mm.

➤ Choix des évaporateurs des chambres froides

A l'aide du catalogue **GEA küba** nous choisirons des évaporateurs cubiques industriels à dégivrage naturel (air ambiant). Les caractéristiques sont détaillées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Caractéristiques des évaporateurs des chambres froides de l'UCOBAM

Caractéristiques	CF 1;4	CF 2;3	CF 5
Type	SGA 50 F62	SGA 50 F61	SGA 63 F82
Pas d'ailette (mm)	4,5	4,5	4,5
Capacité (kW)	24,6	12,2	42,1
Débit (m3/h)	10 800	5 400	14 040
projection (m)	33	23	45
ventilateur Nb.	2	1	2
Intensité (A)	2,8	1,4	3,2
Alimentation électrique	400V/3/50HZ	400V/3/50HZ	400V/3/50HZ
Dimensions (mm)	2620*906*718	1620*906*718	3020*931*1018
Poids (kg)	246	145	472
Surface (m3)	164	82	396
Prix (FCFA)	6 172 632	3 676 349	9 496 952

➤ **Détermination du compresseur**

Nous utiliserons des compresseurs volumétriques (compresseurs à piston), dans lesquels le fluide est comprimé par la variation de volume d'une capacité dans laquelle il a été préalablement aspiré. Car ils sont adaptés pour les installations de petites et moyennes puissances.

➤ **Choix des compresseurs des chambres froides**

Le catalogue **Cofriset tarif**, nous permet de choisir les compresseurs semi hermétiques dont les caractéristiques sont dans le tableau 10.

Tableau 10 : Caractéristiques des compresseurs des chambres froides

Caractéristiques	CF 1;4	CF 2;3	CF 5
Série	K4	K3	K5
Modèle	K1000cs	K500cs	K3000cc
Température d'aspiration (°C)	-10	-10	-10
Température de condensation (°C)	55	55	55
Puissance frigorifique (W)	26950	13900	44860
puissance absorbée (W)	7540	4300	12500
Courant maxi (A)	30	17	56
vol balayé (m3/h)	48,8	26,5	83,9
poids net (kg)	120	88	182
degré de qualité	0,75	0,8	0,89
taux de compression	6	6	6
Raccord aspiration	1"5/8	1"3/8	2"1/8
raccord liquide	7/8"	5/8"	7/8"
Alimentation électrique	380V/3/50HZ	220V- 380V/3/50HZ	380V- 420V/3/50HZ
Prix (FCFA)	2 149 240	1 514 199	3 789 352
Dimensions (mm)	640*390*380	465*290*365	660*490*485

➤ **Détermination du condenseur**

La quantité de chaleur (puissance calorifique massique en kJ/kg) rejetée par le condenseur

s'écrit:

$$q_c = h_2 - h_6 \text{ ou } q_c = h_2 - h_7 \quad (15)$$

C'est la somme de la production frigorifique brute et de la puissance effective du compresseur. Connaissant le débit masse de FF en circulation (m en kg/s), la puissance calorifique du condenseur s'écrit :

$$Q_c = m \times q_c \quad (16)$$

➤ Choix des condenseurs des chambres froides

A l'aide du catalogue **Cofriset TARIF**, nous avons choisi les condenseurs à air horizontaux, afin de mieux répondre aux contraintes d'exploitations. Les caractéristiques sont énumérées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Condenseur à air horizontal choisi pour les CF

Chambres froides	Type	PC (kW) dt 15	Débit (m3/h)	Ventilateur			Dimension L*I*H (m)	Tarif (FCFA)
				nb	P (W)	I (A)		
1	SHVS 38	37,4	8 800	2	640	1,8	1,895*0,832*1,071	5 752 720
2	SHVN 24	24,5	6 900	1	780	1,7	0,723*0,6*0,863	1 074 673
3	SHVN 24	24,5	6 900	1	780	1,7	0,723*0,6*0,863	1 074 673
4	SHVS 38	37,4	8 800	2	640	1,8	1,895*0,832*1,071	5 752 720
5	SHVN 83	79,8	21 000	3	2340	5,1	2,705*0,832*1,071	8 807 182

¹⁾ les ventilateurs sont couplés en triangle

➤ Détermination du détendeur

Les détendeurs pour évaporateurs à détente sèche se regroupent en trois types :

- les tubes capillaires ou détendeurs capillaires
- les détendeurs thermostatiques
- les détendeurs électroniques

Dans le cadre de notre travail, nous utiliserons les détendeurs thermostatiques à égalisation de pression externe (DTEPE). Car il règle bien la surchauffe des vapeurs à la sortie de l'évaporateur (surchauffe élevée).

➤ Choix des détendeurs des chambres froides

La sélection pratique d'un détendeur s'effectue sur la base de données des catalogues constructeurs en fonction :

- De la puissance frigorifique

- De la température d'évaporation
- Du fluide frigorigène
- Des raccords liquides et gaz.

Le catalogue **Cofriset** nous permet aussi de choisir les détendeurs thermostatiques à égalisations de pression externe. Les caractéristiques sont énumérées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Détendeurs thermostatique à égalisation externe

Composants du détendeur		Chambres froides				
		1	2	3	4	5
Corps détendeurs	Modèle	TE12-68B4020	TE5-68B4013	TE5-68B4013	TE12-68B4020	TE12-68B4021
	Tarif (FCFA)	33 706	26 103	26 103	33 706	33 706
Trains thermostatiques	Modèle	TES12-68B3347	TES5-68B3342	TES5-68B3342	TES12-68B3347	TES12-68B3347
	Tarif (FCFA)	90 004	85 103	85 103	90 004	90 004
Buses	Modèle	2/67 B 2006	3/68 B 2091	3/68 B 2091	2/67 B 2006	4/67 B 2008
	Tarif (FCFA)	49 200	28 904	28 904	49 200	61 304

1.3.10 Sélection des différents organes annexes de la machine

Pour assurer le bon fonctionnement des installations frigorifiques, il est important d'installer des organes annexes. Ces organes sont choisis en fonction :

- De la puissance frigorifique à installer
- De la pression du fluide frigorigène
- Du type de fluide frigorigène
- Des diamètres de raccords

Le choix de ces appareils annexes a été fait dans le **catalogue Cofriset**. Le modèle et le tarif de chaque appareil sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13 : Modèles et coûts des organes annexes de l'installation

appareils annexes		Chambres froides				
		1	2	3	4	5
séparateur d'huile	Modèle	TURBOIL 3007S	TURBOIL 2505S	TURBOIL 2505S	TURBOIL 3007S	TURBOIL 6009S
	Tarif (FCFA)	166 913	148 309	148 309	166 913	229 817
réservoir de liquide	Modèle	RLVCY 250	RLVCY 150	RLVCY 150	RLVCY 250	RLVCY 400
	Tarif (FCFA)	446 428	255 814	255 814	446 428	523 436
Vannes Rotalock	Modèle	VR 7/8 ODF	VR 5/8 ODF	VR 5/8 ODF	VR 7/8 ODF	VR 7/8 ODF
	Tarif (FCFA) 1)	65 404	54 803	54 803	65 404	65 404
filtre déshydrateur	Modèle	DCY 307S	DCY 165S	DCY 165S	DCY 307S	DCY 967S

appareils annexes		Chambres froides				
		1	2	3	4	5
	Tarif (FCFA)	23 302	13 501	13 501	23 302	85 103
voyant liquide	Modèle	SGN 22S 14-0186	SGN 16S 14-0184	SGN 16S 14-0184	SGN 22S 14-0186	SGN 22S 14-0186
	Tarif (FCFA)	33 601	19 700	19 700	33 601	33 601
électrovanne	Modèle	1 098/7	1 078/5	1 078/5	2/67 B 2006	1 098/7
	Tarif (FCFA)	134 972	74 004	74 004	134 972	134 972
bobine HM2	Modèle	HM2 9100RA2				
connecteur	Modèle	PG/11				
	Tarif (FCFA)	2100				
bouteille anti-coups de liquide	Modèle	LCYE 1013S	LCYE 811S	LCYE 811S	LCYE 1013S	LCYE/M 1517S
	Tarif (FCFA)	188 810	178 013	178 013	188 810	494 034

²⁾ Le tarif est multiplié par deux, car il faut prévoir 2 vannes par bouteille.

1.4 Schéma type d'une installation frigorifique

Le schéma ci-dessous est la configuration que nous utiliserons pour les installations frigorifiques des chambres froides de l'UCOBAM.

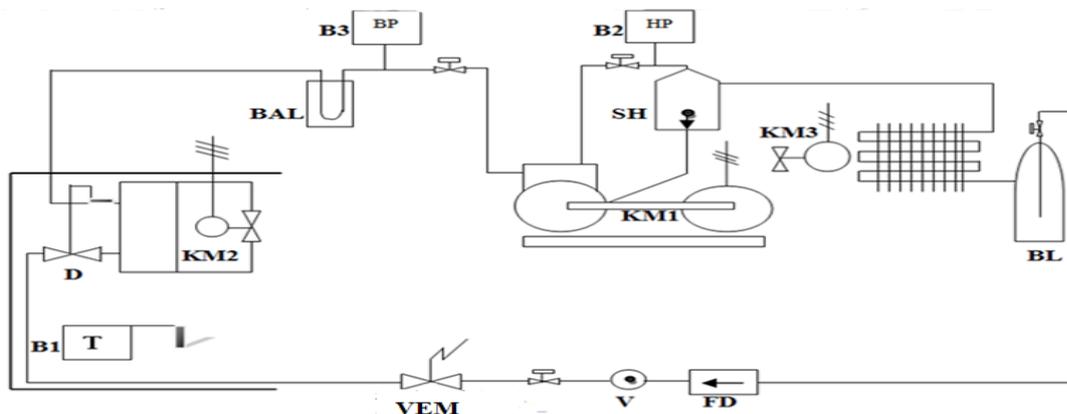


Figure 7 : Schéma de principe des installations fluidiques des CF de l'UCOBAM

L'installation est composée :

- D'un compresseur hermétiquement accessible alimenté en électricité par l'intermédiaire d'un contacteur électrique désignée KM1
- D'un évaporateur à air dont le moteur d'entraînement du ventilateur est alimenté en électricité par l'intermédiaire d'un contacteur KM2
- D'un condenseur à air dont le moteur d'entraînement du ventilateur est alimenté par l'intermédiaire d'un contacteur KM3
- D'un thermostat de régulation désigné par B1 et placé dans la chambre froide

- D'un pressostat BP (Basse Pression) désigné par B3
- D'un pressostat de sécurité HP (Haute Pression) désigné par B2
- D'une électrovanne placée sur la ligne liquide désignée par EV
- D'une bouteille liquide BL, d'un filtre déshydrateur FD, d'un voyant indicateur d'humidité V, d'un séparateur d'huile SH, et d'une bouteille anti-coups de liquide BAL
- Et d'un détendeur thermostatique à égalisation de pression externe D.

Le pressostat BP désigné par B3 est :

un pressostat de sécurité pour le type de régulation par action directe.

un pressostat de régulation pour le type de régulation par « Pump Down ».

1.4.1 Régulation des installations frigorifiques de l'UCOBAM

C'est le contrôle de la constance du fonctionnement et de la stabilité de l'installation. On distingue plusieurs types de régulation qui sont :

- Régulation par action directe
- Régulation par tirage au vide automatique

Pour la régulation des chambres froides du projet, nous utiliserons le "pump-down" c'est à dire le tirage au vide automatique qui consiste à vider l'évaporateur de son fluide frigorigène à chaque arrêt du groupe, pour éviter les coups de liquide au compresseur.

1.4.2 Dégivrage des installations frigorifiques de l'UCOBAM

Lorsque, dans les évaporateurs refroidisseurs d'air la température de la batterie est inférieure à 0°C, du givre se dépose sur les tubes. Le givre réduit l'intensité des échanges thermiques et le brassage de l'air. Aussi, est-il nécessaire de procéder régulièrement au dégivrage de la batterie.

Les problèmes essentiels du dégivrage sont :

- le choix du mode de chauffage
- la réduction des pertes de chaleur
- la détermination de la fréquence.

La température de la chambre froide étant supérieure à 4°C, Le dégivrage se fera par chauffage extérieur, ceci par circulation d'air forcée sur l'évaporateur. Le dégivrage se fera à une fréquence de trois (3) dégivrages de vingt (20) minutes par jour.

Pour faire cela, nous allons intégrer dans la commande de chaque schéma électrique des chambres froides, une horloge de dégivrage. Les schémas de puissances et de commandes sont donnés à l'annexe 8.

2 REHABILITATION DES SALLES DE DEPÔTS

Pour le conditionnement des denrées avant l'entreposage, il faudrait maintenir les salles de dépôts à une température de 25°C. L'étude climatique de ces salles se fera en été et la distribution de froid sera assurée par un système VRV. Les systèmes VRV s'obtiendront en deux étapes qui sont :

- Le calcul des charges thermiques
- Le choix des unités intérieures et extérieures selon la spécification du maître d'œuvre

Les conditions intérieures constantes sont données à l'annexe 9.

2.1 Calcul des charges thermiques

L'évolution des charges de climatisation des salles à conditionner se fait à partir de l'identification des différentes sources possibles. Ces charges peuvent être classées en deux catégories : les charges dues à l'environnement intérieur et les charges dues à l'environnement extérieur. Les charges totales de climatisation résultent de la sommation des charges au niveau des différents bureaux.

2.1.1 Hypothèses de travail sur les calculs des charges

Le bilan thermique des salles de dépôts de l'UCOBAM sera réalisé suivant un certain nombre d'hypothèses.

Les hypothèses de calculs sont présentées dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Hypothèses de calculs

Désignations	Valeurs	Désignations	Valeurs
Température extérieure	40°C	Coef. de convection extérieure	20 W/m ² .°C
Température interne	25°C	Coef. de convection intérieure	11,1 W/m ² .°C
Humidité relative extérieure	40%	Coef. global de transmission du mur extérieur	2,8 W/m ² .°C
Humidité relative intérieur	50%	Coef. global de transmission du mur intérieur	3 W/m ² .°C
Coef. global de transmission du vitrage	5.3 W/m.°C		

La température extérieure a été choisie en fonction du mois le plus défavorable de l'année qui correspond au mois d'Avril. Les calculs ont été faits à 13h. Les rayonnements globaux reçus à cette période sont consignés dans le Tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Rayonnements globaux reçus en avril à 13h

Désignations	Valeurs (W/m ²)
Nord	213
Sud	263
Est	213
Ouest	392
H	921

Les apports de chaleurs sensibles et latentes dans la pièce, sont matérialisés par le schéma ci-dessous.

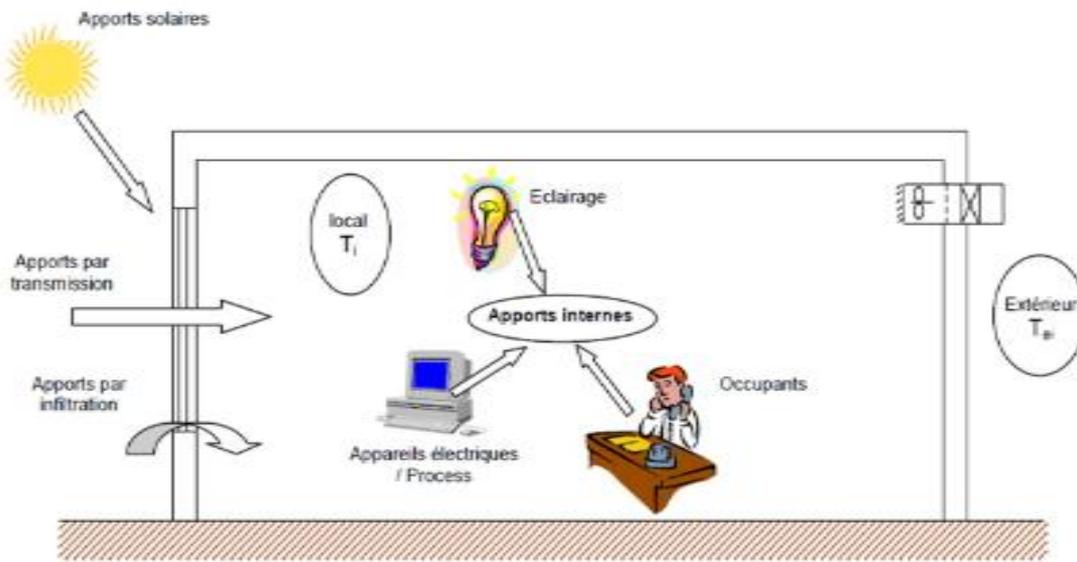


Figure 8 : Les différents apports de chaleur dans le local

Les calculs seront effectués sur les fichiers Excel et les valeurs vont être reportées dans le tableau 16.

2.1.2 Résultats des calculs du bilan thermique

A l'aide d'une fiche de calcul Excel, nous avons déterminé le gain total de chaque salle de dépôt de l'UCOBAM (annexe 10).

Tableau 16 : Valeurs des chaleurs latentes et sensibles de chaque local de l'UCOBAM

Locaux	Gain latent (W)	Gain sensible (W)	Gain total (kW)
DEPOT OUEST	6 420	38 037	44,46
DEPOT EST	9 058	46 164	55,22

2.2 Choix des unités intérieures et extérieures

Le choix des équipements concerne les unités intérieures, les unités extérieures et la tuyauterie de raccord. La note de calcul utilisée, nous permet de choisir les appareils dans le catalogue du Fabricant **DAIKIN**.

La détermination des sections des liaisons et raccords frigorifiques (côté gaz ou liquide) est basée sur la notion de détermination d'indice chez **DAIKIN**.

➤ Choix des unités intérieures

Le choix des unités intérieures des différents locaux a été fait à partir du bilan thermique. L'emplacement de ces unités influence fortement sur le confort des occupants. On retrouve

une très large gamme d'unité en fonction du type, de la forme, de la puissance et de la direction de soufflage auprès du fabricant DAIKIN. A chacune des unités intérieures correspond un indice. Par exemple FTX20JV et FXFQ25P9 ont pour indices respectifs 20 et 25.

➤ **Choix des unités extérieures**

Le choix des unités extérieures des différents locaux a été fait à partir du bilan thermique. On retrouve une très large gamme d'unité en fonction du type, de la forme et de la puissance auprès du fabricant DAIKIN. A chacune des unités extérieures correspond un indice. Par exemple RYYQ16T et RX20JV ont pour indices respectifs 16 et 20.

➤ **Choix des tuyauteries**

On distingue dans une installation de climatisation, des liaisons frigorifiques principales auxquelles viennent se raccorder les liaisons frigorifiques secondaires (liaisons frigorifiques des unités intérieures). La jonction des deux liaisons est faite à l'aide des raccords spéciaux appelés « Raccords REFNET ».

Tableau 17 : Caractéristiques des unités intérieures et extérieures de l'UCOBAM

Locaux	Gain total (kW)	Caractéristiques du choix des appareils				
		Puissance frigorifique (Kw)	puissance électrique (Kw)	modèle U.int	modèle U.ext	Coût (FCFA)
DEPOT OUEST	44,46	45	19	6 (FXFQ80P9)	RYYQ16T	23 660 421
DEPOT EST	55,22	56	27,15	6 (FXFQ100P9)	RYYQ20T	26 660 421

Tous ces appareils de froid et climatisation fonctionnent avec de l'énergie électrique, d'où il est nécessaire de faire un dimensionnement du courant fort pour l'alimentation du bâtiment.

3 REHABILITATION DE L'ELECTRICITE COURANTS FORTS

3.1 Généralités

L'évaluation des puissances commence par la détermination, au niveau de chaque tableau, armoire ou coffret de protection, de la puissance absorbée correspondante, ce qui nécessite un recensement précis de tous les équipements terminaux qu'il alimente et leurs modes de fonctionnement. Ce calcul devrait être fait pour chacune des phases d'un réseau polyphasé, afin de tenir compte du déséquilibre entre phases. Un coefficient global de simultanéité sera appliqué au total obtenu. Pour ce faire nous, interrogerons principalement les normes NF C 15-100, NF C 14- 100.

3.2 Bilan de puissance

Le bilan de puissance a été fait par le logiciel XL PRO³ et vérifié par un calcul manuel sur une fiche Excel.

Désignation	S(kVA)	Coef de foisonnement	P _f (kVA)	P _{tr} (kVA)
RDC	139,46	0,9	162,46	194,95
R+1	41,05			

3.3 Source principale

3.3.1 Définition

On appelle source principale, la source d'alimentation électrique venant de la société nationale de production d'électricité permettant l'exploitation normale des équipements.

3.3.2 Choix de la source

A partir de la puissance totale foisonnée (P_f) fournie par le bilan de puissance, la puissance de la source d'alimentation (P_{tr}) s'obtient par l'expression suivante:

$$P_{tr}(kVA) = P_f(kVA) \times K_e \quad (17)$$

K_e : est le coefficient d'extension. Il est compris entre **1,1** et **1,2**.

Il suffit de sélectionner ensuite dans un catalogue constructeur, le transformateur de puissance directement supérieur à la valeur calculée.

Dans notre cas, nous avons :

- P_f = 162,457 kVA P_f=162.46 kVA K_e=1,2 P_{tr}= 194,95 kVA
- Nous estimons K_e = 1,2
- P_{tr} = 194,948 kVA

Le choix se fera dans une gamme normalisée, le besoin des installations étant de 162,457 kVA, avec une réserve de 20%, la puissance du transformateur sera d'au moins 194,948 kVA. Donc il faut un transformateur de 250 kVA. Nous avons choisi dans le catalogue **NEXANS**, le poste de transformation **Novare cabine** de **250 kVA** avec comptage BT. Les transformateurs immergés de type "cabine" sont utilisés dans les postes de distribution HTA/BT tertiaires et industriels. Les caractéristiques de ce transformateur sont à l'annexe 11.

3.4 Source de remplacement

3.4.1 Définition

On appelle source de remplacement ou source secours, la source d'alimentation permettant l'exploitation totale ou partielle des équipements en l'absence de source normale.

3.4.2 Dimensionnement et choix de la source de secours

Après la détermination de la puissance nominale de la source principale d'alimentation, nous allons déterminer la puissance de la source de remplacement.

L'installation électrique de secours doit prendre en compte toutes les charges du bâtiment de l'UCOBAM. Ces charges sont constituées de :

- $P_1 = 25,17$ kW avec $\cos\varphi = 1$;
- $P_2 = 32,51$ kW $\cos\varphi = 0,8$;
- Cinq chambres froides ayant des compresseurs de grandes puissances.

Ces compresseurs ont respectivement des courants $I_1 = 20$ A, $I_2 = 17$ A, $I_3 = 17$ A, $I_4 = 20$ A et $I_5 = 56$ A et fonctionnent sous une tension de 400V avec un $\cos\varphi$ démarrage = 0,4.

Le courant de démarrage est de deux virgule six fois le courant nominal ($I_d = 2,6I_n$) du moteur du compresseur [6].

La courbe du courant lors du démarrage des moteurs couplés en étoiles est représentée à l'annexe 12.

➤ **Puissance en régime établi**

○ **Puissance apparente**

$$S'1 = P_1/1 + P_2/0,8 + \sqrt{3}U(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) \quad (18)$$

$$S_g \geq S1 = 155,87 \text{ kVA}$$

○ **Puissance active**

$$P'1 = P_1 + P_2 + \sqrt{3}\cos\varphi U(I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5) \quad (19)$$

$$P'1 = 129,73 \text{ kW}$$

$$S_g \geq P1/0,8 = 162,17 \text{ kVA}$$

Première contrainte : $S_g \geq 162,17 \text{ kVA}$

➤ **Puissance en régime transitoire**

○ **Puissance apparente**

▪ **Les charges initiales sans compresseur**

$$S_i = P_1/1 + P_2/0,8 = 65,81 \text{ kVA} \quad (20)$$

▪ **Impact du compresseur**

$$S_{cp} \text{ au démarrage} = \sqrt{3}U(I_{d1} + I_{d2} + I_{d3} + I_{d4} + I_{d5}) \quad (21)$$

$$S = 234,17 \text{ kVA}$$

▪ **Charge max. transitoire**

On a $S = S_{\text{charge sans compresseur}} + S_{\text{compresseur au démarrage}}$

$$S' = S_i + S = 65,81 + 234,17 = \mathbf{300 \text{ kVA}} \quad (22)$$

Le respect d'un impact maximum nous donne la deuxième contrainte.

Deuxième contrainte : $S_g \geq 300 \text{ kVA}$

○ **Puissance active**

▪ **Charge initiale sans compresseur**

$$P'1 = P_1 + P_2 = 57,68 \text{ kW} \quad (23)$$

▪ **Impact du moteur**

$$P'2_{\text{cp au démarrage}} = \sqrt{3} \cos \varphi_d U (I_{d1} + I_{d2} + I_{d3} + I_{d4} + I_{d5}) \quad (24)$$

$$\mathbf{P'2 = 187,34 \text{ kW}}$$

▪ **Charge max. transitoire**

$$P'1 + P'2 = 57,68 + 187,34 = 245,02 \text{ kW} \quad (25)$$

Troisième contrainte : $S_g \geq P_g / 0,8 = 306,2 \text{ kVA}$

Le choix du groupe électrogène de secours est basé sur la contrainte la plus forte, il correspond à **306,2 kVA**.

Le choix du groupe se fera donc dans une gamme normalisée, la puissance maximale à supporter en secours étant de 306,2 kVA. A l'aide du catalogue **CATERPILLAR**, nous avons choisi le groupe GEP 400 avec une puissance de 400kVA/320 kW et une tension de 400V. Les caractéristiques du groupe électrogène sont données à l'annexe 13. Le groupe électrogène sera commandé avec un inverseur de source automatique pour assurer la continuité en alimentation électrique du bâtiment.

3.5 Compensation d'énergie réactive

3.5.1 Energies active, réactive, apparente

Toute machine électrique utilisant le courant alternatif (moteur, transformateur) met en jeu deux formes d'énergie : l'énergie active et l'énergie réactive. L'énergie active consommée (kWh) résulte de la puissance active P (kW) des récepteurs. Elle se transforme intégralement en puissance mécanique (travail) et en chaleur (pertes).

L'énergie réactive consommée (kvarh) sert à l'alimentation des circuits magnétiques des machines électriques. Elle correspond à la puissance réactive Q (kvar) des récepteurs.

L'énergie apparente (kVAh) est la somme vectorielle des deux énergies précédentes. Elle correspond à la puissance apparente S (kVA) des récepteurs, somme vectorielle de P(kW) et Q(kvar).

3.5.2 Facteur de puissance

Le facteur de puissance est égal par définition à :

$$FP = \frac{P}{S} = \frac{\text{Puissance active (kW)}}{\text{Puissance apprente (kVA)}} \quad (26)$$

Si les courants et tensions sont des signaux parfaitement sinusoïdaux, le facteur de puissance est égal à $\cos \varphi$.

Dans le cas de notre étude, nous avons un facteur de puissance de 0,78 d'où une facturation de l'énergie réactive. Car pour la BT double tarif et la MT ayant un $\cos \varphi < 0,8$, sont pénalisées, et une bonification si le $\cos \varphi > 0,9$.

Ainsi, la circulation de l'énergie réactive sur les réseaux de distribution entraîne, du fait d'un courant appelé plus important :

- des surcharges au niveau des transformateurs,
- l'échauffement des câbles d'alimentation,
- des pertes supplémentaires,
- des chutes de tension importantes.

Pour ces raisons, il est nécessaire de produire l'énergie réactive au plus près possible des charges, pour éviter qu'elle ne soit appelée sur le réseau. C'est ce qu'on appelle "compensation de l'énergie réactive".

Pour inciter à cela et éviter de surcalibrer son réseau, le distributeur d'énergie pénalise financièrement les consommateurs d'énergie réactive au-delà d'un certain seuil.

On utilise des condensateurs pour fournir l'énergie réactive aux récepteurs inductifs.

Pour réduire la puissance apparente absorbée au réseau de la valeur S2 ($\cos \varphi = 0,95$) à la valeur S1, on doit connecter une batterie de condensateurs fournissant l'énergie réactive Q_c , telle que :

$$Q_c = P \times (\tan \varphi_2 - \tan \varphi) \quad (27)$$

$$Q_c = 86,35 \text{ kvar}$$

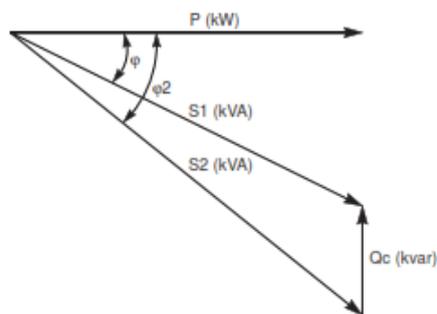


Figure 9 : Principe de la compensation d'énergie réactive

Pour notre bâtiment, nous utiliserons une batterie de condensateurs d'une puissance réactive de $Q_c = 86,35$ kvar.

3.5.3 Choix du type de compensation

L'intérêt économique de la compensation est mesuré en comparant le coût d'installation des batteries de condensateurs aux économies qu'elle procure.

Le coût des batteries de condensateurs dépend de plusieurs paramètres dont :

- la puissance installée,
- le niveau de tension,
- le fractionnement en gradins,
- le mode de commande,
- le niveau de qualité de la protection.

La compensation se fera globalement. La batterie sera raccordée en tête d'installation et assurera la compensation pour l'ensemble des charges. Elle convient lorsqu'on cherche essentiellement à supprimer les pénalités et soulager le poste de transformation.

Cette compensation se fera automatiquement ou en "gradins". La batterie de condensateurs est fractionnée en gradins, avec possibilité de mettre en service plus ou moins de gradins, en général de façon automatique. Ce type de batterie est installé en tête de la distribution BT ou d'un secteur important. Elle permet une régulation pas à pas de l'énergie réactive. L'enclenchement et le déclenchement des gradins sont pilotés par un relais varométrique.

Chapitre 3 : ENERGIE SOLAIRE

Le dimensionnement du champ photovoltaïque du complexe a pour but la détermination des composantes de l'installation photovoltaïque à partir des données météorologiques de la ville de Ouagadougou et des besoins électriques estimés tout en intégrant le concept d'efficacité énergétique.

Dans ce sens, on doit concevoir un champ PV et dimensionner ses composantes. Pour ce dimensionnement, 2 cas sont possibles:

- Soit le champ PV alimentera exclusivement les récepteurs peu énergivores des bureaux ; dans ce cas, différentes configurations seront analysées
 - avec onduleur réversible
 - sans onduleur réversible
- Soit le champ PV fournira 10, 20 ou 30% de l'ensemble des besoins en énergie du site.

Pour le cas de notre étude, nous allons dimensionner un champ PV fournissant 30% de l'ensemble des besoins en énergie électrique du bâtiment, que nous allons injecter dans le réseau interne de l'UCOBAM. Et en cas de coupure de la SONABEL, le groupe électrogène de secours sera couplé avec le champ PV pour alimenter le bâtiment de l'UCOBAM. Pour éviter les retours de puissance sur le groupe électrogène, la puissance maximale fournie par le champ PV ne doit pas dépasser la charge à alimenter.

La chaîne de production du courant électrique utilisée dans cette étude, est un système couplé au réseau. Le schéma synoptique de l'installation est représenté par figure suivante.

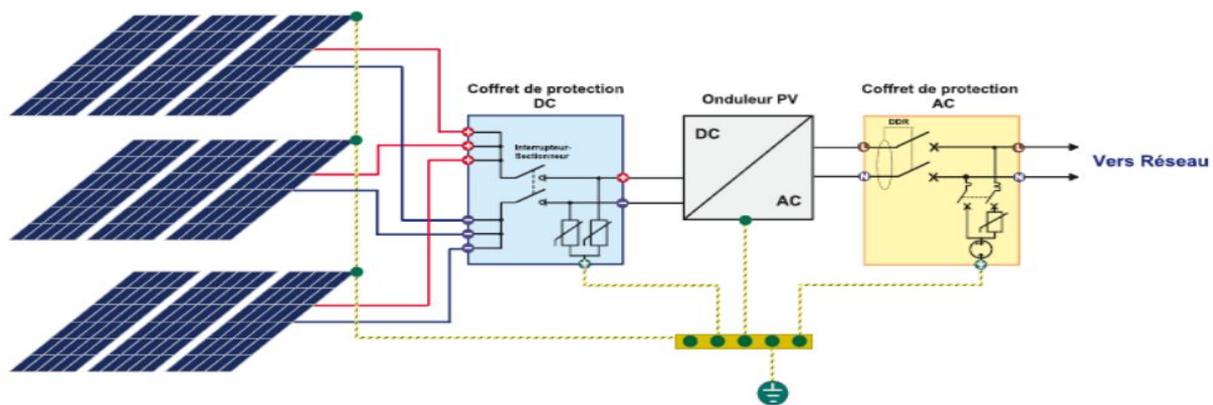


Figure 10 : Composition d'un système photovoltaïque raccordé au réseau [6]

1 DIMENSIONNEMENT

Les principaux facteurs pour le dimensionnement sont :

- les conditions environnementales du site (ensoleillement, température) ;
- le profil de la courbe de charge (consommation) ;
- les ressources financières ;
- la disponibilité de la technologie et le support technique.

Il existe plusieurs logiciels de dimensionnement des systèmes d'énergie renouvelable parmi lesquels : HOMER, RESCREEN, PVSYST (PV seul), RETSCREEN, SOMES, RAPSIM, SOLSIM etc. Pour notre dimensionnement, nous utiliserons le logiciel PVSYST.

Il exécute des simulations pour toutes les configurations possibles du système dans le but de vérifier si elles sont réalisables. Il estime ensuite le coût d'installation et de fonctionnement du système et propose une liste des configurations, classées par rapport au coût de leur cycle de vie. En ce qui concerne les composantes à prendre en considération, ils doivent être prévus au préalable afin de réaliser l'optimisation (annexe 16).

1.1 Dimensionnement du système photovoltaïque avec injection sur le réseau

1.1.1 Estimation du rayonnement

L'Union des Coopératives Agricoles et Maraîchers du Burkina est située dans la ville de Ouagadougou à la latitude $12^{\circ}21'57.6''N$ ($12,366^{\circ}$) et à la longitude $1^{\circ}31'4.8''O$ ($-1,518^{\circ}$) , Ces données nous permettent de déterminer l'ensoleillement sur le plan horizontale et ensuite sur l'inclinaison des modules solaires.

Les données de l'ensoleillement mensuel sur le plan horizontal et sur le plan des modules sont fournies au tableau 18 (calcul par le logiciel PVSYST).

Au Burkina Faso, l'inclinaison normale des capteurs solaires varie en général entre 12 et 15 degrés par rapport à l'horizontale pour une utilisation annuelle. Dans notre étude, nous allons prendre 15° vers le Sud pour l'inclinaison des modules solaires.

Tableau 18 : Ensoleillement global sur une inclinaison de 15° vers le SUD à Ouagadougou

	Gl. horiz. kWh/m ² .day	Coll. Plane kWh/m ² .day	System output kWh/day	System output kWh
Jan.	5.22	5.95	191.7	5942
Feb.	6.31	6.89	222.1	6218
Mar.	6.34	6.52	210.0	6511
Apr.	6.50	6.28	202.2	6066
May	6.42	5.90	190.0	5890
June	5.99	5.38	173.5	5204
July	5.58	5.09	164.0	5083
Aug.	5.25	4.98	160.5	4975
Sep.	5.60	5.59	180.2	5407
Oct.	5.80	6.16	198.4	6150
Nov.	5.66	6.39	205.8	6174
Dec.	5.16	5.98	192.8	5975
Year	5.81	5.92	190.7	69596

1.1.2 Profil de charge

Le profil de charge représente un élément de base dans la conception des systèmes de production d'électricité [8]. La structure ne possédant pas d'analyseur de réseau, nous n'avons donc pas pu avoir un profil de charge réel. Dans le cas de notre étude, nous allons faire plusieurs hypothèses pour obtenir un profil de charge sur lequel nous allons discuter.

1.2 Hypothèses

Nous allons donner les configurations de consommation de l'énergie électrique de l'Union des Coopératives Agricoles et Maraîchers du Burkina afin d'obtenir le profil de charge.

Nous allons prendre un temps de fonctionnement de 16 heures pour des chambres froides; à l'heure de pause, nous prendrons 50% de la charge sous tension, hors mis les chambres froides car à la pause tout le monde ne quitte pas son poste; on prendra la charge maximale du bâtiment donc avec la mise sous tension de toutes les cinq CF. Où on obtient un profil de charge comme l'indique la figure ci-dessous.

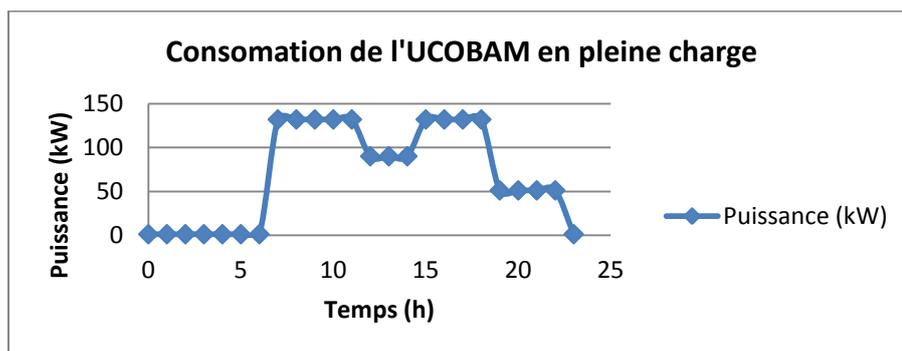


Figure 11 : Profil de charge de l'UCOBAM avec toutes les CF en fonctionnement

Il faut remarquer que sur cette courbe de profil de charge la régulation des machines frigorifiques n'est pas prise en compte pour nous faciliter la représentation.

Par rapport à ce profil, nous avons une puissance de pointe de 132 kW et là une énergie annuelle de 609,4 MWh/an. Les 30% de l'énergie annuelle de la courbe de profil est de 182,82 MWh/an.

La pénétration solaire sera alors égale à 30% de la puissance du groupe électrogène qui représente une énergie de 182MWh/an. Ceci, afin d'éviter les retours de puissance et un mauvais rendement du groupe lors d'une coupure de l'énergie électrique par la SONABEL.

2 ANALYSE FINANCIERE DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

2.1 Critères de coût économique de cycle de vie du système

Au cours de l'étude préliminaire de la conception d'un système PV, la préoccupation du coût économique doit être toujours présentée pour déterminer le type de système le plus

économique qui est capable de satisfaire le mieux possible les conditions imposées. De plus, le calcul du coût sur la durée de vie "Life-cycle cost" est une forme de calcul économique qui permet une comparaison directe des coûts induits par les diverses solutions envisagées. Dans ce type de calcul, les coûts initiaux ne sont pas les seuls à être pris en compte, tous les coûts futurs sur la durée de vie de l'installation sont également envisagés, ceux-ci comprennent le remplacement de certaines parties du système, la maintenance et la réparation du système, et l'indisponibilité du système. La période d'analyse sera la durée de vie du sous-système qui bénéficie de la plus longue durée de vie. Dans notre cas d'étude, c'est le module PV (25 ans) bien que le câble ait une durée plus longue (50 ans) car le module est un composant plus critique que le câble. Ainsi, les coûts apparaissant dans l'étude du déploiement d'un système PV et peuvent être classés en quatre parties :

- Coût d'investissement initial CI
- Coût de remplacement de composant CR
- Coût de maintenance et de réparation CMR
- Coût relatif à l'indisponibilité du système NPC_{loss}

2.2 Coût de cycle de vie du système LCC

Le coût de cycle de vie du système est le cumul de toutes les dépenses relatives à la possession jusqu'à son démantèlement. Ce coût intègre le coût d'investissement initial, le coût de remplacement du composant, le coût de maintenance et de réparation, et le coût d'indisponibilité du système. Pour un composant i du système, le coût de cycle de vie peut être exprimé par l'équation suivante [11, 12, 13].

$$LCC_i = N_i (CI_i + CR_i \cdot K_i + CMR_i \cdot PWA(ir, R_v)) \quad (28)$$

Les détails de la formule du coût de cycle de vie du système sont donnés à l'annexe 15.

2.3 Temps de retour sur investissement TRI

Le temps de retour sur investissement est le ratio entre le coût économique global de cycle de vie du système et le coût de l'énergie électrique fournit par le système en une année. Il est l'un des facteurs essentiels qui permettent de déterminer si une installation est intéressante ou non. Ce facteur peut être calculé de différentes façons. Dans cette étude, nous avons adopté une approche assez simple mais qui est néanmoins suffisamment flexible pour prendre en compte raisonnablement tous les coûts sur le cycle de vie du système. Il peut être exprimé par l'équation (29)

$$TRI = \frac{LCC}{C_{EE}} \quad (29)$$

Dans les deux (2) cas de notre dimensionnement, nous avons un retour sur investissement de quatorze (14) ans.

2.4 Coût du kWh

Le coût du kWh dans notre projet est fonction du LCC par rapport au TRI et de l'énergie produite en une année par le champ photovoltaïque. La formule est donnée par l'équation suivante:

$$C_{\text{kWh}} = \frac{\frac{\text{LCC}}{\text{TRI}}}{E_{\text{annuelle}}} \quad (30)$$

3 RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT DU CHAMP PHOTOVOLTAÏQUE

Ici seront présentés les résultats du dimensionnement des composants du champ photovoltaïque avec injection sur le réseau du bâtiment de l'UCOBAM. Ce dimensionnement s'est fait à l'aide du logiciel PVSYST (annexe16).

Tableau 19 : Résumé du choix des composantes et coûts

Puissance de pointe (kW)		132			
Energie annuelle de l'UCOBAM (MWh/an)		609,4			
Champ photovoltaïque		CI (FCFA)	CR (FCFA)	CMR (FCFA)	Coût du kWh (FCFA /kWh)
Puissance crête du champ PV (30% de la Puissance du groupe électrogène)	96 kWc	181.385.866	50.373.120	19.365.448	86
Energie annuelle (30% de l'énergie annuelle du bâtiment)	183 MWh/an				
Puissance crête du module PV	300Wc				
Tension du champ PV	520V				
Nombre de modules en série	20				
Nombre de modules en parallèle	16				
Nombre de modules totaux	320				
surface du champ PV	526m ²				
Onduleurs					
Puissance (kW)	99kW				
Quantité	3				

La société UCOBAM est abonnée à la basse tension, double tarif type D2 industriel de la SONABEL. Donc, elle paie le kWh en heures de pointe 140 FCFA et en heures pleines 75 FCFA.

Par contre le champ photovoltaïque dimensionné, pour un retour d'investissement de 14 ans donne le kWh à 86FCFA.

RECOMMANDATIONS

Les résultats pris par prévoyance pour éviter tout dysfonctionnement de la structure permettront d'éviter les pertes de produits entreposés, de réduire les coûts des factures d'énergie électrique, de rendre la société autonome en cas de coupure de courant par la SONABEL, d'améliorer la qualité des produits conservés, mais aussi d'accroître sa productivité et ce faisant, son chiffre d'affaire.

En vue d'une bonne exploitation du bâtiment de l'UCOBAM (installation frigorifique, climatisation et installation électrique), nous proposons des recommandations suivantes.

1 RECOMMANDATION SUR L'ENTREPOSAGE FRIGORIFIQUE

Les chambres froides doivent être équipées de telle façon que la température intérieure soit compatible avec le maintien des produits à la température permettant de maîtriser la prolifération microbienne au cours des différentes opérations quelle que soit la température extérieure. Par leur agencement, leur conception, leur construction, emplacement et leur dimension, les locaux utilisés pour la conservation des denrées doivent permettre la mise en œuvre de bonnes pratiques d'hygiène.

1.1 Enveloppe

- **Sols**

Pour les locaux de conservation, il faudrait avoir une surface facilement nettoyable. Les pentes des sols doivent permettre l'écoulement.

- **Murs et plafond**

La construction de l'isolation des parois verticales et du plafond est réalisée par la méthode sandwich, il faut mentionner que ces parois existent depuis plus de quarante (40) ans aujourd'hui. Donc, les isolants ont déjà perdu leurs propriétés thermiques d'où il faut les changer et veiller à une bonne étanchéité des parois. Les surfaces murales doivent être bien entretenues pour faciliter le nettoyage. Par conséquent il faudra qu'elles soient lisses et recouvertes par une peinture à huile de couleur claire.

- **Portes**

A l'UCOBAM, les portes des chambres froides sont vétustes, par conséquent en mauvais états, donc, il faut les changer par des portes recommandées dans la conception.

1.2 Entreposage de produits

L'entreposage des denrées périssables nécessite l'observation des règles. Il faut: éviter de dépasser la capacité massique des produits obtenus pendant le dimensionnement plus haut; entreposer les produits en palettes afin de permettre une bonne aération; laisser un mètre (1 m) entre les batteries d'évaporation et la partie supérieure des lots de denrées afin de ne pas

contrarier le mouvement de l'air; séparer les marchandises des parois et laisser un espace entre les lots comme indique la partie conception des CF plus haut et nettoyer les chambres froides tous les mois.

1.3 Installation frigorifique

Pour un concept d'individualité, les installations frigorifiques en place doivent être changées car elles sont dépendantes de la tour de refroidissement, qui consomme de l'énergie électrique et de l'eau, quel qu'en soit la capacité massique d'entreposage utilisée. Il faudra alors installer des nouvelles installations indépendantes, comme elles sont indiquées au niveau de la conception des chambres froides (installation frigorifique avec des condenseurs à air) pour réaliser des économies d'énergie électrique et en eau car l'air est 100% gratuit.

2 RECOMMANDATION SUR LA CLIMATISATION

La climatisation est la création et le maintien d'un air ambiant dont la température, l'humidité et la pureté sont contraintes. En ce qui concerne les bureaux, le confort est atteint et les conditions d'efficacité énergétique sont respectées. Mais par contre, au niveau des salles de dépôts, les conditions ne sont pas respectées à cause de la mise hors tension des groupes frigorifiques gâtés. Pour assurer le confort de ces locaux :

- Il faudra changer les installations qui sont sur le site par des appareils de climatisation dimensionnés plus haut.
- Il sera nécessaire d'avoir un sol lisse et respectant une pente donnée pour des éventuels nettoyages.
- Il faudra changer le plafond et les fenêtres pour éviter au maximum des pertes frigorifiques.
- Il faudra aussi donner les portails des dépôts EST et OUEST au soudeur pour réduire au maximum des fuites (augmenter l'étanchéité) et installer des rideaux à recouvrement des lanières pvc de 60% à ses entrées.
- Il faudra maintenir les salles de dépôts à une température de 25°C pour éviter des chocs thermiques sur les denrées entreposées.

3 RECOMMANDATION EN ELECTRICITE

L'électricité est la **forme d'énergie** qui permet de faire fonctionner la plupart des objets de notre quotidien. Elle est fournie par la SONABEL. Dans ce paragraphe, il est question d'assurer la fourniture de l'énergie électrique et de réduire le coût des factures de la SONABEL. Pour parvenir à nos fins, nous allons devoir :

- Changer le transformateur ou se retirer du transformateur de la SONABEL. Ce qui sera le mieux pour la structure, c'est de quitter du transformateur de la SONABEL car

il consomme beaucoup d'énergie réactive à cause de sa vétusté et installer un transformateur comme celui obtenu lors du dimensionnement dans la partie courant fort.

- Assurer la continuité de fourniture de l'énergie électrique en cas de coupure de la SONABEL, pour ne pas perdre les denrées entreposées. Pour cela, il faudra installer un groupe électrogène de secours comme celui choisi après dimensionnement dans le catalogue CATERPILLAR.
- Installer des batteries condensateurs pour augmenter le facteur de puissance à 0,95 afin de bénéficier des bonifications de la SONABEL.
- Changer toutes les lampes grillées par des lampes économiques avec une bonne efficacité.

4 RECOMMANDATION SUR L'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE

L'énergie photovoltaïque est une énergie renouvelable, et le soleil est inépuisable. Pour réduire les factures électriques de l'UCOBAM, nous proposons une installation d'un champ photovoltaïque avec injection sur le réseau. La puissance du champ PV pour un bon fonctionnement et une réduction des factures est les 30% de la puissance du groupe électrogène qui donne une énergie de 182 MWh/an. Il ne pourra jamais donc avoir un retour de puissance sur le groupe électrogène et le rendement du groupe électrogène lors des coupures de la SONABEL sera bon.

CONCLUSION

Le but de ce travail de fin d'étude est la conception d'un plan de restauration et de modernisation des installations frigorifiques et énergétiques de l'UCOBAM. Pour ce faire, nous avons eu à effectuer quelques déplacements au niveau du site pour relever l'ensemble des informations susceptibles de nous être utiles dans nos calculs et recommandations. La principale difficulté du projet résidait dans le fait que nous devrions réaliser nous même le cahier des charges. La réalisation de ce cahier des charges était l'élément le plus déterminant dans notre travail car, elle est la base de nos hypothèses. Suivant un certain nombre d'étapes chronologiques, le travail a pu être effectué avec des résultats que nous avons exposés dans les différentes sections traitées.

Face aux multiples problèmes auxquels se trouve confrontée l'UCOBAM dans l'exploitation frigorifique de ses installations et la consommation électrique, l'étude globale menée aussi bien sur le plan théorique que pratique a permis dans une certaine mesure de cerner les différents aspects.

On peut parler de la vétusté des équipements frigorifiques comme électriques, et aussi de la perte de résistance thermique de l'enveloppe des chambres froides. Il apparaît alors judicieux, pour améliorer le fonctionnement des installations, de procéder à certaines interventions qui permettront de :

- Renforcer l'isolation thermique des chambres froides en vue de réduire la production frigorifique et par là, le coût d'exploitation;
- Changer les installations frigorifiques avec condenseur à eau pour installer des condenseurs à air, afin de mieux répondre aux contraintes d'exploitation;
- Changer le poste de transformateur et le groupe électrogène afin de réduire la consommation en énergie réactive et assurer la conservation des denrées en cas de coupure d'énergie électrique par la SONABEL;
- Installer un champ PV injecté au réseau pour réduire les factures électriques de l'UCOBAM.

Ces solutions permettront d'augmenter la capacité d'entreposage et de réduire les pertes de produits tout en diminuant les coûts d'exploitation.

Une étude économique s'avéra nécessaire en vue d'évaluer les gains que les opérations de la réhabilitation pourront générer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] SEMPORE, Jean Francis. Technologie de Climatisation, Groupe des Ecoles EIER ETSHER – Ouagadougou, 128 p, 2005.
- [2] LES CAHIERS TECHNIQUES DU BATIMENT. Dossier Chambres Froides, ISSN 0241-6797, vol N°248 p 38 – 50, 2005.
- [3] NOACK, Hugo. SEIDEL, Rolf et CAUCHEPIN, J.-L. Pratique des installations frigorifiques, PYC Edition. ISBN 2-85330-109-5, 263 p, 1994.
- [4] GAC, André. Optimisation de la conception et de la gestion des entrepôts frigorifiques, Editions PYC Livres. ISBN 2-911008-35-9. 147 p. 2000.
- I.I.F Institut International du Froid. Manuel de l'entreposage dans les pays chauds en développement, ISBN 2-903-633-479, 327 p. 1990.
- [13] Tecumseh, «reconversion de systèmes de réfrigération positive et moyenne température». Réfrigération commerciale, p04-15, juin 2014.
- [5] Efficacité Energétique de la climatisation en région tropicale, Tomes 1 & 2, AIF, IEPF, Ministère de la région Wallone. Rédigé par un groupe de professeurs Africains.
- [6] DIEBOLF, Michel. « électrification rurale, alimentation des sites isolés ». tome 4 Groupe des Ecoles EIER ETSHER – Ouagadougou, 35 p, 2006.
- [7] Daniel YAMEGUEU, montage d'un prototype de centrale hybride solaire PV/ groupe électrogène sans batteries de stockage au 2iE-Kamboinse, LESEE. Rapport final projet flexy énergie, Octobre 2009.
- [8] Revue des Energies Renouvelables Vol. 13 N°2 (2010) 257 – 264 : Estimation de la puissance maximale produite par un générateur photovoltaïque M.Belhadj¹, T. Benouaz², A. Cheknane³ et S.M.A Bekkouche⁴, Laboratoire de Physique et Dispositifs à Semi-conducteurs, Université de Beshar, Algérie... (Reçu le 10 Janvier 2010-accéptéle 28 Juin 2010)
- [9] : SMA, Recueil Technologie2 ; Approvisionnement en énergie solaire des sites isolés et systèmes de secours. Principes, applications et solutions SMA.
- [10] Dr. BAGRE A. Couplage de centrales photovoltaïques aux réseaux publics instables : Application au réseau national du Burkina Faso. Université du Havre, Paris. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Université du Havre en Sciences pour l'Ingénieur, 2014.
- [11] S. Dehghan, B. Kiani, A. Kazemi, A. Parizad " Optimal Sizing of a hybrid Wind/PV Plan". World Academy of Sciences, Engineering and technology 56 2009.
- [12] P. Nema, R.K. Nema, S. Rangnekar, «PV-solar / wind hybrid energy system for GSM/CDMA International journal of Energy and Environment, type mobile telephony base station ». Volume 1, Issue 2, p.359-366, 2010.

SITES INTERNET

Applications aux machines thermiques.

<<http://www-ipst.u-strasbg.fr/jld/machth.htm>>

Cours de thermodynamique et de transfert

<<http://neveu.pierre.free.fr/enseign/thermo/chap2.htm>>

Site de référence dans le domaine du froid.

<<http://www.cooling-masters.com/articles-4-1.html>>

<<http://www.cooling-masters.com/articles-2-0.html>>

Agency, I.E. World Energy Outlook. [en ligne]. Mis à jour en 2011. Disponible sur

<http://www.worldenergyoutlook.org/electricity.asp>.

ANNEXES

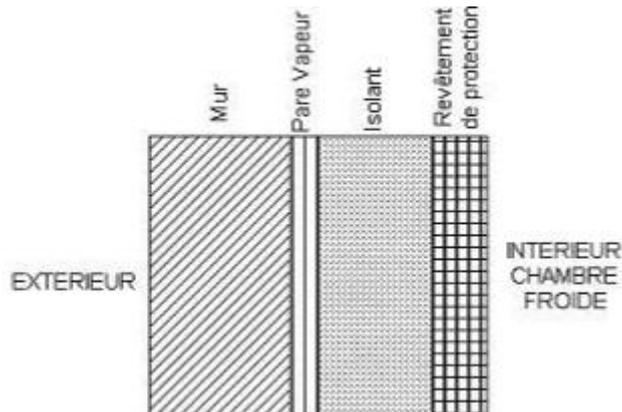
Annexe 1 : Les types d'isolants

Les matériaux les plus utilisés comme isolant sont:

- **Les caoutchoucs mous**
 - Masse volumique: 90kg/m^3 (tube) et 113 kg/m^3 (plaque)
 - Conductivité thermique: $0,03\text{ W/m.K}$
 - Isolation des circuits frigorifiques et gaine d'air
- **La laine de roche**
 - Très bon isolant
 - Coût acceptable
 - Masse volumique: $21\text{ à }250\text{ kg/m}^3$
 - Conductivité thermique: $0,093\text{ W/m.K}$
- **La laine de verre**
 - Très bon isolant thermique et acoustique
 - un des matériaux d'isolation les moins chers du marché
 - incombustible et résistante au feu
 - Durée de vie élevée
 - Conductivité thermique: $0,035\text{ W/m.K}$
- **Le liège**
 - Prix élevé
 - Bonne résistance mécanique et stable dans le temps
 - Masse volumique: $110\text{ à }130\text{ kg/m}^3$
 - Conductivité thermique: $0,044\text{ W/m.K}$
- **La fibre de verre**
 - Bonne résistance à l'effritement
 - Masse volumique les plus utilisées en isolation frigorifique: 22 kg/m^3 (panneaux semi rigides PI 156) et 29 kg/m^3 (panneaux rigides PSF)
 - Conductivité thermique: $0,035\text{ W/m.K}$
- **Le polystyrène expansé**
 - Prix moyen
 - Résistance mécanique moyenne
 - Stable dans le temps
 - Isolation et pare-vapeur très bon mais inflammable et léger
 - Masse volumique: $20\text{ à }30\text{ kg/m}^3$
 - Conductivité thermique: $0,029\text{ W/m.K}$
- **Les mousses de polyuréthane**

- Prix moyen
- Résistance mécanique moyenne
- Stable dans le temps
- Léger
- Masse volumique: 30 à 40 kg/m³
- Conductivité thermique: 0,027 W/m.K

Annexe 2 : panneaux en sandwich



Annexe 3 : Dimensions des chambres froides

Désignation		Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Surface int (m ²)	Volume (m ³)
Chambre froide N°1	Plafond	7,73	7,71	4,15	59,5983	247,332945
	Paroi Nord	7,73	7,71	4,15	31,9965	
	Paroi Sud	7,73	7,71	4,15	31,9965	
	Paroi Ouest	7,73	7,71	4,15	32,0795	
	Paroi Est	7,73	7,71	4,15	32,0795	
	Total				215,2691	
Chambre froide N°2	Plafond	7,71	4,43	4,15	34,1553	141,744495
	Paroi Nord	7,71	4,43	4,15	18,3845	
	Paroi Sud	7,71	4,43	4,15	18,3845	
	Paroi Ouest	7,71	4,43	4,15	31,9965	
	Paroi Est	7,71	4,43	4,15	31,9965	
	Total				134,9173	
Chambre froide N°3	Plafond	7,71	3,94	4,15	30,3774	126,06621
	Paroi Nord	7,71	3,94	4,15	16,351	
	Paroi Sud	7,71	3,94	4,15	16,351	
	Paroi Ouest	7,71	3,94	4,15	31,9965	
	Paroi Est	7,71	3,94	4,15	31,9965	
	Total				127,0724	
Chambre froide N°4	Plafond	7,65	7,71	4,15	58,9815	244,773225
	Paroi Nord	7,65	7,71	4,15	31,9965	

Désignation	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Surface int (m ²)	Volume (m ³)
	Paroi Sud	7,65	7,71	4,15	31,9965
	Paroi Ouest	7,65	7,71	4,15	31,7475
	Paroi Est	7,65	7,71	4,15	31,7475
	Total				186,4695
Chambre froide N°5	Plafond	18,95	5,86	4,15	111,047
	Paroi Nord	18,95	5,86	4,15	78,6425
	Paroi Sud	18,95	5,86	4,15	78,6425
	Paroi Ouest	18,95	5,86	4,15	24,319
	Paroi Est	18,95	5,86	4,15	24,319
	Total				316,97

Annexe 4 : Fiche de calcul du bilan thermique d'une CF

Bilan thermique									
Charges thermiques externes									
Local:		Chambre froide 2							
CALCUL DES APPORTS PAR TRANSMISSION									
Orientati on des	Surfaces (m ²)	K (W/m ² /°C)	Δθ (°C)	Apports (W)					
Mur Est	31,9965	0,36	25	287,9685					
Mur Ouest	31,9965	0,36	25	287,9685					
Mur Sud	18,3845	0,36	25	165,4605					
Mur Nord	18,3845	0,36	25	165,4605					
Plafond	34,1553	0,36	25	307,3977					
Apport total				1214,26					
Charge thermique due au renouvellement d'air									
n	V	ρ _{aa}	Δh	Apports					
6,963108	101,0624	0,00868	21500	1,51994					
Charge thermique par ouverture des portes									
Données	ρ _{ae}	C _{min}	d _e	f _j	h _{ae}	h _{ce}			
	0,01166	0,25	6	6,366934	29,5	51			
Δθ (°C)	t _{ouv}	ρ _{aa}	h	l	A	C _{min}	Apports (W)		
25	1,591733	0,00868	2,2	2,21	16,12178	0,25	8,45348		
Charges thermiques internes indépendantes des produits entreposés									
Charge thermique due à l'éclairage									
	n	P	t	Apports					
	4	36	0,636693	3,82016					
Charge thermique due aux personnes									
	n	P _p	t	Apports					
	4	205	0,636693	21,75369					
Charge thermique due aux machines diverses									
	n	P	t	Apports					
	1	6500	0,636693	172,438					
Charges thermiques internes dépendantes des produits entreposés									
Charge thermique due aux denrées entrantes									
	m	C1	(θ1 - θ2)	Apports					
	6366,934	3770	13	3611,61					
Charge thermique due à la respiration des denrées									
	m	r _{resp}	Apports						
	6366,934	17088	1259,24						
Puissance frigorifique de l'évaporateur									
	Q _{int}	t _{ins}	Apports						
	6350,621	16	9525,93						
puissance frigorifique prévisionnelle				11431,1					

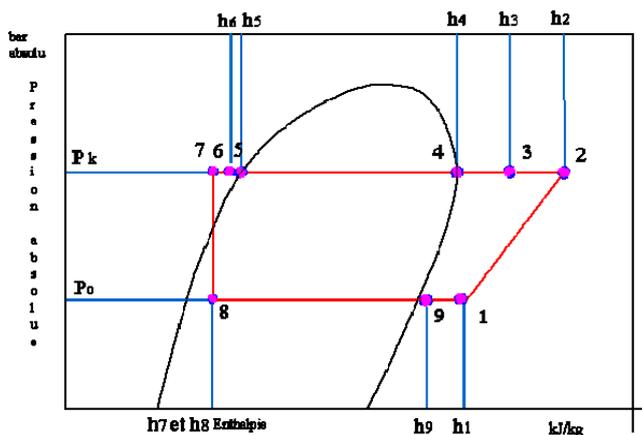
Annexe 5 : Caractéristiques de quelques fluides frigorigènes

	R22	R134a	R404A	R407C
Description générale	HFC ; corps pur. Incolore ; odeur un peu étherée. ODP=0,05 GWP ₁₀₀ =1700 (à 100 ans)	HFC ; corps pur. Incolore ; odeur un peu étherée. ODP=0 GWP ₁₀₀ =1300 (à 100 ans)	HFC ; mélange non azéotrope à glissement faible (52/44/04% - R143a/R125/R134a. Incolore ; odeur un peu étherée. ODP=0 GWP ₁₀₀ =3260 (à 100 ans)	HFC ; mélange non azéotrope à glissement faible (23/25/52% - R32/R125/R134a. Incolore ; odeur un peu étherée. ODP=0 GWP ₁₀₀ =1526 (à 100 ans)
Toxicité et Précautions	Non nocif par inhalation ; Se décompose à haute température en produits toxiques et corrosifs. Éviter le contact avec la peau et les yeux.	Non nocif par inhalation ; Se décompose à haute température en produits toxiques et corrosifs. Éviter le contact avec la peau et les yeux.	Non nocif par inhalation ; Se décompose à haute température en produits toxiques et corrosifs. Éviter le contact avec la peau et les yeux.	Non nocif par inhalation ; Se décompose à haute température en produits toxiques et corrosifs. Éviter le contact avec la peau et les yeux.
Détection de fuite	Lampe haloïde ; mousse de savon ; détecteur électronique approprié.	Mousse de savon ; détecteur électronique approprié.	Mousse de savon ; détecteur électronique approprié.	Mousse de savon ; détecteur électronique approprié.
Précautions pendant le montage et la mise en service	Raccordements brasés effectués sous atmosphère neutre. Tirage au vide poussé inférieur à 30 Pa. Lubrifiants minéraux ou de synthèse.	Raccordements brasés effectués sous atmosphère neutre. Tirage au vide poussé inférieur à 30 Pa. Lubrifiants à base d'ester. Utiliser des matériels spécifique au fluide (pompe, bipasse, etc.)	Raccordements brasés effectués sous atmosphère neutre. Tirage au vide poussé inférieur à 30 Pa. Lubrifiants à base d'ester. Utiliser des matériels spécifique au fluide (pompe, bipasse, etc.)	Raccordements brasés effectués sous atmosphère neutre. Tirage au vide poussé inférieur à 30 Pa. Lubrifiants à base d'ester. Utiliser des matériels spécifique au fluide (pompe, bipasse, etc.) Éviter le contact avec la flamme et les surfaces métalliques chauffées au rouge.
Domaine d'application	Conditionnement d'air domestique, commerciale et industrielle. Refroidissement de liquide. Installations à température négative.	Réfrigération domestique, commerciale et industrielle à température positive. Conditionnement d'air ; climatisation automobile Refroidissement de liquide.	Réfrigération commerciale et industrielle à température négative. Surgélateurs. Meubles de vente à température négative.	Conditionnement d'air de petites et moyennes puissances.

Annexe 6 : les caractéristiques des différents points du cycle

Points	°C	p (bars)	h (kJ/kg)	v (m3/kg)
1	-3	4,342	369	0,0478
2	105	25,73	450	
3	58	25,73	406	
4	55	25,73	385	
5	55	25,73	292	
6	50	25,73	283	
7	68	25,73	280	
8	-10	4,342	280	
9	-10	4,342	367	

Annexe 7 : Représentation du cycle frigorifique de la machine



Annexe 8 : Schémas de puissance et de commande des CF de l'UCOBAM

La régulation des installations frigorifiques choisie pour les CF de l'UCOBAM est du type "pump-down" c'est à dire le tirage au vide automatique. Il consiste à vider l'évaporateur de son fluide frigorigène à chaque arrêt du groupe.

➤ **Principe:**

Le pump-down est réalisé avec le matériel suivant:

- 1 vanne électromagnétique montée sur la conduite liquide de l'installation ;
- 1 thermostat d'ambiance ;
- 1 pressostat basse pression installé en régulation.

Quand la température est atteinte dans l'enceinte à refroidir le thermostat coupe l'alimentation de la vanne électromagnétique ce qui interrompt l'arrivée du liquide à l'évaporateur. Le compresseur continue de fonctionner et aspire le fluide qui se trouve dans l'évaporateur. Quand la pression dans le circuit basse pression a atteint une valeur suffisamment basse (0,2b) le pressostat BP coupe l'alimentation électrique du groupe. La température de l'enceinte augmentant le thermostat ferme le circuit de la VEM. La pression dans l'évaporateur ainsi que dans la ligne d'aspiration remonte. Dès que la pression BP a atteint la valeur correspondante au point d'enclenchement du pressostat (fonction de la température de fonctionnement de la chambre) le groupe démarre.

➤ **Utilisation de la régulation pump down**

Le pump down est utilisé pendant les périodes d'arrêt d'une installation car il y a toujours migration du fluide, du point le plus chaud vers le point le plus froid du circuit. Le fluide a donc tendance à aller s'accumuler dans l'évaporateur d'où risque de coup de liquide au démarrage du groupe.

D'autre part, la concentration d'huile augmente avec la pression. L'utilisation du pump-down faible BP dans le carter limite donc l'absorption de fluide frigorigène par l'huile.

➤ **Fonctionnement:**

Après fermeture du sectionneur Q_1 le circuit de commande est sous tension. Le commutateur à deux positions S1 étant fermé (position 1) la température de l'ambiance étant au point de consigne le contact de B1 (manœuvrant à la hausse de température) se ferme.

La VEM est sous tension et le fluide frigorigène circule librement. La pression BP augmentant B3 ferme son contact (contact se fermant à la hausse de pression) et KM3 est alimenté, le ventilateur du condenseur tourne. La bobine du contacteur KM3 étant excitée ferme son contact 13-14 sur la ligne du compresseur et ce dernier se met sous tension. La bobine du contacteur KM1 étant excitée ferme son contact 13-14 sur les lignes de l'évaporateur. KM2 est alimenté, les ventilateurs de l'évaporateur sont mis en marches.

Lorsque la température ambiante est atteinte B1 s'ouvre et la VEM est désalimentée.

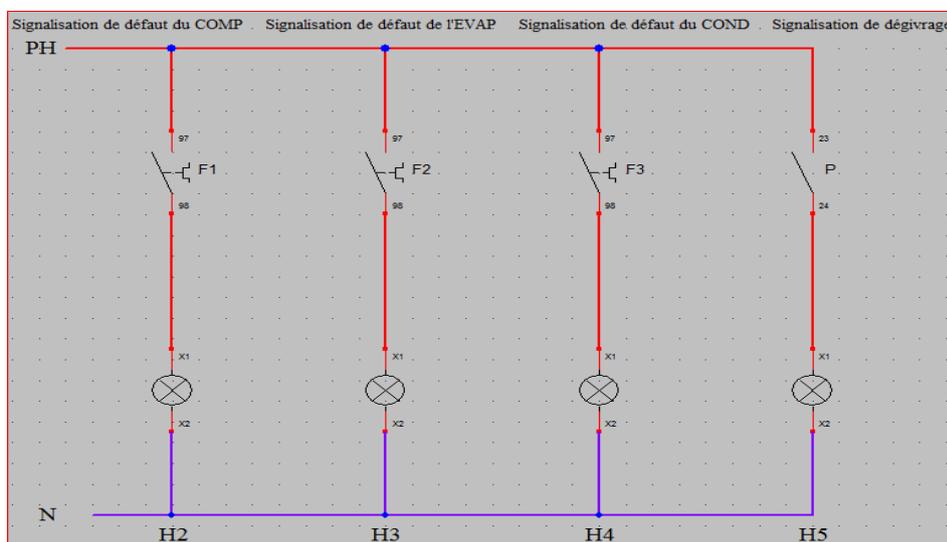
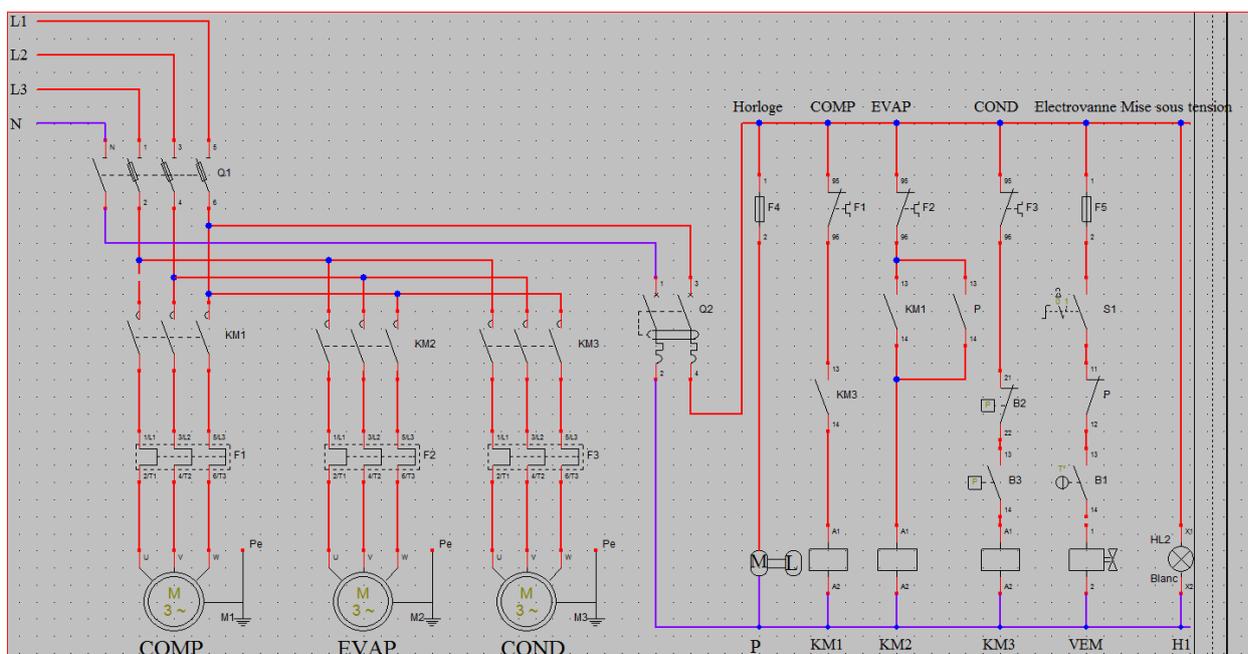
Le compresseur fonctionne toujours et aspire le fluide dans l'évaporateur. La pression BP chute jusqu'à atteindre la valeur de réglage du pressostat B3 s'ouvre et arrête l'alimentation des ventilateurs du condenseur et son contact 13-14 s'ouvre et interrompt l'alimentation du

groupe. La bobine étant mise hors tension, ouvre son contact 13-14 et KM2 est désalimenté d'où les ventilateurs de l'évaporateur sont mis à l'arrêt.

Lors du dégivrage, le contact 11-12 de l'horloge sur la ligne de l'électrovanne s'ouvre et l'électrovanne se ferme, le compresseur continu d'aspirer le FF dans l'évaporateur. La pression baisse jusqu'à atteindre la valeur de consigne, le pressostat basse pression de régulation coupe l'alimentation de KM1 par l'intermédiaire de KM3 qui, à son tour, ouvre son contact 13-14, qui met hors tension les ventilateurs de l'évaporateur. Etant en mode dégivrage, la marche du ventilateur de l'évaporateur est forcée grâce au contact 13-14 de l'horloge qui se ferme pour assurer un dégivrage par circulation d'air forcé.

Les lampes de signalisation H1, H2, H3, H4, H5 sont respectivement la mise sous tension, le défaut du compresseur, le défaut du ventilateur de l'évaporateur, le défaut du ventilateur du condenseur et la mise en dégivrage.

➤ Schéma de puissance et de commande des chambres froides de l'UCOBAM



Annexe 9 : Conditions intérieures constantes

RDC									
Locaux	Puissances (W)								
	PC	Ord. Bureau	Imp.	Télé	Lampe	Onduleur	Photoopie	Réfrig. 155L	Personne
Bureau A	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau B	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau C	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau D	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Boutique 1	-	340	215	300	144	980	-	-	7
Boutique 2	-	340	215	300	144	980	-	-	7
DEPOT EST	-	-	-	-	720	-	-	-	15
DEPOT OUEST	-	-	-	-	720	-	-	-	15
R+1									
Bureau 1	175	-	215	-	144	-	-	-	3
Bureau 2	175	-	215	-	144	-	-	-	3
Bureau 3	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau 4	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau 5	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau 6	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau 7	175	-	215	-	72	-	-	-	3
Bureau Directeur	175	340	215	300	36	980	-	74	3
Secrétariat	-	340	215	-	72	980	1700	-	3
Bureau agent 1	175	-	215	-	144	-	-	-	3
Bureau agent 2	175	-	215	-	144	-	-	-	3
Salle de réunion	2800	-	-	-	162	-	-	-	16
Nouveau Bureau	175	-	215	-	72	-	-	-	3

Annexe 10 : Feuille de calculs des charges thermiques de climatisation

Bureau A														
L	l	h(m)	Te	Ti										
		3	40 C	25 C										
He	Hi		heure	Mois										
20	11,1		13	Avril										
Murs	surf. en m²	K	ΔT	gains										
S	10,02	1,8	15	270,54	(w/m2K)									
E	8,7	1,8	11	172,26	Kext 1,8									
N	10,02	1,8	15	270,54	Kint 1,8									
O	7,38	1,8	11	146,124	Kplanc 0,78									
Plafond	0	3,37	11	0	Kvitre 5,6									
Plancher	0	0,78	0	0	Kplaf 3,37									
Total des gains par conduction par les murs				859,464										
Vitrages	surf. en m²	K	ΔT	gains										
S	0	5,6	15	0	Te 40 Hre (%) 45									
E	0	5,6	15	0	Ti 25 Hri (%) 50									
N	0	5,6	15	0	TLnon clim 36									
O	1,32	5,6	11	81,312										
Total des gains de conduction par les fenêtres				81,312										
Murs-ports	surf. en m²	K (W/m²)	ΔT fictif	gains										
S	0	0	7,101	0	NB : ΔTf = a G F l he									
E	0	1,8	5,751	0	a = facteur d'absorption 0,6									
N	10,02	1,8	5,751	103,725	G rayonnement global									
O	0	1,8	10,584	0	F facteur inertie 0,9									
toit				0	he = convection externe 20									
Total des apports solaires par les murs				103,725										
vitrages	Surface	g F	G (W/m²)	gains										
S	0	0,2	263	0	DTf(S) 7,101									
E	0	0,2	213	0	DTf(O) 10,584									
N		0,2	213	0	DTf(N) 5,751									
O	1,32	0,2	304	80,256	DTf(N-O) 8,208									
Total des apports solaires par les fenêtres				80,256	DTf(E) 5,751									
Nature	quantité	P.U	facteurs	gains										
occupants	3	70	1	210										
Eclairage	2	36	1	72										
Moteurs	0	0	0	0										
divers App.	1	390	1	390										
Renouvellet	54	15	0,3364	272,484										
Total des gains sensibles internes				944,484										
Nature	quantité	facteurs	ΔT	gains										
occupants	3	50	1	150										
Renouvellet	54	0,894	6,25	301,725										
Machines	0	0	0	0										
Total des gains latents				451,725										
					Débit des bureaux et de salle de réunion (m3/h/pers.)					18				

Annexe 11 : Caractéristiques du transformateur choisi pour l'UCOBAM



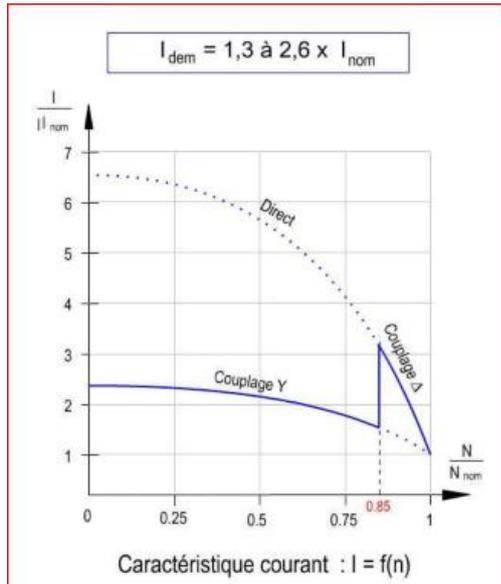
NOVARE Cabine

Caractéristiques électriques pour des transformateurs à ambiante 40°C

Tension la plus élevée du réseau ≤ 24KV / Tension secondaire à vide 400V

Puissance KVA	Pertes à vide W	Pertes en charge W	Tension de court-circuit Ucc %	Courant secondaire assigné In A	Courant à vide Io %	Chutes de tension à pleine charge		Rendement en %						Puissance acoustique LWA dB(A)
						cos φ = 1	cos φ = 0,85	cos φ = 1			cos φ = 0,85			
								50 %	75 %	100 %	50 %	75 %	100 %	
50	145	1350	4	72,2	2,9	2,25	3,35	98,35	98,00	97,57	98,60	98,36	98,04	50
100	210	2150	4	144,3	2,5	1,81	3,40	98,62	98,37	98,03	98,39	98,09	97,69	49
160	460	2350	4	230,9	2,3	1,54	3,24	98,81	98,61	98,33	98,60	98,36	98,04	62
200	555	3050	4	288,7	1,8	1,49	3,21	98,81	98,62	98,36	98,61	98,38	98,07	64
250	650	3250	4	360,8	1,8	1,37	3,13	98,94	98,76	98,51	98,75	98,54	98,25	65
315	770	4200	4	454,67	1,8	1,40	3,15	98,86	98,69	98,45	98,66	98,46	98,18	66
400	930	4600	4	577,4	1,8	1,22	3,03	99,06	98,90	98,68	98,89	98,71	98,45	68
500	1100	6200	4	721,7	1,7	1,31	3,09	98,95	98,79	98,56	98,77	98,58	98,31	69
630	1300	6500	4	909,3	1,6	1,11	2,95	99,16	99,02	98,82	99,02	98,05	98,61	70

Annexe 12 : Courbe de démarrage des moteurs



Annexe 13 : Caractéristiques du groupe électrogène de secours choisi de l'UCOBAM

Modèle	GEP200	GEH220	GEH250	GEH275	GEP400
Puissance du courant de secours	200 kVA/160 kW	220 kVA/176 kW	250 kVA/200 kW	275 kVA/220 kW	400 kVA/320 kW
Puissance du courant permanent	180 kVA/144 kW	200 kVA/160 kW	230 kVA/184 kW	250 kVA/200 kW	350 kVA/280 kW
Tension nominale/fréquence	400 V/50 Hz	400 V/50 Hz	400 V/50 Hz	400 V/50 Hz	400 V/50 Hz
Courant nominal I/II ①	289 A/260 A	318 A/289 A	360 A/331 A	397 A/360 A	577 A/506 A
Moteur PERKINS	1106	1306	1306	1306	2206
Capacité du réservoir (en litres) ②	279/491	350/550	350/550	350/550	867/877
Consommation approximative (en l/h) aux % de la charge	30,9	37,4	42,6	46,1	60,8
Puissance acoustique LwA ③	97	97	97	97	97
Niveau de pression acoustique dBA ④	66,3	69,4	69,7	69,8	67,7
Poids approximatif à sec (kg) ②	1652/2704	2015/3035	2100/3120	2215/3185	2670/4435
Dimension long. x larg. x h en mm:					
Standard	2817 x 900 x 1637	2960 x 1003 x 1718	2960 x 1003 x 1719	2960 x 1003 x 1720	3500 x 1110 x 2158
Capot insonorisé	3894 x 1300 x 1875	4294 x 1300 x 1875	4294 x 1300 x 1875	4294 x 1300 x 1875	4760 x 1620 x 2135
① Courant nominal I	Mode courant de secours (Standby), facteur de charge 60%, max. 500 heures de service par année, pas de surcharge possible		② Standard ouvert/avec capot insonorisé		
① Courant nominal II	Mode courant permanent (Prime), facteur de charge 60-70%, pas de limitation des heures de service, surcharge possible jusqu'à 10% (1 heure pour 12 heures de fonctionnement)		③ Avec capot insonorisé		
			④ A 7 m de distance et à 75% de charge, avec capot insonorisé		
			Les niveaux sonores correspondent à la directive UE 2004/14/EC		

voir page précédente pour les puissances de 12,5 à 165 kVA

Annexe 14 : Détail de la formule du coût de cycle de vie du système

$$K_i = \sum_{n=1}^{y_i} \frac{1}{(1 + ir)^{nL_i}} \quad (31)$$

$$y_i = \left(\frac{R_v}{L_i} \right) - 1 \quad \text{si } R_v \text{ est divisible par } L_i, \quad (32)$$

$$y_i = \frac{R_v}{L_i} \quad \text{si } R_v \text{ n'est pas divisible } L_i, \quad (33)$$

$$PWA(ir, R_v) = \frac{(1 + ir)^{R_v} - 1}{ir(1 + ir)^{R_v}} \quad (34)$$

Avec :

N_i : Nombre du composant i

CI_i : Coût d'investissement initial (FCFA /composant)

CR_i : Coût de remplacement (FCFA /composant),

K_i : Coefficient d'actualisation de la valeur

CMR_i : Coût de maintenance et de réparation (FCFA/composant),

PWA : Coefficient d'actualisation annuelle de la valeur

ir : Taux réel d'intérêt effectif

R_v : Durée de vie du système (an),

y_i : Nombre de remplacement du composant i ,

L_i : Durée de vie du composant

Annexe 15 : Dimensionnement du champ PV

Configuration globale du système

1 Nombre de types de sous-champs

Schéma simplifié

Résumé système global

Nombre de modules	320	Puissance PV nominale	96 kWp
Surface modules	526 m ²	Puissance PV maximale	94,7 kWdc
Nbre d'onduleurs	3	Puissance AC nominale	99 kWac

Champ PV

Sub-array name and Orientation

Name: Champ PV

Orient. **Plan incliné fixe** Tilt 15° Azimuth 0°

Aide au dimensionnement

No Sizing Entrez Pnom désirée 96.0 kWp

... ou surface disponible 526 m²

Sélection du module PV

Prod. depuis 2015 Tri modules par Puissance Technologie Modules nécessaires approx. 320

Aleo Solar 300 Wp 26V Si-mono Aleo S 19 / 300 Since 2015 Manufacturer 2C Ouvrir

Dimens. des tensions op (60°C) 27.5 V

Use Optimizer Voc (-10°C) 43.8 V

Sélection de l'onduleur

Prod. depuis 2015 Tri onduleurs par: Puissance Tension (max) 50 Hz 60 Hz

All Manufacturers 33 kW 270 - 950 V TL 50 Hz Zeverlution Pro 33K?400/415V grid? ZeverSolar Ouvrir

Nbre d'onduleurs 3 Tension de fonctionnement: 270-950 V Puissance globale ond. 99 kWac

Utilise multi-MPPT Tension entrée maximale: 1000 V **Onduleur avec 2 MPPT**

Dimensionnement du champ

Nombre de modules et chaînes

Mod. en série 20 entre 10 et 22

Nb. chaînes 16 seule possibilité 16

Perte sur-puissance 0.0 %

Rapport Pnom 0.97 Voir conditions

Nbre modules 320 Surface 526 m²

Conditions de fonctionn

Vmpp (60°C) 551 V

Vmpp (20°C) 656 V

Voc (-10°C) 876 V

Irradiance plan 1000 W/m²

Imp (STC) 151 A

Isc (STC) 162 A

Isc (aux STC) 160 A

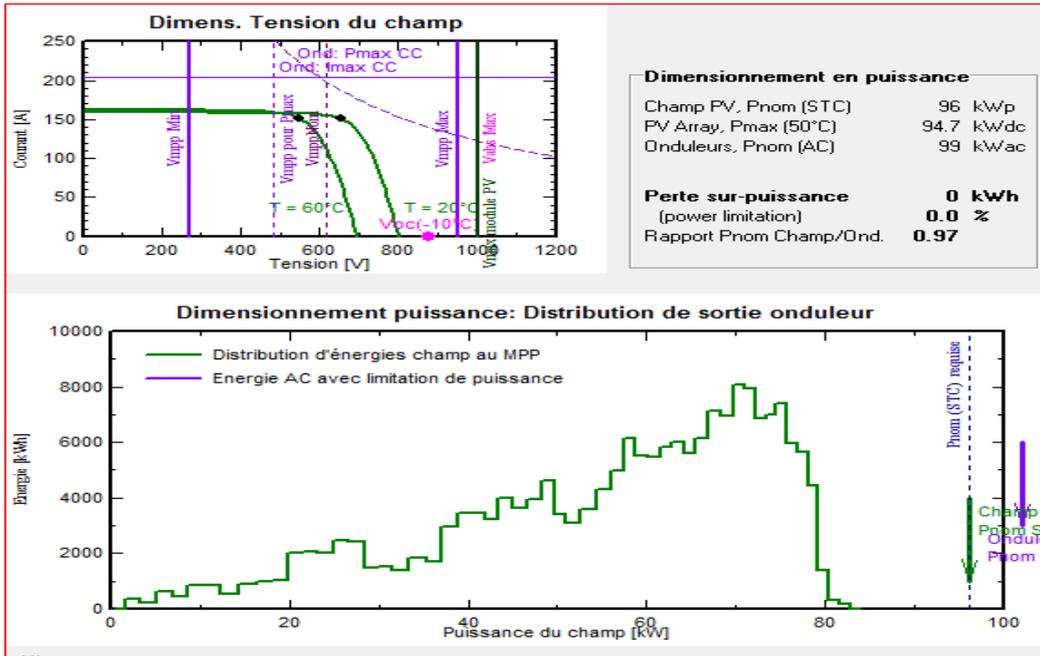
la puissance de l'onduleur est légèrement sur-dimensionnée.

Max. données STC

Puiss. max. en fonctionnement 87.2 kW à 1000 W/m² et 50°C

Puiss. nom. champ (STC) 96 kWp

Annexe 16 : Conditions de dimensionnement champ PV / onduleur



Annexe 17 : Caractéristiques des évaporateurs des chambres froides extraient du catalogue



Evaporateurs cubiques industriels

Catégorie de remise 97

2

Aspirant

Pas D'Ailettes 4,5 mm

SGA

Type	Capacité		Surface m ²	Débit		Ventilateur(s) 400V/50Hz/3			sans dégivrage		avec dégivrage	
	0/-8 kW	-18/-25 kW		d'air m ³ /h	proj. m	nombre	diamètre mm	intensité A.	N° de com	Prix €	N° de com	Prix €
SGA 50 F41	9,8	7,9	55	5900	23	1	500	1,4	322.501	5.108,06	322.601	5.737,50
SGA 50 F61	12,2	9,8	82	5400	23	1	500	1,4	322.502	5.604,19	322.602	6.326,44
SGA 56 F41	12,5	10,1	73	7200	28	1	560	2,5	322.503	5.818,50	322.603	6.596,44
SGA 63 F41	15,5	12,3	99	8010	33	1	630	1,6	322.506	7.075,69	322.606	8.079,75
SGA 56 F61	15,7	12,5	110	6750	28	1	560	2,5	322.504	6.557,63	322.604	7.516,13
SGA 56 F81	17,6	14,1	146	6300	28	1	560	2,5	322.505	7.168,50	322.605	8.334,56
SGA 63 F61	19,2	15,3	148	7650	33	1	630	1,6	322.507	8.035,88	322.607	9.120,94
SGA 50 F42	19,6	15,6	110	11800	33	2	500	3,0	322.521	8.542,13	322.621	9.431,44
SGA 63 F81	21,1	16,7	198	7020	33	1	630	1,6	322.508	8.952,19	322.608	10.280,25
SGA 71 F41	23,1	18,5	154	11700	43	1	710	2,3	322.509	9.893,81	322.609	11.147,63
SGA 50 F62	24,6	19,6	164	10800	33	2	500	2,8	322.522	9.409,50	322.622	10.379,81
SGA 56 F42	25,1	20,1	146	14400	39	2	560	5,0	322.523	9.758,81	322.623	10.870,88
SGA 71 F61	28,3	22,6	231	11000	43	1	710	2,3	322.510	11.333,25	322.610	12.661,31
SGA 50 F43	29,5	23,5	165	17700	40	3	500	4,2	322.541	12.426,75	322.641	13.899,94
SGA 63 F42	30,8	24,6	198	16020	45	2	630	3,2	322.526	11.844,56	322.626	13.204,69
SGA 71 F81	31,6	25,2	308	10400	43	1	710	2,3	322.511	11.952,56	322.611	13.651,88
SGA 56 F62	31,6	25,2	220	13500	39	2	560	5,0	322.524	10.341,00	322.624	11.527,31
SGA 80 F41	31,8	25,5	179	18450	48	1	800	5,0	322.512	10.526,63	322.612	11.837,81
SGA 56 F82	35,3	28,2	292	12600	39	2	560	5,0	322.525	11.490,19	322.625	13.030,88
SGA 50 F63	37,0	29,5	246	16200	40	3	500	4,2	322.542	12.922,88	322.642	14.446,69
SGA 56 F43	37,7	30,1	220	21600	49	3	560	7,5	322.543	13.056,19	322.643	14.730,19
SGA 63 F62	38,6	30,8	296	15300	45	2	630	3,2	322.527	12.916,13	322.627	14.276,25
SGA 50 F44	39,3	31,5	220	23600	42	4	500	5,6	322.537	15.312,38	322.635	16.350,19
SGA 80 F61	39,5	31,5	269	17460	48	1	800	5,0	322.513	11.829,38	322.613	13.219,88
SGA 63 F82	42,1	33,6	396	14040	45	2	630	3,2	322.528	14.477,06	322.628	16.122,38
SGA 80 F81	44,0	35,1	359	16200	48	1	800	5,0	322.514	13.182,75	322.614	15.106,50
SGA 71 F42	46,3	37,1	308	23400	58	2	710	4,6	322.529	15.849,00	322.629	18.614,81
SGA 63 F43	46,3	37,1	297	24030	58	3	630	4,8	322.546	15.924,94	322.646	18.238,50
SGA 56 F63	47,5	37,8	330	20250	49	3	560	7,5	322.544	14.924,25	322.644	16.917,19
SGA 50 F45	49,1	39,2	275	29500	47	5	500	7,0	322.538	18.884,81	322.636	20.536,88
SGA 50 F64	49,3	39,3	328	21600	42	4	500	5,6	322.539	17.136,56	322.637	18.238,50
SGA 56 F44	50,3	40,1	293	28800	51	4	560	10,0	322.540	17.506,13	322.638	18.673,88
SGA 56 F83	53,1	42,3	438	18900	49	3	560	7,5	322.545	16.534,13	322.645	18.970,88
SGA 71 F62	56,8	45,3	462	22000	58	2	710	4,6	322.530	18.587,81	322.630	21.559,50

Capacité pour R404A / R507A suivant ENV 328

Informations générales:

sans huile suivant DIN-8964

Carrosserie en aluminium thermolaqué, blanc RAL 9018

Injection de liquide par Küba Cal distributeur pour tous les types.

Bac de condensat amovible

Surface de réfrigération extra large

Tuyaux montée en parallèle 50x50mm, avec diamètre 15mm.

Redresseur d'air pour distribution d'air également et proj. plus grand.

Moteurs de ventilateurs IP66, classe d'isolation F, pré câblage au boîtier de raccordement.

Options, disponible sur demande

V2.05: Circulation d'eau avec distribution plus grand (dP plus petit).

V2.06: Circulation d'eau avec distribution plus petit (dP plus grand)

V3.09: Bac à condensat avec double isolation pour températures ambiante <-25°C.

V4.01: Dégivrage par gaz chaud en bac de condensat.

V6.01: Ailettes 'Goldlack', carrosserie avec coating epoxy.

V6.02: Ailettes 'Goldlack', tuyauteries inox, carrosserie avec coating epoxy

V6.03: Tuyauteries inox, ailettes et carrosserie aluminium.

V6.05: Dégivrage batterie par gaz chaud.

V6.07: Dégivrage par gaz chaud dans la batterie et dans le bac à condensats, y compris, clapet anti retour



Annexe 18 : Caractéristiques des évaporateurs des chambres froides extraient du catalogue



Evaporateurs cubiques industriels

Catégorie de remise 97

Aspirant

Données techniques

SGA

Type	Dimensions			Raccordements		Contenu dm ³	Dégivrage électrique total kW	Poids kg
	mm			mm				
	I	I	H	liquide	asp.			
SGA 50 F41	1620	906	718	10	28	9	7,07	129
SGA 50 F61	1620	906	718	10	28	13	8,26	145
SGA 56 F41	1620	906	918	10	28	12	8,98	162
SGA 63 F41	1820	931	1018	15	28	16	11,76	204
SGA 56 F61	1620	906	918	15	35	17	10,25	184
SGA 56 F81	1620	906	918	15	35	23	12,80	213
SGA 63 F61	1820	931	1018	22	35	23	12,91	235
SGA 50 F42	2620	906	718	15	35	17	12,35	213
SGA 63 F81	1820	931	1018	22	35	31	16,34	268
SGA 71 F41	2020	1069	1318	15	35	24	17,17	284
SGA 50 F62	2620	906	718	15	35	25	14,55	246
SGA 56 F42	2620	906	918	15	35	22	15,79	267
SGA 71 F61	2020	1069	1318	22	35	36	18,47	332
SGA 50 F43	3620	906	718	15	42	25	18,20	301
SGA 63 F42	3020	931	1018	22	42	30	20,33	346
SGA 71 F81	2020	1069	1318	22	42	48	24,97	385
SGA 56 F62	2620	906	918	22	42	34	18,15	312
SGA 80 F41	2020	1159	1518	15	42	28	19,77	350
SGA 56 F82	2620	906	918	22	42	45	22,67	362
SGA 50 F63	3620	906	718	22	42	37	20,80	351
SGA 56 F43	3620	906	918	15	42	33	23,40	376
SGA 63 F62	3020	931	1018	22	42	45	22,33	409
SGA 50 F44	4620	906	718	15	42	33	22,64	374
SGA 80 F61	2020	1159	1518	22	42	42	21,07	390
SGA 63 F82	3020	931	1018	22	42	60	28,33	472
SGA 80 F81	2020	1159	1518	22	42	56	28,87	450
SGA 71 F42	3420	1069	1318	22	42	46	29,59	484
SGA 63 F43	4220	931	1018	22	42	45	29,80	489
SGA 56 F63	3620	906	918	22	42	50	26,00	445
SGA 50 F45	5620	906	718	22	54	41	27,30	473
SGA 50 F64	4620	906	718	22	54	50	25,82	440
SGA 56 F44	4620	906	918	22	54	44	29,00	469
SGA 56 F83	3620	906	918	22	54	66	33,80	518
SGA 71 F62	3420	1069	1318	22	54	70	31,84	582

Dénomination:

SG A (E) 50 - F 4 1

1=nombre de moteurs

4=Nombre de rangées de tuyaux dans la largeur

F=Fluide, F = HFC, G = glycol, N = NH3

50=diamètre ventilateurs cm

(E)=Dégivrage électrique

A=pas d'ailettes A = 4,5 mm - B = 7 mm - K = 10 - L = 12 mm

SG=modèle SG = aspirant, HB = soufflant



Annexe 19 : Caractéristiques des compresseurs des chambres froides extrait du catalogue Cofrisset

Code		Modèle		R404A / R 507				R134 a				i max A	Tarif H.T. FR	Tarif H.T. Euro
				Puiss. frigo W				Pa W						
				0	-10°C	-30°C	-40°C	2l	+5°C	-5°C	-15°C			
0414200	K 400C	1950	1390	510	280	478	1000	1090	650	448	1,3	8 559,00	1 060,09	
0414207	K 50 CS	-	1880	700	372	645	2230	1470	940	627	1,3	8 559,00	1 060,09	
0414212	K 75 CC	2795	1800	-	-	1050	2370	1690	670	645	2,4	7 019,00	1 070,04	
0414217	K 75 CS	-	2458	912	490	800	3960	1975	1285	800	2,4	7 019,00	1 070,04	
0414223	K 100CC	3810	2458	-	-	1400	3960	1975	1285	800	2,9	7 072,00	1 075,12	
0414227	K 150 CS	-	3180	1240	700	1100	3720	2441	1700	1090	2,9	7 072,00	1 075,12	
0414233	K 150 CC	4600	3100	-	-	1720	3720	2441	1700	1100	3,4	7 162,00	1 091,84	
0414237	K 150 CS	-	3300	1370	764	1290	4335	2830	1710	1200	3,4	7 162,00	1 091,84	
0414243	K 180 CC	5190	3300	-	-	2020	4335	2830	1710	1090	4,4	7 230,00	1 102,21	
0414247	K 180 CS	-	4130	1640	877	14150	4900	3220	1971	1290	4,4	7 230,00	1 102,21	
0414252	K 200 CC	5800	4130	-	-	2400	5380	3570	2540	1420	6	7 795,00	1 188,34	
0414257	K 230 CS	-	4578	1770	970	1780	6660	3980	2430	1622	6	7 803,00	1 198,71	
0414257	K 230 CC	8660	4578	-	-	2620	5550	3680	2430	1650	6,8	8 280,00	1 282,26	
0414267	K 250 CS	-	5680	1900	1000	1800	7290	4575	2872	1730	6	9 234,00	1 407,71	
0414267	K 280 CC	8570	5690	-	-	3100	7290	4575	2872	1750	6,8	9 545,00	1 455,14	
0414277	K 280 SB	-	-	2680	1480	2330	8220	5413	3317	2060	6	9 234,00	1 407,71	
0414282	K 300 CS	-	6900	2660	1830	2344	8220	5413	3317	2100	6,8	9 633,00	1 468,54	
0414284	K 290 SB	-	-	3060	1655	2570	8070	6170	3780	2055	6,8	9 633,00	1 468,54	
0414287	K 300 SB	-	-	3380	1897	3060	10450	6900	4780	2764	6,8	9 633,00	1 468,54	
0414292	K 400 CC	-	8650	3420	1970	4400	9660	6640	3950	2520	8,7	13 709,00	2 089,82	
0414297	K 400 CS	-	-	3960	2290	3100	11410	7475	4950	2800	8,7	13 709,00	2 089,82	
0414302	K 470 CC	-	9945	-	-	5000	11410	7475	4950	3190	10,2	14 259,00	2 173,77	
0414307	K 470 CS	-	-	4855	2900	3800	13815	9090	5875	3540	10,2	14 259,00	2 173,77	
0414312	K 500 CC	17930	12180	-	-	6000	13815	9090	5875	3800	12	14 475,00	2 206,85	
0414317	K 500 CS	-	13000	5570	3210	4000	15885	10290	6850	4300	12	15 141,00	2 308,23	
0414317	K 740 CC	20185	13900	-	-	6000	15985	10280	6950	-	17	15 975,00	2 435,38	
0414327	K 780 CC	25100	17120	6080	4000	7500	19290	12413	7320	4390	17	19 033,00	2 901,56	
0414332	K 750 CS	-	20520	6025	4800	6500	22825	14719	8950	6290	17	19 033,00	2 901,56	
0414334	KP 750 CS	-	20520	6025	4800	6500	22825	14719	8950	6290	17	21 739,00	3 313,17	
0414337	K 1000 CC	30467	20437	-	-	9200	22825	14719	8950	5000	20	19 472,00	2 968,49	
0414339	KP 1000 CC	30467	20437	-	-	9200	-	-	-	-	20	21 965,00	3 348,70	
0414342	K 1000 CS	-	26950	11000	6000	7540	30400	19872	12290	6824	30	21 491,00	3 276,28	
0414344	KP 1000 CS	-	26950	11000	6000	7540	30400	19872	12290	6824	30	22 800,00	3 475,84	
0414353	K 1500 CC	39480	27090	-	-	12300	29600	20000	12900	8660	30	21 489,00	3 275,27	
0414355	KP 1500 CC	39480	27090	-	-	12300	29600	20000	12900	8660	30	22 713,00	3 462,57	
0414360	KP 1500 CS	-	30490	12170	6528	8100	38230	23965	14886	9015	34	25 628,00	3 906,96	
0414361	KP 2000 CC	44580	30500	-	-	14700	37000	24900	15580	8110	34	25 628,00	3 906,96	
0414364	K 1500 CS	-	30490	12170	6528	8100	38230	23965	14886	9015	34	34 213,00	5 216,74	
0414368	K 2000 CC	44580	30500	-	-	14700	37000	24900	15580	8110	34	34 213,00	5 216,74	
0414369	K 1500 CB	-	38700	15480	8485	11500	45900	30300	18940	10520	48	35 419,00	5 399,59	
0414370	K 2500 CC	56310	38700	-	-	18500	60560	33500	20830	10930	48	35 419,00	5 399,59	
0414374	K 2500 CB	-	-	20300	12670	10800	51380	34070	21370	12490	48	35 773,00	5 453,56	
0414384	K3000 CC	65550	44800	-	-	21300	51380	34070	21370	12900	58	37 891,00	5 776,45	
0414390	K 3000 CS	-	53860	22840	13175	17400	67725	49580	28720	17520	58	47 010,00	7 303,83	
0414396	K 3500 CC	80620	59220	-	-	20600	67725	49580	28720	17500	72	48 793,00	7 436,92	
0414377	K 3000 CB	-	-	28490	15400	20000	77572	52140	37770	20820	58	47 010,00	7 303,73	
0414394	K 4000 CC	92590	64050	-	-	30700	77572	52140	37770	20900	84	50 034,00	7 627,54	
0414402	K 4500 CS	-	69120	35170	18980	21800	80448	54080	33690	21800	84	57 701,00	8 796,46	
0414398	K 4700 CS	-	74520	35770	17760	23100	87884	57500	35070	22880	90	69 255,00	10 357,96	
0414420	K 5000 CC	113400	77120	-	-	38200	87884	57500	35070	22700	115	71 971,00	10 971,91	
0414404	K 500 CS	-	91360	37665	21740	28100	103370	68950	42050	27970	115	71 330,00	10 904,68	
0414429	K 6000 CC	132720	91360	-	-	46200	103370	68950	42050	28000	130	74 743,00	11 394,30	
0414434	K 6000 CS	-	99980	41220	23790	30600	114179	74715	45376	30310	130	74 743,00	11 394,30	
0414440	K 7500 CC	143720	99880	-	-	49900	114179	74715	45376	30400	148	81 451,00	12 417,12	

Annexe 20 : Caractéristiques des condenseurs à air des chambres froides extrait du catalogue Cofriset

Code	Modèle	Puiss dt 15 kW	Débit d'air m³/h	Ventilo			Niv. son dB (A)	Raccord L/S mm	Volume circuit dm³	Poids kg	Circ. nb	Tarif F.F	Tarif Euro
				nb	W	A							
CONDENSEURS A AIR													
SHVN - SHVS - NHVR AVEC VENTILATEURS Ø 500 MM - 13 À 160 KW (380V/3/50 HZ)													
Ventilo. 4P 500 mm													
0500502	SHVN 24	24,5 21,5	8900 5800	1	780 810	1,70 1,1	48 45	22/18	6,4	58	8	10 746,00	1638,22
0500507	SHVN 29	26,8 23,0	7000 6000	1	780 810	1,70 1,10	48 45	28/22	8,5	90	8	11 860,00	1808,05
0500512	SHVN 50	48,0 43,0	13800 11200	2	1560 1220	3,4 2,20	52 48	35/28	12,4	94	12	18 168,00	2769,39
0500517	SHVN 58	53,2 48,0	14000 12000	2	1560 1220	3,40 2,20	52 48	35/28	16,2	102	16	20 029,00	3053,40
0500522	SHVN 73	73,5 64,5	20700 16800	3	2340 1830	5,10 3,30	53 49	35/28	17,8	132	16	25 133,00	3831,50
0500527	SHVN 83	75,8 66,0	21000 18000	3	2340 1830	5,10 3,30	53 49	42/35	24,1	144	22	28 070,00	4279,24
0500532	SHVN 98	98,0 86,0	27900 23400	2x2	3120 2440	6,80 4,40	55 51	42/35	26,1	174	24	34 778,00	5301,87
0500537	SHVN 110	106,4 92,0	28000 24000	2x2	3120 2440	6,80 4,40	55 51	54/42	30,7	190	32	38 904,00	5930,86
0500542	SHVN 147	147,0 129,0	41400 33800	2x2	4580 3680	10,2 6,60	56 52	54/42	39,1	250	32	48 929,00	7459,16
0500547	SHVN 165	159 138	42000 36000	2x3	4980 3660	10,2 6,60	56 52	54/42	50,2	274	44	54 367,00	8288,20
Ventilo. 6P 500mm													
0500552	SHVS 16	15,9 14,5	4900 4550	1	320 220	0,9 0,4	38 37	18/16	4,3	52	4	9 754,00	1 488,99
0500557	SHVS 19	16,7 16,5	4400 4000	1	320 220	0,9 0,4	30/37	22/18	6,4	56	8	10 746,00	1 638,22
0500562	SHVS 32	31,8 29,0	9900 9100	2	640 440	1,8 0,8	42 40	28/22	8,3	95	8	16 146,00	2 461,44
0500587	SHVS 38	37,4 33,0	8800 8000	2	640 440	1,8 0,8	42 40	35/28	12,4	94	12	18 166,00	2 769,39
0500572	SHVS 48	47,7 43,5	14700 13850	3	960 880	2,7 1,2	43 41	28/22	11,9	120	11	22 483,00	3 427,51
0500577	SHVS 58	56,1 49,5	13200 12000	3	960 880	2,7 1,2	43 41	35/28	17,8	132	16	25 133,00	3 831,50
0500582	SHVS64	63,8 56,0	10800 10200	2x2	1280 980	3,6 1,6	45 43	35/28	17,4	160	16	31 090,00	4 739,54
0500587	SHVS 77	74,8 66,0	17800 16000	2x2	1280 980	3,6 1,6	45 43	42/35	26,1	174	24	34 778,00	5 301,87
0500582	SHVS 96	95,4 87,0	29400 27300	2x3	1920 1320	5,4 2,4	46 44	42/35	26,9	228	22	43 702,00	6 662,33
0500597	SHVS 114	112,2 99,0	26400 24000	2x3	1920 1320	5,4 2,4	46 44	54/42	39,1	250	32	48 929,00	7 459,16
Ventilo. 8P 500 mm													
0500602	SHVR 12	12,6 11,0	3300 2900	1	140 95	0,45 0,2	30 26	18/16	4,3	52	4	9 754,00	1 488,99
0500607	SHVR 15	13,7 11,5	3000 2400	1	140 95	0,45 0,2	30 26	22/18	6,4	56	8	10 746,00	1 638,22
0500612	SHVR 27	26,2 22,0	6800 5600	2	280 170	0,9 0,4	33 29	28/22	8,3	86	8	16 146,00	2 461,44
0500617	SHVR 31	27,4 23,0	6000 4800	2	280 170	0,9 0,4	33 29	35/28	12,4	94	12	18 166,00	2 769,39
0500622	SHVR 41	37,8 33,0	9900 8400	3	420 255	1,35 0,6	34 30	28/22	11,9	120	11	22 483,00	3 427,51
0500627	SHVR 47	41,1 34,5	8000 7200	3	420 255	1,35 0,6	34 30	35/28	17,8	132	16	25 133,00	3 831,50
0500632	SHVR 56	50,4 44,0	13200 11200	2x2	560 340	1,8 0,8	36 32	35/28	17,4	160	16	31 090,00	4 739,54
0500637	SHVR 62	54,8 46,0	12000 9900	2x2	560 340	1,8 0,8	36 32	42/35	26,1	174	24	34 778,00	5 301,87
0500642	SHVR 81	75,6 66,0	19800 16800	2x3	840 510	2,7 1,2	37 33	42/35	26,9	228	22	43 702,00	6 662,33
0500647	SHVR 93	82,2 68,0	18000 14400	2x3	840 510	2,7 1,2	37 33	54/42	39,1	250	32	48 929,00	7 459,16
0500651	jeu de pieds pour montage horizontal											2 233,00	340,42
0500651	circuit supplémentaire pour tous modèles											368,00	56,10

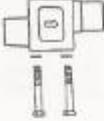
Annexe 21 : Caractéristiques des détendeurs des chambres froides extraient du catalogue Cofriset



DETENDEURS TE12

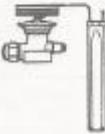


CORPS DETENDEURS



Code	Modèle	Raccord	Pour buses n°	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
1100288	TE12-68B4020	5/8 - 7/8	1 / 2	337.00	51.38
1100289	TE12-68B4021	7/8 - 1 1/8	3 / 4	337.00	51.38

TRAINS THERMOSTATIQUES



Code	Modèle	Plage °C	MOP °C	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
R 22					
1100304	TEX12 - 68B3210	N -40/+10	-	900.00	137.20
1100307	TEX12 - 68B3227	N -40/+10	15	900.00	137.20
1100305	TEX12 - 68B3211	B -60/-25	-20	1 871.00	285.23
R 134a					
1100317	TEN12 - 68B3232	N -40/+10	-	900.00	137.20
1100310	TEN12 - 68B3233	N -40/+10	15	900.00	137.20
R 404A					
1100270	TES12 - 68B3347	N -40/+10	-	900.00	137.20
1100281	TES12 - 68B3349	B -60/-25	-20	1 871.00	285.23
R 12					
1100301	TEF12 - 68B3204	N -40/+10	-	900.00	137.20
R 502					
1100313	TEY12 - 68B3218	N -40/+10	-	900.00	137.20
1100315	TEY12 - 68B3219	B -60/-25	-20	1 871.00	285.23

BUSES



Code	Modèle	Capacité nominale kW					Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
		R12	R22	R502	R134a	R404A		
1100375	1/67 B 2005	10,5	15,5	11,5	16	12,5	492.00	75.00
1100376	2/67 B 2006	17,5	26	19,5	26	21	492.00	75.00
1100381	3/67B 2007	28	42	32	38	35	492.00	75.00
1100386	4/67 B 2008	42	62	47	51	51	513.00	83.45

Capacité nominale : gamme n°1 évaporation -5°C - T° condensation +32°C - T° du liquide +26°C.

DETENDEURS BIFLOW TDEX R22

- Pour conditionnement d'air
- Détendeur complet
- Plage -25/+10°C
- MOP +15°C



Code	Modèle	Capa. kW ¹⁾	Raccord E-S CDS	Ancien modèle	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
1100401	TDEX3-68N6200	10,5	3/8-5/8	TKEX 3-3	1 118.00	170.44
1100406	TDEX6-68N6234	21,0	1/2-5/8	TKEX 3-6	1 118.00	170.44
1100411	TDEX7,5-68N6205/TRE10-8	26,0	5/8-7/8	TKEX 8-7,5	1 118.00	170.44
1100416	TDEX11-68N6213/TRE10-10	36,5	5/8-7/8	TKEX 8-10	1 184.00	180.50
1100421	TDEX11-68N6214/TRE10-10	36,5	5/8-1 1/8	TKEX 8-10	1 184.00	180.50
1100426	TDEX12,5-68N6216/TRE20-12,5	44,0	5/8-1 1/8	TKEX 8-12	1 184.00	180.50
1100431	TDEX16-68N6236/TRE20-15	56,0	5/8-1 1/8	TKEX 8-15	1 184.00	180.50
1100436	TDEX20-68N6226/TRE20-20	70,0	7/8-1 1/8	TKEX 20-20	2 242.00	341.79
1100441	TDEX26-68N6227/TRE40-25	91,0	7/8-1 3/8	TKEX 20-25	2 242.00	341.79
1100446	TDEX30-68N6238/TRE40-30	105,0	7/8-1 3/8	TKEX 20-30	2 242.00	341.79

Annexe 22 : Caractéristiques des vannes électromagnétiques des chambres froides extraient du catalogue Cofriset

Cofriset / LR **VANNES ELECTROMAGNETIQUES** **Castel**

- Fluide frigorigène : R22 - R134a - R404A - R502 - R12
- Température du fluide : -35°C / +110°C
- Corps de vanne laiton forgé, mécanisme interne acier inox destiné pour un débit et une pression différentielle maximum.
- Bobine résine étanche avec boîte à bornes orientables.
- Pression maxi en fonctionnement : 30 bars
- Normalement fermée (NF)

LES ELECTROVANNES SONT FOURNIES AVEC LEURS BOBINES EN 220V-50 Hz

Code	Modèle	Bobine	Diamètre	kv - m ³ /h ¹	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
Electrovannes						
1111205	1020/2	HM2 9100RA2	1/4 Flare	0,175	319,00	48,63
1111210	1020/3	HM2 9100RA2	3/8 Flare	0,23	345,00	52,59
1111215	1064/3	HM2 9100RA2	3/8 Flare	0,8	470,00	71,65
1111220	1070/4	HM2 9100RA2	1/2 Flare	2,2	609,50	92,92
1111225	1070/5	HM2 9100RA2	5/8 Flare	2,61	662,00	100,92
1111230	1090/5	HM2 9100RA2	3/4 Flare	4,3	1 219,00	185,84
1111305	1028/2	HM2 9100RA2	1/4 ODF	0,15	374,50	57,09
1111310	1068/3	HM2 9100RA2	3/8 ODF	0,8	631,00	95,95
1111315	1078/4	HM2 9100RA2	1/2 ODF	2,2	653,00	99,63
1111320	1078/5	HM2 9100RA2	5/8 ODF	2,61	740,00	112,81
1111325	1098/5	HM2 9100RA2	3/4 ODF	4,3	1 306,00	199,10
1111330	1098/7	HM2 9100RA2	7/8 ODF	5,11	1 349,50	205,73
1111335	1078/9	HM2 9100RA2	1 1/8 ODF	10	2 212,00	337,22
Bobines HM2						
1111605	9100 RA2	24V - 50HZ - 8W			115,00	17,53
1111610	9100 RA5	220V - 50HZ - 8W			115,00	17,53
1111615	9100 RA8	380V - 50 HZ - 8W			115,00	17,53
1111630	PG / 11	Connecteur pour tous les modèles			21,00	3,20

1) KV= débit d'eau pour une chute de pression dans la vanne de 1bar = 100Kg/m³

SCEM

- Fluide frigorigène : R22 - R134a - R404A - R502 - R12
- Pour ligne liquide, aspiration, gaz chaud
- Corps de vanne laiton frappé - mécanisme interne en acier inox
- Fonctionnement dans n'importe quelle position à condition que la bobine ne soit pas au dessus de l'axe central du corps
- Température du fluide : -40°C / +105°C
- Pression maxi différentielle : 21 bars
- Vannes normalement fermées (NF)

ELECTROVANNES : FOURNIES SANS BOBINE

Code	Modèle	Diamètre	kv - m ³ /h ¹	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
Corps de vannes					
1114012	PM 142 AR	3/8 SAE	0,27	251,00	38,26
1114022	PM 145.5 AR	1/2 SAE	1,08	500,00	76,22
1114027	PM 145.5 BR	5/8 SAE	3,3	757,00	115,40
1114032	VE 145.5-CR	3/4 SAE	3,0	708,00	107,93
1114057	PM 142.2 IRSP	1/4 ODF	0,167	280,00	42,69
Bobines					
1114210	ZB09-24+PG11	24V 50/60 HZ - 9 W IP65		151,00	23,02
1114211	ZB09-220+PG11	220V 50/60 HZ - 9 W IP65		151,00	23,02
1114212	ZB09-380+PG11	380V 50/60 HZ - 9 W IP65		151,00	23,02

1) KV= débit d'eau pour une chute de pression dans la vanne de 1bar = 100Kg/m³

Annexe 23 : Caractéristiques des filtres déshydrateurs des chambres froides extrait du catalogue Cofriset

Cofriset **OR** **FILTRES DESHYDRATEURS** **Carly**

FILTRES DESHYDRATEURS ANTI-ACIDES (LIQUIDE)

- Composés de 3 agents chimiques :
 - le tamis moléculaire
 - le dioxyde de silice
 - l'alumine activée



Code	Modèle	Racc. diam.	Dim. mm		Puiss. kW 1)			Capacité déshydrat. kg de fluide frigo.			Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
			diam.	Long.	R22	404A	134a	R22	404A	134a		
1401080	DCY 032S	1/4 ODF	53	97	3,7	2,4	3,4	6,5	6,5	7,0	72,00	10,96
1401084	DCY 052S	1/4 ODF	53	108	4,4	2,9	4,1	9,0	9,0	10,0	88,00	13,42
1401086	DCY 053S	3/8 ODF	53	111	9,2	6	8,8	9,5	9,5	11,5	88,00	13,42
1401089	DCY 082S	1/4 ODF	53	134	5,2	3,4	4,8	14,5	14,0	16,5	105,00	16,01
1401094	DCY 083S	3/8 ODF	53	139	11,1	7,2	10,3	15,0	14,5	16,5	105,00	16,01
1401096	DCY 084S	1/2 ODF	53	141	14	9,1	13	15,0	14,5	17,0	105,00	16,01
1401098	DCY 162S	1/4 ODF	74	155	5,9	3,8	5,5	35,0	33,5	46,0	135,00	20,58
1401099	DCY 163S	3/8 ODF	74	159	13,3	9,7	12,3	39,0	37,0	49,0	135,00	20,58
1401104	DCY 164S	1/2 ODF	74	163	15,7	10,2	14,5	40,0	38,0	50,0	135,00	20,58
1401109	DCY 165S	5/8 ODF	74	167	25,8	16,8	23,9	40,0	38,0	50,0	143,00	21,80
1401110	DCY 304S	1/2 ODF	74	235	17	11,1	15,7	88,0	84,5	98,0	232,00	35,37
1401114	DCY 306S	5/8 ODF	74	243	29,5	19,2	27,4	89,5	86,0	98,5	232,00	35,37
1401115	DCY 307S	7/8 ODF	74	253	40,6	26,4	37,6	160	153	170	412,00	62,81
1401118	DCY 417S	7/8 ODF	93	278	48	31,2	44,5	119,0	113,5	133,5	482,00	73,48
1401119	DCY 967S	7/8 ODF	93	319	66,5	43,3	61,6	180,0	153,0	170,0	851,00	129,73
1401120	DCY 032	1/4 SAE	53	107	3,7	2,4	3,4	6,5	6,5	7,0	72,00	10,96
1401121	DCY 052	1/4 SAE	53	118	4,4	2,9	4,1	9,0	9,0	10,0	88,00	13,42
1401122	DCY 053	3/8 SAE	53	127	9,2	6	8,8	9,5	9,5	11,5	88,00	13,42
1401124	DCY 082	1/4 SAE	53	144	5,2	3,4	4,8	14,5	14,0	16,5	105,00	16,01
1401129	DCY 083	3/8 SAE	53	155	11,1	7,2	10,3	15,0	14,5	16,5	105,00	16,01
1401131	DCY 084	1/2 SAE	53	161	14	9,1	13	15,0	14,5	17,0	105,00	16,01
1401134	DCY 162	1/4 SAE	74	165	5,9	3,8	5,5	35,0	33,5	46,0	135,00	20,58
1401139	DCY 163	3/8 SAE	74	175	13,3	9,7	12,3	39,0	37,0	49,0	135,00	20,58
1401144	DCY 164	1/2 SAE	74	183	15,7	10,2	14,5	40,0	38,0	50,0	135,00	20,58
1401146	DCY 165	5/8 SAE	74	187	25,8	16,8	23,9	40,0	38,0	50,0	143,00	21,80
1401149	DCY 302	1/4 SAE	74	229	7,4	4,8	6,8	64,0	61,5	74,5	232,00	35,37
1401154	DCY 303	3/8 SAE	74	249	4,0	9,6	13,7	67,0	64,0	75,5	232,00	35,37
1401158	DCY 304	1/2 SAE	74	255	17	11,1	15,7	88,0	84,5	98,0	232,00	35,37
1401161	DCY 306	5/8 SAE	74	263	29,5	19,2	27,4	89,5	86,0	98,5	232,00	35,37
1401164	DCY 413	3/8 SAE	93	195	16,2	10,8	15	72,0	69,0	81,0	453,00	69,06
1401169	DCY 414	1/2 SAE	93	252	18,5	12	17,1	111	106	122	453,00	69,06
1401174	DCY 415	5/8 SAE	93	285	31	20,2	28,7	114	108	130	460,00	70,13
1401179	DCY 754	1/2 SAE	93	318	19,2	12,5	17,8	168	158	178	657,00	100,16
1401183	DCY 755	5/8 SAE	93	325	32,5	21,5	30,1	168	159	179	672,00	102,45
1401185	DCY 865	5/8 SAE	93	306	35,4	23,1	32,8	160	153	170	781,00	119,06
1401189	DCY 966	3/4 SAE	93	314	40,6	26,4	37,6	160	153	170	810,00	123,48

1) Puissance avec temp. évap jusqu'à -15°C et temp. cond. jusqu'à +30°C
puiss. R22 idem R404A - puiss. R12 idem R134a - puiss. R457C idem R22
2) Capacité à +24°C

KITS DE RACCORDEMENT KRCY

- S'utilise avec tous les composants à visser et assure une parfaite étanchéité - à brasier sur la tuyauterie d'un côté et à visser sur un composant de l'autre.



Code	Modèle 1)	Diamètre SAE	Désignation	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
1401194	KRCY 2	1/4 SAE x 1/4 ODF	1 kit = 1 joint cuivre + 1 raccord laiton + 1 écrou laiton	151,00	23,02
1401199	KRCY 3	3/8 SAE x 3/8 ODF		227,00	34,61
1401204	KRCY 4	1/2 SAE x 1/2 ODF		284,00	43,30
1401209	KRCY 5	5/8 SAE x 5/8 ODF		412,00	62,81

Annexe 24 : Caractéristiques des voyants liquide des chambres froides extraient du catalogue Cofriset



VOYANTS LIQUIDE



POUR R22 -502 -134a - 404A

Code	Modèle	Raccordements	Tarif H.T.	Tarif H.T.
			F.F.	Euro
<i>SGI pour R12-R502-R22</i>				
1410101	SGI 6 14-0007	1/4" x 1/4" Flare MM	130.00	19.82
1410111	SGI 12 14-0009	1/2" x 1/2" Flare MM	163.00	24.85
1410117	SGI 6 14-0021	1/4" x 1/4" Flare MF	136.00	20.73
1410122	SGI 10 14-0022	3/8" x 3/8" Flare MF	144.00	21.95
1410127	SGI 12 14-0025	1/2" x 1/2" Flare MF	167.00	25.46
<i>SGN pour R134a-R404A-R22</i>				
1410161	SGN 6 14-0161	1/4" x 1/4" Flare MM	130.00	19.82
1410166	SGN 10 14-0162	3/8" x 3/8" Flare MM	136.00	20.73
1410171	SGN 12 14-0163	1/2" x 1/2" Flare MM	158.00	24.09
1410176	SGN 15 14-0164	5/8" x 5/8" Flare MM	197.00	30.03
1410151	SGN 6 14-0171	1/4" x 1/4" Flare MF	130.00	19.82
1410153	SGN 10 14-0172	3/8" x 3/8" Flare MF	136.00	20.73
1410156	SGN 12 14-0173	1/2" x 1/2" Flare MF	158.00	24.09
1410159	SGN 15 14-0174	5/8" x 5/8" Flare MF	197.00	30.03
1410161	SGN 6S 14-0181	1/4" x 1/4" ODS FF	130.00	19.82
1410186	SGN 10S 14-0182	3/8" x 3/8" ODS FF	136.00	20.73
1410191	SGN 12S 14-0183	1/2" x 1/2" ODS FF	158.00	24.09
1410196	SGN 16S 14-0184	5/8" x 5/8" ODS FF	197.00	30.03
1410201	SGN 22S 14-0186	7/8" x 7/8" ODS FF	336.00	51.22

Quantité d'eau présente dans le fluide frigorigène exprimé en PPM (1 PPM = 1mg d'eau / Kg de fluide)

Fluides Frigorigènes	Couleur de la couronne indicatrice					
	24°C			43°C		
	Vert	Intermédiaire	Jaune	Vert	Intermédiaire	Jaune
R134a	<30	30 - 100	>100	<45	45 - 150	>150
R22	<30	30 - 120	>120	<50	50 - 200	>200
R404A	<10	10 - 55	>55	<15	15 - 100	>100

POUR R22 -502 -134a - 404A



Code	Modèle	Raccordements	Tarif H.T.	Tarif H.T.
			F.F.	Euro
1411142	3710/22	1/4 x 1/4 Flare MM	108.00	15.46
1411147	3710/33	3/8 x 3/8 Flare MM	114.00	17.38
1411152	3710/44	1/2 x 1/2 Flare MM	124.00	18.90
1411157	3710/55	5/8 x 5/8 Flare MM	137.50	20.66
1411162	3710/66	3/4 x 3/4 Flare MM	176.50	26.91
1411237	3750/22	1/4 x 1/4 Flare MF	118.50	18.07
1411242	3750/33	3/8 x 3/8 Flare MF	124.00	18.90
1411247	3750/44	1/2 x 1/2 Flare MF	137.50	20.96
1411252	3750/55	5/8 x 5/8 Flare MF	176.50	26.91
1411303	3740/2	1/4 x 1/4 ODS	165.50	25.23
1411308	3740/3	3/8 x 3/8 ODS	174.50	26.60
1411313	3740/4	1/2 x 1/2 ODS	189.50	28.89
1411318	3740/5	5/8 x 5/8 ODS	200.50	30.57
1411323	3740/6	3/4 x 3/4 ODS	265.50	40.40
1411328	3740/7	7/8 x 7/8 ODS	346.00	52.75
1411333	3740/9	1"1/8 x 1"1/8 ODS	470.50	71.73

Annexe 25 : Caractéristiques des réservoirs liquide des chambres froides extrait du catalogue Cofriset



RESERVOIRS LIQUIDE



RESERVOIRS AGREES PAR LE SERVICE DES MINES A PARTIR DU 4,5 L
Bosage 3/8" NPTF pour montage d'une soupape de sécurité à partir de 9 litres

VERTICAUX



Code	Modèle	Volume l	Raccord. Vanne	Dimension mm		Tarif H.T.* FF	Tarif H.T. Euro	
				Diamètre	Haut.			
.0571009	RLVCY 09	0,9	1/4 SAE	89	202	389.00	59.20	
.0571015	RLVCY 15	1,5	1/4 SAE	89	302	408.00	62.20	
.0571020	RLVCY 20	1,8	1/4 SAE	101,6	272	513.00	78.21	
.0571025	RLVCY 25	2,5	3/8 SAE	121	304	535.00	81.56	
.0571030	RLVCY 30	2,9	3/8 SAE	121	340	600.00	91.47	
.0571040	RLVCY 40	3,9	3/8 SAE	121	440	718.00	109.45	
.0571045	RLVCY 45	4,5	3/8 SAE	152,4	330	900.00	138.58	
.0571060	RLVCY 60	5,8	1/2 SAE	152,4	416	938.00	143.00	
.0571075	RLVCY 75	7,4	1/2 SAE	152,4	516	1 385.00	211.14	
.0571080	RLVCY 90	9,2	1/2 SAE	168,3	507	1 727.00	263.28	
.0571120	RLVCY 120	11,5	5/8 ODF	168,3	622	2 119.00	323.04	
.0571150	RLVCY 150	15,7	5/8 ODF	219,1	554	2 558.00	389.96	
.0571200	RLVCY 200	20,9	7/8 ODF	219,1	704	3 423.00	521.83	
.0571250	RLVCY 250	25	7/8 ODF	219,1	821	4 484.00	680.53	
.0571300	RLVCY 300	29,6	7/8 ODF	323,9	534	5 051.00	770.02	
.0571400	RLVCY 400	40	7/8 ODF	323,9	670	5 234.00	797.92	
.0571500	RLVCY 500	50	1"1/8 ODF	323,9	802	6 004.00	915.30	
.0571600	RLVCY 600	60	1"1/8 ODF	323,9	934	6 312.00	952.26	
.0571605	RLVCY 700	70	1"1/8 ODF	323,9	1084	8 159.00	1 243.83	
Vannes Rotolock								
.0573001	VR 1/4 SAE	pour RLVCY 09 à 20				205.00	31.25	
.0573005	VR 3/8 SAE	pour RLVCY 25 à 45				208.00	31.71	
.0573010	VR 1/2 SAE	pour RLVCY 60 à 90				208.00	31.71	
.0573015	VR 5/8 ODF					274.00	41.77	
.0573020	VR 7/8 ODF	pour RLVCY 120 à 700				327.00	49.85	
.0573025	VR 1" 1/8 ODF					377.00	57.47	

*Tarif sans vannes Rotolock prévoir 2 vannes / bouteille

HORIZONTAUX



Code	Modèle	Volume l	Raccord. Vanne	Dimension mm		Tarif H.T.* FF	Tarif H.T. Euro
				Diamètre	Long		
0572015	RLHCY 15	1,5	1/4 SAE	89	322	814.00	124.09
0572025	RLHCY 25	2,5	3/8 SAE	121	324	828.00	126.23
0572045	RLHCY 45	4,5	3/8 SAE	152,4	380	1 774.00	270.44
0572075	RLHCY 75	7,4	1/2 SAE	152,4	563	1 972.00	300.63
0572090	RLHCY 90	9,2	1/2 SAE	152,4	599	2 810.00	387.89
0572120	RLHCY 120	11,5	5/8 ODF	152,4	730	2 705.00	412.37
0572150	RLHCY 150	15	5/8 ODF	168,3	753	3 094.00	471.68
0572200	RLHCY 200	20	7/8 ODF	168,3	1001	3 486.00	531.44
0572250	RLHCY 250	25	7/8 ODF	168,3	1248	3 552.00	541.50
0572300	RLHCY 300	30	7/8 ODF	219,1	903	4 740.00	722.61
0572400	RLHCY 400	40	7/8 ODF	219,1	1101	5 228.00	797.00
0572500	RLHCY 500	50	1"1/8 ODF	219,1	1480	6 320.00	983.48
0572600	RLHCY 600	60	1"1/8 ODF	323,9	855	7 686.00	1 187.15
0572605	RLHCY 700	70	1"1/8 ODF	323,9	1005	8 064.00	1 229.35
Horizontaux avec platine							
0572825	CYS 80571 1)	25	7/8 ODF	168,3	1249	2 964.00	451.86
0572840	CYS 80572 2)	40	7/8 ODF	219	1181	3 957.00	604.77
0572850	CYS 80573 2)	50	1"1/8 ODF	219	1480	4 604.00	701.88
Vannes Rotolock							
0573001	VR 1/4 SAE	pour RLHCY 15 à 20				205.00	31.25
0573005	VR 3/8 SAE	pour RLHCY 25 à 45				208.00	31.71
0573010	VR 1/2 SAE	pour RLHCY 60 à 90				208.00	31.71
0573015	VR 5/8 ODF					274.00	41.77
0573020	VR 7/8 ODF	CYS 80571/2		pour RLHCY 120 à 700		327.00	49.85
0573025	VR 1" 1/8 ODF	CYS 80573				377.00	57.47

1) avec platine 330x355
2) avec platine 450x550

*Tarif sans vannes Rotolock prévoir 2 vannes / bouteille

Annexe 26 : Caractéristiques des séparateurs d'huile des chambres froides extraient du catalogue Cofriset



REGULATION D'HUILE



SEPARATEURS D'HUILE

- ◆ Raccord de retour d'huile 3/8" SAE
- ◆ Sélection : en fonction de la puissance frigorifique, du fluide frigorigène, et des conditions de fonctionnement.
- ◆ Le diamètre des raccords (entrée/sortie) du séparateur doit être au moins égal au diamètre de la ligne de refoulement.
- ◆ **Système TURBOIL®** : amélioration de la séparation huile/fluide frigo, grâce à : rupture de la vitesse, changement de direction, centrifugation et phénomène de coalescence simultanément.



HCYS



TURBOIL



TURBOIL F

Code	Modèle 1)	Raccord	Puls. frigo. maxi kW 2)			Charge	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
		ODF	R22 -10°C	R404A -40°C	R134a -10°C	huile l		
<i>Non démontable</i>								
.0553402	HCYS 1504 S	1/2	7	6	5	0,3	1 584.00	241.48
.0553437	HCYS/M 8017 S	2"1/8	100	87	70	1	3 167.00	482.00
<i>Démontable</i>								
.0553447	HCYS/D/M 9017 S	2"1/8	100	87	70	1	6 350.00	988.05
<i>TURBOIL non démontable</i>								
0553307	TURBOIL 1503S	3/8	6	5	4.5	0,3	1 150.00	175.32
0553312	TURBOIL 1504S	1/2	7	6	5	0,3	1 448.00	220.44
0553317	TURBOIL 2505S	5/8	22	17	15	0,3	1 483.00	226.08
0553322	TURBOIL 3006S	3/4	25	22	21	0,3	1 669.00	254.44
0553327	TURBOIL 3007S	7/8	27	26	23	0,3	1 669.00	254.44
0553332	TURBOIL 3009S	1"1/8	32	29	25	0,3	1 743.00	265.72
0553337	TURBOIL 3011S	1"3/8	40	32	27	0,3	1 817.00	277.00
0553342	TURBOIL 4007S	7/8	37	32	34	0,3	2 225.00	339.20
0553347	TURBOIL 6009S	1"1/8	50	42	37	0,3	2 298.00	350.33
0553352	TURBOIL 6011S	1"3/8	55	48	46	0,3	2 410.00	367.40
<i>TURBOIL démontable</i>								
0553367	TURBOIL F 3009S	1"1/8	32	29	25	0,3	2 781.00	423.90
0553372	TURBOIL F 3011S	1"3/8	40	32	27	0,3	2 966.00	452.16
0553377	TURBOIL F 7011S	1"3/8	55	48	46	1	3 263.00	497.44
0553382	TURBOIL F 8013S	1"5/8	80	65	60	1	4 820.00	734.80
0553387	TURBOIL F 9017S	2"1/8	100	87	70	1	5 747.00	876.13

1) HCYS/D : séparateurs d'huile démontables - HCYS(D)/M : agréés par Service des Mines
2) puissants à +38°C de condensation - surchauffe 5 °C et sous refroidissement D' - Puiss. R12/ R502 : - Puiss R134a/R404A

BRIDE DE RACCORDEMENT

Code	Modèle	Caractéristiques	Tarif H.T. F.F.	Tarif H.T. Euro
0553516	HCY N1 B1	pour égalisation d'huile - 3 trous diam. 7,5 mm sur diam. 47,5 mm 7/8" ODM	480.00	73.18

Annexe 27 : Caractéristiques des systèmes VRV de DAKIN

RYYQ-T VRV IV heat pump, with continuous heating

Outdoor unit				RYYQ8T	RYYQ10T	RYYQ12T	RYYQ14T	RYYQ16T	RYYQ18T	RYYQ20T
Capacity range	HP			8	10	12	14	16	18	20
Cooling capacity	Nom.			22.4	28.0	33.5	40.0	45.0	50.0	56.0
Heating capacity	Nom.			25.0	31.5	37.5	45.0	50.0	56.0	63.0
Power input - 50Hz	Cooling	Nom.		5.2	7.29	8.98	11.0	13.0	14.7	18.5
	Heating	Nom.		5.5	7.38	9.10	11.2	12.8	14.4	17.0
EER				4.30	3.84	3.73	3.64	3.46	3.40	3.03
ESEER				7.53 (1)	7.20 (1)	6.96 (1)	6.83 (1)	6.50 (1)	6.38 (1)	5.67 (1)
COP				4.55	4.27	4.12	4.02	3.91	3.89	3.71
Maximum number of connectable indoor units				64 (2)						
Indoor index connection	Min.			100	125	150	175	200	225	250
	Nom.			200	250	300	350	400	450	500
	Max.			260	325	390	455	520	585	650
Dimensions	Unit	HeightxWidthxDepth	mm	1,685x930x765				1,685x1,240x765		
Weight	Unit			261	268		364		398	
Sound power level	Cooling	Nom.		78	79	81		86		88
Sound pressure level	Cooling	Nom.		58		61		64	65	66
Operation range	Cooling	Min.~Max.		-5~43						
	Heating	Min.~Max.		-20~15.5						
Refrigerant	Type			R-410A						
Piping connections	Liquid	OD		9.52			12.7		15.9	
	Gas	OD		19.1	22.2		28.6			
	Piping length	OU - IU	Max.	165 (3)						
	Total piping length	System	Actual	1,000 (3)						
	Level difference	OU - IU		90 (3) Outdoor unit in highest position / 90 (3) Indoor unit in highest position						
	Power supply	Phase/Frequency/Voltage			3N~/50/380-415					
Current - 50Hz	Maximum fuse amps (MFA)			20	25	32		40	50	

Outdoor system				RYYQ22T	RYYQ24T	RYYQ26T	RYYQ28T	RYYQ30T	RYYQ32T	RYYQ34T	RYYQ36T	
System	Outdoor unit module 1			RYMQ10T		RYMQ8T		RYMQ12T		RYMQ16T		
	Outdoor unit module 2			RYMQ12T		RYMQ14T		RYMQ16T		RYMQ18T		
Capacity range	HP			22	24	26	28	30	32	34	36	
Cooling capacity	Nom.			61.5	67.4	73.5	78.5	83.5	90.0	95.0	101.0	
Heating capacity	Nom.			69.0	75.0	82.5	87.5	93.5	100.0	106.0	113.0	
Power input - 50Hz	Cooling	Nom.		16.3	18.2	20.0	22.0	23.7	26.0	27.7	31.5	
	Heating	Nom.		16.5	18.3	20.3	21.9	23.5	25.6	27.2	29.8	
EER				3.77	3.70	3.68	3.57	3.52	3.46	3.43	3.21	
ESEER				7.07 (1)	6.81 (1)	6.89 (1)	6.69 (1)	6.60 (1)	6.50 (1)	6.44 (1)	6.02 (1)	
COP				4.18	4.10	4.06	4.00	3.98	3.91	3.90	3.79	
Maximum number of connectable indoor units				64 (2)								
Piping connections	Liquid	OD		15.9				19.1				
	Gas	OD		28.6	34.9				41.3			
	Piping length	OU - IU	Max.	165 (3)								
	Total piping length	System	Actual	1,000 (3)								
	Level difference	OU - IU		90 (3) Outdoor unit in highest position / 90 (3) Indoor unit in highest position								
	Current - 50Hz	Maximum fuse amps (MFA)			63				80			

Outdoor system				RYYQ38T	RYYQ40T	RYYQ42T	RYYQ44T	RYYQ46T	RYYQ48T	RYYQ50T	RYYQ52T	RYYQ54T
System	Outdoor unit module 1			RYMQ8T		RYMQ10T		RYMQ12T		RYMQ14T		RYMQ18T
	Outdoor unit module 2			RYMQ10T		RYMQ12T		RYMQ16T		RYMQ18T		
	Outdoor unit module 3			RYMQ20T		RYMQ18T		RYMQ16T		RYMQ18T		
Capacity range	HP			38	40	42	44	46	48	50	52	54
Cooling capacity	Nom.			106.0	112.0	118.0	124.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0
Heating capacity	Nom.			120.0	125.0	132.0	138.0	145.0	150.0	156.0	162.0	168.0
Power input - 50Hz	Cooling	Nom.		31.0			33.3	35.0	37.0	39.0	40.7	44.1
	Heating	Nom.		29.9	30.9	33.0	34.7	36.8	38.4	40.0	41.6	43.2
EER				3.42	3.61	3.54		3.51	3.46	3.44	3.42	3.40
ESEER				6.36 (1)	6.74 (1)	6.65 (1)	6.62 (1)	6.60 (1)	6.50 (1)	6.46 (1)	6.42 (1)	6.38 (1)
COP				4.01	4.05	4.00	3.98	3.94	3.91	3.90	3.89	3.89
Maximum number of connectable indoor units				64 (2)								
Piping connections	Liquid	OD		19.1								
	Gas	OD		41.3								
	Piping length	OU - IU	Max.	165 (3)								
	Total piping length	System	Actual	1,000 (3)								
	Level difference	OU - IU		90 (3) Outdoor unit in highest position / 90 (3) Indoor unit in highest position								
	Current - 50Hz	Maximum fuse amps (MFA)			100				125			

Outdoor unit module				RYMQ8T	RYMQ10T	RYMQ12T	RYMQ14T	RYMQ16T	RYMQ18T	RYMQ20T
Dimensions	Unit	HeightxWidthxDepth	mm	1,685x930x765				1,685x1,240x765		
Weight	Unit			188	195		309		319	
Sound power level	Cooling	Nom.		78	79	81		86		88
Sound pressure level	Cooling	Nom.		58		61		64	65	66
Operation range	Cooling	Min.~Max.		-5~43						
	Heating	Min.~Max.		-20~15.5						
Refrigerant	Type			R-410A						
Power supply	Phase/Frequency/Voltage			3N~/50/380-415						
Current - 50Hz	Maximum fuse amps (MFA)			20	25	32		40	50	

(1) The AUTOMATIC ESEER value corresponds with normal VRV IV Heat Pump operation, taking into account advanced energy saving operation functionality (variable refrigerant temperature control operation) (2) Actual number of connectable indoor units depends on the indoor unit type (VRV Indoor, Hydrobox, RA Indoor, etc) and the connection ratio restriction for the system (50% <= CR <= 130%) (3) Refer to technical specifications for more detail

Annexe 28 : Caractéristiques des cassettes de DAKIN



FXFQ-P9 Unité cassette encastrable 8 voies de soufflage type Round Flow 840 x 840 - R-410A				NEW	NEW	NEW	NEW	NEW	NEW	NEW	NEW	NEW
Taille de l'unité				FXFQ20P9	FXFQ25P9	FXFQ32P9	FXFQ40P9	FXFQ50P9	FXFQ63P9	FXFQ80P9	FXFQ100P9	FXFQ125P9
Puissance restituée	frigorigique	nominal	kW	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9,0	11,2	14,0
	calorifique	nominal	kW	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
Puissance absorbée totale unité	froid	nominal	W	53	53	53	63	83	95	120	173	258
	chaud	nominal	W	45	45	45	55	67	114	108	176	246
Débit d'air	froid / chaud	PV / GV	m³/h	540 / 750	540 / 750	540 / 730	540 / 810	600 / 930	660 / 990	870 / 1410	1020 / 1590	1200 / 1980
Filtre à air				Tamis résine			Tamis résine			Tamis résine		
Niveaux de pression sonore	froid / chaud	PV / GV	dB(A)	28 / 31	28 / 31	28 / 31	28 / 32	28 / 33	29 / 34	32 / 38	33 / 40	34 / 44
			mm	204	204	204	204	204	204	246	246	288
Encombrement de l'unité	L		mm	840	840	840	840	840	840	840	840	840
	P		mm	840	840	840	840	840	840	840	840	840
	H		mm	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Encombrement de la façade	L		mm	950	950	950	950	950	950	950	950	950
	P		mm	950	950	950	950	950	950	950	950	950
Poids de l'unité			kg	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0	21,0	24,0	24,0	26,0
Poids de la façade			kg	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Couleur				Blanc (RAL9010)			Blanc (RAL9010)			Blanc (RAL9010)		
Matériau				Tôle acier galvanisé			Tôle acier galvanisé			Tôle acier galvanisé		
Télécommande	froid	IR		BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F	BRC7F533F
	chaud	IR		BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F	BRC7F532F
	froid/chaud	fil standard		BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52	BRC1D52
	froid/chaud	fil conviviale	NEW	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51	BRC1E51
Référence façade	Standard			BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C	BYCQ140C
	Auto-nettoyante*	NEW		BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG	BYCQ140CG
Alimentation électrique		V/Ph/Hz		230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50
	liquide		pouce	1 / 4	1 / 4	1 / 4	1 / 4	1 / 4	3 / 8	3 / 8	3 / 8	3 / 8
Diamètre des tuyauteries	gaz		pouce	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2	1 / 2	5 / 8	5 / 8	5 / 8	5 / 8
	condensat		Int / ext	mm	25 / 32	25 / 32	25 / 32	25 / 32	25 / 32	25 / 32	25 / 32	25 / 32

* Nettoyage automatique BYCQ140CG seulement compatible avec série P9

Annexe 29 : plan de masse du bâtiment de l'UCOBAM

PLAN DE NIVEAU R+1

