

REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

DÉPARTEMENT GÉNIE ELECTROMECHANIQUE



GM. 2156

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception

TITRE : *IMPLANTATION D'UNE UNITE DE FABRIQUE DE GLACE
ALIMENTAIRE DANS LA REGION DE THIES.*

" Etudes technique, financière et économique "

AUTEUR : Bertho Serge MEVO GUEZO
COLLABORATEUR : Moctar GUEYE

DIRECTEUR DE PROJET : M. Massamba THIOYE
Professeur E.P.T

CO-DIRECTEUR : M. Ndiaye Diouf NDIAYE
Professeur E.P.T

DIRECTEUR EXTERNE : M. Ernest FOLY
Ing. Cabinet SR-HITECH

" Je te célèbre Seigneur, car tu m'as
répondu et je te dois la victoire."

Ps 118,21

*A mes parents,
A mon frère Thierry,
A toutes mes soeurs,
Aux familles Gnonlonfoun Alexis et Bada Francis,
A mes ami(e)s*

je dédie ce travail.

Bertho Serge MEVO

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce projet. Plus particulièrement, nous remercions M. MASSAMBA THIOYE, M. NDIAYE DIOUF NDIAYE professeurs à L'EPT ainsi que M. ERNEST FOLY, ingénieur au cabinet SR HITECH qui ont bien voulu nous encadrer avec disponibilité durant tout le cycle du projet.

Nos remerciements vont également à M. Lamine GUEYE, chef de service départemental des pêches maritimes de MBour pour tout le soutien qu'il nous a apporté durant nos enquêtes.

SOMMAIRE

Le présent rapport sanctionne le projet de fin d'études qui a pour titre : " IMPLANTATION D'UNE UNITÉ DE PRODUCTION DE GLACE ALIMENTAIRE DANS LA RÉGION DE THIES " .

Ce projet vise avant tout à proposer des solutions sur les plans technique, financier qu'économique dans la recherche de moyens pour satisfaire les besoins en glace au niveau de la région de Thiès.

Dans le premier chapitre, nous essayerons de dégager les aspects physiques du projet, notamment la localisation de l'unité de production, les matières premières ainsi que le produit que l'on envisage fabriquer.

L'étude de marché traitée en deuxième lieu s'efforce de prévoir avec le maximum de réalisme dans quelle mesure le projet pourra écouler la production prévue. Ceci en tenant compte de plusieurs contraintes qui sont entre autres, la concurrence, l'évolution de la demande réelle, les pratiques commerciales etc...

A travers l'étude technique, nous ferons le dimensionnement ainsi que le choix des équipements et du matériel sans perdre de vue la gestion du personnel et les impacts du projet sur l'environnement.

L'étude financière et économique permettra de déterminer les coûts des équipements, de faire une étude de la rentabilité du projet et d'analyser les impacts de ce dernier sur le tissu micro et macro-économique.

INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement, le froid demeure encore un domaine jusque là insuffisamment exploité, et l'électricité n'est pas partout présente. Face à cette situation, les populations ont généralement recours à la glace pour la conservation des denrées alimentaires notamment le poisson.

Ces dernières années, au niveau de la région de Thiès, les besoins en glace ont considérablement augmenté du fait du nombre réduit d'unités spécialisées dans la fabrication de glace face à l'essor de certaines activités comme la pêche et l'agriculture pour ne citer que ceux là.

Cette étude permettra de dégager les besoins réels du marché en glace pour ensuite faire un dimensionnement et un choix économiques des équipements en fonction de ces besoins et, finalement, évaluer le coût et les impacts du projet dans une étude économique et financière.

TABLE DES MATIERES

<u>TITRES</u>	<u>PAGES</u>
Dédicace	i
Remerciements	ii
Sommaire	iii
Introduction	iv
<i>Chapitre I</i> ÉTUDE PHYSIQUE	1
I.1 Le site	1
I.2 Le produit fini : La glace	2
I.3 la matière première : L'eau	3
<i>Chapitre II</i> ÉTUDE DE MARCHÉ	6
II.1 Description de la situation du marché de glace dans la région	6
II.2 Justification de la réalisation du projet .	7
II.3 Offre actuelle de glace	8
II.4 La demande	17
II.5 Évolution de l'offre et de la demande	19
II.6 Marché potentiel du projet	20
II.7 Programme de production prévisionnel	21
II.8 La commercialisation	21
II.9 La structure et la politique des prix	22
II.10 Mode de payement	24
<i>Chapitre III</i> ÉTUDE TECHNIQUE	25
III.1 Le fluide frigorigène	25
III.2 Schéma et principe de fonctionnement	27
III.3 Bilan thermique	29
III.4 Calcul des équipements	32
III.4.1 Compresseur	32

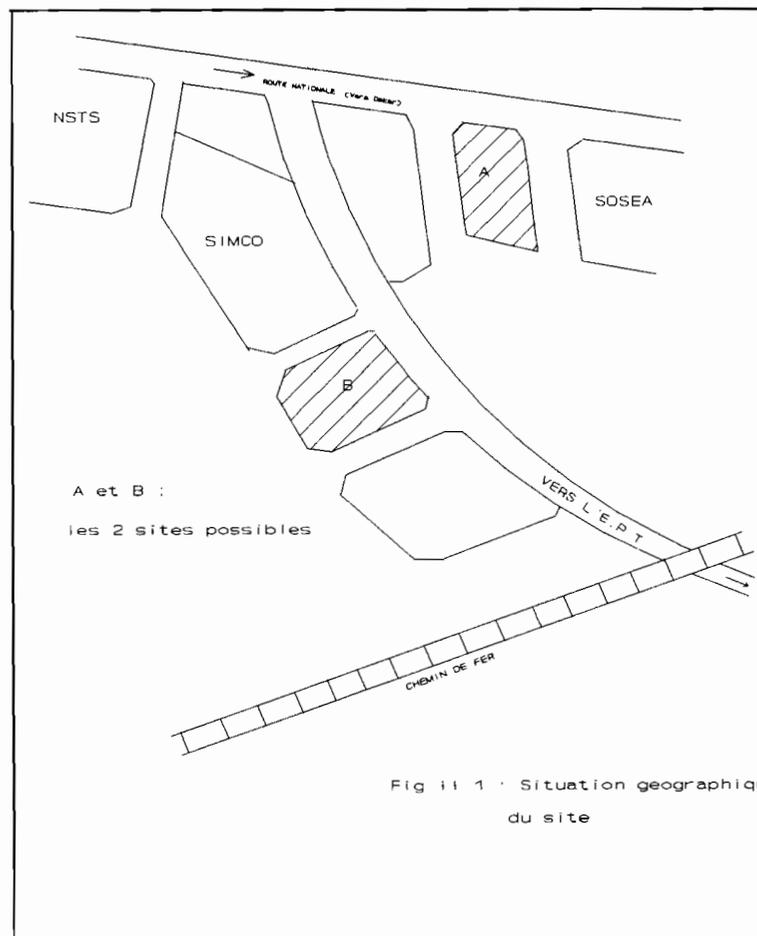
III.4.2 Le condenseur	39
III.4.3 L'évaporateur	46
III.4.4 Le détendeur	47
III.4.5 Les appareils annexes	48
III.5 Calcul de la tuyauterie	51
III.6 Électricité	54
III.6.1 Évaluation de la puissance installée	54
III.6.2 Transformateur	56
III.6.3 Schéma unifilaire de l'installation	56
III.7 Construction	56
III.8 Gestion du personnel	59
III.9 Sécurité et impact sur l'environnement ...	60
Chapitre IV ÉTUDE FINANCIERE ET ÉCONOMIQUE	61
IV.1 Étude financière	61
IV.1.1 But de l'étude financière	61
IV.1.2 Les investissements	61
IV.1.3 Plan de financement	62
IV.1.4 Projections financières	65
IV.1.5 Analyse des comptes prévisionnelles..	68
IV.1.6 Rentabilité financière du projet	69
IV.2 Analyse économique	75
IV.2.1 Indication et analyse de la valeur ajoutée nette nationale	76
IV.2.2 Effet du projet sur la balance des paiements	77
IV.2.3 Incidences sur les finances publiques	77
IV.2.4 Effets du projet sur l'emploi et les salaires	77
IV.2.5 Étude de quelques ratios économiques	78
IV.3 Étude de sensibilité	79
Conclusion	81
Références bibliographiques	82
Annexes	83

CHAPITRE I ÉTUDE PHYSIQUE

I.1 LE SITE

I.11 Situation

C'est la zone industrielle de la région de Thiès qui accueillera les installations. Elle présente des atouts de se trouver au bord de la route pour la distribution et l'approvisionnement éventuel des mareyeurs en cours de route. Nous présentons la situation



géographique sur la figure ci-dessous.

I.12 Accessibilité

Ce site présente l'avantage d'être accessible du fait qu'il se trouve au bord de la route. Les lignes électriques et téléphoniques ainsi que celles de la SONEES passent juste à coté du site, ce qui facilite considérablement l'accès à ces consommables. La superficie est suffisante (2500 m²) pour contenir les installations.

I.2 LE PRODUIT FINI : LA GLACE

I.21 Présentation

Actuellement il existe différentes formes de glace dont les plus répandues sont :

- La glace en blocs ou en barres
- La glace divisée qui peut être en boulets, en tubes, en éclats, en écailles, en cubes etc...

Chaque forme répond à une utilisation bien déterminée. C'est ainsi que la glace en écailles est très utilisée par les mareyeurs pour la conservation du poisson, tandis que la glace en blocs est utilisée par les petites industries comme les boulangeries et les populations, lors des manifestations, pour la consommation.

Dans le but de satisfaire et les mareyeurs, et les petites industries et les populations, nous nous proposons de produire de la glace en blocs. De ce fait une partie sera broyée pour être destinée aux premiers, l'autre partie est vendue directement aux autres consommateurs.

I.22 Production :

La glace en blocs est produite sous forme de section carrée ou

rectangulaire. Pour des raisons de manutention et de transport, nous adopterons une section carrée avec un coté de 190 mm sur une longueur de 1.115 m avec un poids de **25 kg** (voir fig I.1 ci-dessous).

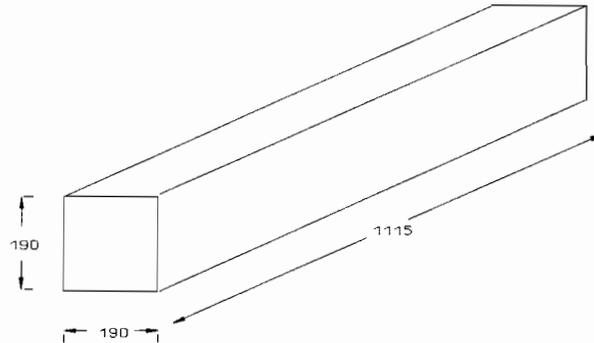


fig I.1

C'est dans un bac à saumure maintenue entre -6 et -10°C que sont plongés des mouleaux, en tôle galvanisée ou plombée, remplis d'eau potable qui congelée, donnera de la glace. Il y'aura formation de la glace après une durée qui est donnée par la formule de PLANK ci-dessous :

$$D = (3130 / T_s) \times b(b + 0.036)$$

D : Durée de congélation

T_s : Température de la saumure

b : Petit coté du mouleau en mètre.

Pour une température de la saumure $T_s = -10^{\circ}\text{C}$ et un petit coté de 0.160 m, nous avons une durée de congélation de

$$D = (3130 / 10) \times 0.190(0.190 + 0.036)$$

$$D = 14 \text{ heures.}$$

I.3 LA MATIÈRE PREMIÈRE : L'EAU

Dans le processus de fabrication de la glace alimentaire, la matière première essentielle à prendre en considération est l'eau. Pour l'unité, deux possibilités d'approvisionnement ont été envisagées:

- Le branchement sur le réseau de la ville (THIES)
- La réalisation d'un forage propre à l'unité.

D'après les informations reçus du responsable régional de la SONEES de Thiès, la deuxième possibilité augmenterait considérablement le coût des investissements de réalisation de l'unité indépendamment du fait que les charges d'exploitation d'un forage sont très élevées. De ce fait, la première possibilité semble la plus indiquée.

La ville de Thiès est en effet desservie par huit forages, où viennent se brancher 4 châteaux d'eau, dont les caractéristiques sont les suivantes:

- Un château d'eau de 1500 m³
- Deux châteaux d'eau de 1000 m³
- Un château d'eau de 500 m³

Les forages sont alimentés par une nappe du maestrichien qui traverse la région.

Les caractéristiques des forages sont:

- forage F1.....120 m³ /h
- forage F2.....84 m³ /h
- forage F3.....60 m³ /h
- forage F4.....75 m³ /h
- forage F5.....90 m³ /h
- forage F6.....75 m³ /h
- forage F7.....120 m³ /h

- forage F8.....95 m³ /h

La capacité globale des châteaux qui est de 3000 m³ couvre largement les besoins actuels de la ville; de ce fait, elle satisfera certainement les besoins de notre unité.

La zone industrielle où se situera notre unité de fabrication est alimentée par les forages F4 et F2. La pression actuelle du réseau est de 1.5 bar.

Dans l'annexe I.1, nous pouvons voir les caractéristiques de l'eau distribuée dans cette zone. Les résultats sont obtenus avec le concours des laboratoires du service régional de la SONEES de THIES.

CHAPITRE II **ÉTUDE DE MARCHÉ**

II.1 DESCRIPTION DE LA SITUATION DU MARCHÉ DE GLACE DANS LA RÉGION

Sur le plan administratif, la région de Thiès est subdivisée en 3 départements à savoir : Le département de Thiès, celui de Tivaouane et celui de M'Bour.

Un diagnostic de la " chaîne froid " au niveau de la région nous a permis de constater que la consommation de la glace est liée à l'activité pêche. L'approvisionnement de la région en produits halieutiques s'effectue à partir de 16 points de débarquement. Ces points sont fréquentés par 135 pirogues à voile et 2090 pirogues à moteurs exploitées par 13594 pêcheurs recensés en 1991.

Les principaux acteurs de la filière pêche rencontrent d'énormes difficultés pour la conservation et la commercialisation des produits débarqués. En effet, l'approvisionnement régulier en glace des pêcheurs et commerçants semble ne pas être assuré. Notre projet de fabrication de glace aidera, nous l'espérons, à résorber ce problème.

Les principaux consommateurs de glace au niveau de la région de Thiès se divisent en quatre groupes :

- **Les mareyeurs** : Ils constituent l'essentiel de la clientèle visée par le projet. Ils sont très nombreux et sont puissamment équipés de camions et de pirogues. Ils consomment individuellement **400 à 600 barres par jour**, et sont même disposés

à accroître cette consommation si l'offre évolue favorablement.

- **Les pêcheurs** : Ce sont surtout ceux qui utilisent les pirogues glacières qui s'approvisionnent en glace avant d'aller en mer. Il achètent environ **20 à 100 barres** par embarcation par semaine.

- **Les boulangeries** : Elles utilisent la glace pour retenir la fermentation du pain, le temps de le diviser et de le façonner. Chacune d'elles utilise en moyenne **4 barres (100 Kg) par jour**.

- **Les ménages et les hôtels** utilisent la glace en général pour leur propre consommation.

II.2 JUSTIFICATION DE LA RÉALISATION DU PROJET

Ce projet vise à résoudre principalement le problème de la demande en glace au niveau de la région de Thiès.

En effet, compte tenue de l'intensité de leurs activités, les mareyeurs ont sans cesse besoin de glace. Certains continuent de s'approvisionner à Dakar, Kaolack, Bambey, Touba etc..., la production sur place étant très insuffisante.

Aussi, la population thiessoise est confrontée à de sérieuses difficultés lors de la conservation des denrées alimentaires notamment le poisson. La plupart des foyers ne disposant pas de réfrigérateur, l'électricité coûtant trop cher s'il n'est pas tout simplement absent. Avec ce projet, les femmes pourront conserver le poisson pour le marché du soir qui est inexistant au niveau de la ville de Thiès.

Avec les PME comme les boulangeries, le problème est encore plus frappant. En effet, la plupart d'entre elles s'approvisionnent chez des particuliers qui disposent de congélateurs à la maison, et qui en général leur livrent la glace en sachet d'environ 3 Kg.

Cette attitude de l'avis d'un gérant de boulangerie s'explique par le fait que les boulangeries travaillant pour la plupart la nuit, elles n'ont besoin de glace qu'en ce moment ; or les unités de fabrication sont fermées durant cette période.

Nous avons remarqué que dans la plupart des pays en voie de développement, le froid demeure un domaine encore insuffisamment exploité. Ceci justifie le fait que le nombre d'usine de glace au niveau de la région est très réduit.

Par ailleurs, la réalisation de ce projet est motivée par les moyens dont nous disposons et qui sont :

- 1 - La volonté et la détermination des opérateurs économiques canadiens et sénégalais de mener ensemble à terme un projet d'investissement.
- 2 - L'assistance de l'E.P.T pour l'étude approfondie des intrants et extrants du projet.
- 3 - L'expérience du cabinet SR-HITECH spécialisé dans l'implantation et le suivi des unités de traitement de produits halieutiques.

II.3 OFFRE ACTUELLE DE GLACE

II.3.1 Production Locale :

II.3.1.1 Les Producteurs :

Jusqu'à date, nous pouvons dire que 7 producteurs ont pu s'installer dans la région. Seulement depuis 1992, les centres de mareyage de Joal et Kayar sont en cessation d'activité à cause de pannes. S'agissant des 5 autres toujours fonctionnels, nous pouvons retenir :

- **Fabrique Sanghoné MBAYE à Joal**

Cette fabrique de glace en barres, a été construite en 1986 par l'un des plus gros mareyeurs du Sénégal. D'un coût global d'investissement de 90 millions de FCFA, cette unité emploie deux techniciens frigoristes et un gardien. La quasi totalité de la production est utilisée, en priorité pour le conditionnement des produits débarqués, par les nombreuses unités de senne tournante du propriétaire gestionnaire et est écoulee sur les différents marchés intérieurs du pays.

L'unité dispose, aujourd'hui, de deux fabriques de glace de marque française, avec une capacité de 12t/j chacune. La production réelle est liée à l'état de la pêche.

L'usine fonctionne toute l'année. Mais pour des difficultés d'approvisionnement en pièces de rechange, elle a été immobilisée pendant deux mois en 1991. Elle dispose de deux chambres de stockage de capacité totale 37.5t pour le transport du poisson sur les marchés intérieurs.

- SENEGLACE à Joal

Entrée en activité en Janvier 1991, cette unité fut construite en 1988. Elle est gérée par une société anonyme au capital de 33.7 millions de FCFA avec 7 actionnaires. Son coût global est évalué à 200 millions de FCFA. L'usine utilise 3 gestionnaires qui sont les actionnaires, un gardien, un chauffeur et 5 manoeuvres temporaires.

En plus de la production de glace en barres, l'usine fournit des prestations de services (location de camion frigorifique de 15t).

Elle envisage de faire du mareyage et du stockage de produits

périssables dans un avenir proche. Elle est équipée d'une fabrique de glace en barres d'une capacité de 25.2t/j. Selon le contrat d'entretien passé entre l'usine et les Danois fournisseurs du matériel, la production journalière doit être limitée à 20t durant les 3 premières années d'exploitation et à 22.5t au delà de cette période. Elle dispose d'une chambre de stockage de 30t.

A l'exception du mois de ramadan, toute la production de glace est destinée à la pêche. L'usine travaille avec 6 mareyeurs et 14 dépositaires installés à Joal et Mbour. Kougheul est l'une des localités approvisionnées par Seneglacé, mais de façon périodique.

- SSG à Mbour

Créé en 1972 par la SORUGAL, le complexe SSG est toujours fonctionnel. Il a été remis en état en 1982 et emploie une vingtaine de personnes.

En plus de la production de glace, il s'occupe de la distribution de pièces de rechange pour les moteurs hors bord. Il dispose de 2 fabriques dont l'une produit de la glace en barre (1200 barres/jour soit 30 tonnes). L'autre qui fait la glace concassée fût arrêtée entre temps pour raison de saturation du marché. L'usine fonctionne toute l'année, et ne tourne en pleine capacité que de juillet à Septembre. Les arrêts observés sont souvent liés à une mévente de glace. Les 5 camions frigorifiques de l'usine permettent d'approvisionner sur commande certains ports de débarquement (Saint-Louis, Kayar et Joal) à raison de 600 FCFA la barre.

- POPEC à Mbour

Les travaux de construction de la Popec ont démarré en Octobre 1988. La mise en exploitation date d'Avril 1989. Cette société, dont les investissements sont évalués à 512 millions de FCFA, est actuellement fonctionnelle et occupe 14 travailleurs permanents et presque 75 saisonniers.

La Popec traite des poissons, des crustacés et des mollusques. En plus de l'exportation de produits de la mer vers l'Europe, elle se charge aussi de la production et de la commercialisation de la glace en barres. Deux cuves d'une capacité totale de 32.4 t/j y sont installées. La panne de l'un des compresseurs réduit de moitié les potentialités de production de glace de l'usine. Ainsi, pendant la saison creuse (Novembre à Février), 324 barres (16.2 t) de glace sont produites en moyenne par jour. Le reste de l'année, l'usine tourne à pleine capacité. En saison froide, les centres de débarquement de Joal, Mbour, Kayar, Hann et Saint-Louis sont approvisionnés, alors qu'en période de chaleur, la vente de glace se limite à l'usine.

Trois camions frigorifiques de 32t de capacité totale, assurent la distribution de la glace dans ces points et ramènent du poisson au retour. La localité de Koungheul est desservie pendant le mois de ramadan. La moitié de la production est utilisée pour le conditionnement des produits collectés par l'usine. Le reliquat est vendu aux pêcheurs et mareyeurs. Mbour constitue le lieu où converge une grande partie de la glace produite par les entrepôts de l'intérieur. Ainsi, en saison creuse, le produit se vend difficilement et le prix de la barre peut chuter jusqu'à 400 FCFA.

Cette situation est déplorée par le gestionnaire de la Popec, qui va jusqu'à suggérer une régulation de la distribution de la glace dans cette ville.

- IKAGEL à Mbour

Mise en exploitation au courant du mois d'Octobre 1990, la société IKAGEL est spécialisée dans l'exportation de céphalopodes vers le JAPON. Ses installations de froid comprennent : 2 fabriques de glace en paillettes, l'une à eau douce et l'autre à eau de mer, de capacité totale 26.9 t/J, 3 tunnels de congélation, 4 salles de traitements, 1 chambre froide de 120 tonnes, 1 station de traitement d'eau sous ozone et rayons ultra-violets.

La production de glace est intégralement livrée aux mareyeurs collectant des produits pour le compte de l'usine. Les tunnels de congélation et les fabriques ne pouvant fonctionner simultanément, IKAGEL fait souvent appel, en cas de forte production, à des unités de Fabrique de Dakar pour couvrir ses besoins en glace.

- Le Centre de mareyage de Joal

Fruit d'un accord de coopération entre le gouvernement canadien et le gouvernement Sénégalais, le centre de mareyage de Joal, visait à jouer un rôle d'intermédiaire voire de régulation entre la production et la consommation en frais. Aujourd'hui ce centre est non fonctionnel.

D'un coût total de 189 millions de FCFA, ce centre a été mis en activité à partir de Juin 1982. Il est doté d'un camion frigorifique de 10t. Il employait 4 temporaires et 4 permanents (1 gérant, 1 caissier-comptable, 1 technicien frigoriste et un chauffeur).

Les activités du centre concernaient la vente de poisson et la production de glace concassée (20t/j). De 1987 à 1992, cette capacité a été réduite de moitié en raison de la panne de l'un des deux compresseurs. La glace était vendue en permanence à Joal

et à Mbour (900 FCFA/bac de 40Kg) et, sur commande, à Rufisque (21.25 FCFA/kg) et à Kayar (25 FCFA/kg).

Pendant la campagne de pêche de Mbour et de Joal (Décembre à Mai), le centre utilisait toute sa production de glace pour le conditionnement des produits collectés pour le marché intérieur.

- Le centre de mareyage de Kayar.

Il a été mis en service en Novembre 1981 avec un investissement de 162.7 millions de FCFA. Il employait 5 permanents (1 gérant, 1 technicien frigoriste, 1 caissier, 1 chauffeur, 1 gardien) et 1 manoeuvre temporaire.

Les principales activités du centre sont: la production de glace et la vente de poisson.

Le centre dispose d'une fabrique de glace en paillette (20t/j). Cependant, la panne d'une des machines depuis 1982 a limité la production réelle à 10t/j. La glace produite à partir de l'eau de mer ne peut être utilisée pour la consommation qu'en y ajoutant une dose d'eau de javel.

Les principales zones desservies par le camion frigorifique (10t) étaient situées sur le littoral : Kayar, Joal et Rufisque.

Le bac de 40 Kg était vendu à 1000 FCFA à l'usine, à 800 et 900 FCFA à Rufisque et Joal, quelque soit la période. La fourniture des centres de mareyage en général était vendue au comptant. Néanmoins certains mareyeurs (clients réguliers) pouvaient bénéficier d'un crédit à très court terme (un mois au maximum).

II.3.12 La Capacité installée :

Les différents consommateurs rencontrent d'énormes difficultés pour s'approvisionner en glace à cause d'une offre insuffisante.

Actuellement, les fabriques de glace qui existent dans la région sont les suivantes :

- Fabrique Sanghoné Mbaye à Joal : 24 t/j
- Seneglance à Joal : 25.2 t/j
- SSG à M'Bour : 30 t/j
- Popec à M'bour : 32.4 t/j
- Ikagel à M'Bour : 26.9 t/j

Soit une capacité installée de **138.5 t/jour**.

Si l'on envisage la réhabilitation, pour les années à venir, des deux centres de mareyage aujourd'hui non fonctionnels, on aura:

- Centre de mareyage de Joal : 20 t/jour.
- Centre de mareyage de Kayar : 20 t/jour.

Soit une capacité supplémentaire de **40 t/jour**.

II.3.13 Évolution de la production Locale :

La production de glace au niveau de la région est fonction du volume d'activité de la pêche. En effet, l'année est divisée en deux périodes. Il y a la saison morte qui va généralement de Décembre à Mars puis la période de campagne qui dure d'Avril à mi-Novembre.

Durant la saison morte, il fait suffisamment froid et l'on n'a pas besoin de beaucoup de glace pour conserver les produits. Durant cette période, la plupart des fabricants diminuent leur production. Par contre, en période de campagne où il fait très chaud, la demande en glace est très forte et les mises à terre très élevées. Toutes les entreprises tournent en pleine capacité. C'est durant cette période qu'une grande partie de la demande n'est pas satisfaite et le prix de la glace est élevé.

II.3.2 Production hors-zone de Projet :

II.3.21 Identification des Producteurs :

Indépendamment de toutes ces unités implantées dans la zone d'évolution de la future fabrique de glace en projet, il existe d'autres unités qui constituent des concurrents réels, mais qui sont localisées ailleurs. Il s'agit principalement de :

- **Africamer Dakar**

Avec une capacité actuelle 150.4t /jour, elle vend de la glace à Joal et Kayar et Thies.

- **Amerger Dakar**

Basée au port autonome de Dakar, elle est spécialisée dans la transformation industrielle et la congélation des produits halieutiques pour l'exportation. Elle a une capacité de production de glace en paillette de 24t/jour, dont 60% sont utilisés pour le conditionnement des produits de l'usine. Pour assurer un approvisionnement régulier en produits halieutiques de bonne qualité, Amerger met de la glace à la disposition de certains mareyeurs, principalement de MBoro, Fass Boye et Kayar.

- **Marché central de poisson de Dakar**

Elle a une capacité de 29.4 t/j. Son activité s'étend jusqu'à MBoro, Fass Boye, Thiès commune, Kayar et Mbour.

- **Touba Mosquée**

Les activités de ce complexe se limitent à la fabrication de la glace en barres (20 t/jour). Avec ses deux camions frigorifiques, il dessert les localités de Mbour, Kayar, et Joal. La livraison se fait sur commande. La barre est vendue à 700 FCFA à l'usine et à 500 FCFA dans les centres de débarquement.

- **SGS Kaolack**

Elle s'occupe de la production de glace en barre et dispose à cet effet d'une fabrique d'une capacité 9 t/jour. L'usine

approvisionne un dépositaire indépendant à Mbour entre juillet et Octobre. La barre de glace est vendue entre 600 et 700 FCFA à l'usine et à 550 FCFA à Mbour.

II.3.22 Les Tendances de l'offre hors-zone

La plupart des producteurs hors-zone vendent leurs produits à des dépositaires situés dans la région. C'est le cas par exemple à Kayar où nous avons pu rencontrer 11 dépositaires. La plupart achètent la glace du marché central ou d'Amerger à Dakar. Chaque dépôt vend en moyenne 30 barres (750 Kg) par jour. La glace est livrée à environ 500 FCFA la barre de 25 Kg. Ils la revendent à 700 F voire 1000 F ou 1500 F. En dehors des dépositaires, il y a des camions qui viennent s'approvisionner au niveau des différentes usines pour revendre sur les différentes plages de débarquement. A Kayar nous avons pu identifier 6 camions frigorifiques. Chacun avait en moyenne entre 5 et 6 tonnes pour une période de 2 jours. C'est le cas également de Fass Boye. A Kayar, le gérant d'une boulangerie s'approvisionne toujours à Rufisque. Il achète en moyenne 7 à 8 barres tous les deux jours.

Force est pour nous de constater que beaucoup de producteurs hors-zone pratiquent un système de troc avec certains mareyeurs situés dans la région de Thiès. En effet, la plupart des usines de transformation de produits halieutiques, pour permettre aux mareyeurs d'amener des produits de bonne qualité, leur fournissent la glace. C'est le cas d'Amerger dont 40% de la production en glace sont livrés aux mareyeurs travaillant avec la structure. Pour une tonne de poisson livrée à l'usine, le commerçant reçoit gratuitement 750 Kg de glace.

II.3.3 Offre Globale :

II.3.31 Production Locale et hors-zone

Conformément au tableau présentant les différentes caractéristiques de froid installées dans la région de Thiès, la production locale de glace est de 128.5 tonnes/jour. Si nous considérons l'apport extérieur nous pouvons estimer l'offre globale à environ 160 tonnes/jour.

II.3.32 Les Circuits de distribution utilisés par les producteurs :

Toutes les installations existantes dans la région commercialisent leur produit depuis l'usine. C'est le cas également des producteurs hors-zone. Il y en a certains comme Popec et SSG, qui disposent de camions frigorifiques et qui transportent la glace jusque sur les plages pour la vente. Parmi les clients, il y a ceux qui vont louer les camions frigorifiques puis viennent s'approvisionner à l'usine pour ensuite revendre sur les différentes plages de débarquement surtout à Kayar, Mboro et Fass Boye. Certains producteurs livrent également la glace sur commande.

II.4 LA DEMANDE

II.4.1 La Consommation :

Le mareyage constitue le principal marché du projet. D'après les résultats globaux de la pêche dans la région (en annexe) reçus au Service régional de l'Océanographie et des pêches Maritimes à Joal, l'évolution des mises à terres au cours des dix dernières années donne une moyenne de 146460 tonnes.

Pour une meilleure conservation, les normes requises pour l'exportation à destination de l'Europe, recommandent pour 1 Kg de poisson, 1 Kg de glace au moins. si l'on suppose que

seulement 51% de la production sont mareyés, les besoins globaux en glace pour le mareyage seront de 74695 tonnes, soit un besoin journalier de 207 tonnes.

Pour le mareyage, la glace utilisée est celle en écaille. En supposant que les 207 tonnes représentent exclusivement des glaces en paillette, et qu'en général la glace en barre perd environ 15% de son poids lorsqu'elle est concassée, donc les 207 tonnes équivalent à 238 tonnes de glace en barre.

Il y a également les besoins exprimés par les pêcheurs qui vont sur mer avec la glace. Ils utilisent en moyenne 30 Kg de glace par jour et par pirogue (Ligne ou Glacière). En 1991, selon les sources de la DOPM*, on a pu recenser 2090 pirogues motorisés. La demande en glace par les pêcheurs est évaluée à environ 62.7 tonnes /jour. Aujourd'hui, il faudra réviser cette demande à la hausse, vu que le nombre de pêcheurs et de pirogues ne cesse d'augmenter.

Une autre catégorie de consommateurs et non des moindres, sont les boulangeries. La région de Thiès compte actuellement 50 boulangeries d'après les sources du service régional du commerce. Chacune d'elles utilise en moyenne 100 Kg de glace par jour, d'où une consommation totale de 5 tonnes/jour.

Enfin il y a les hôtels et les ménages qui sont des consommateurs, mais en faible quantité.

II.4.2 Etat Actuel de la Demande :

Si nous recensons les besoins des différents consommateurs, nous obtenons :

Besoins des mareyeurs 238 t/jour soit 75% de la demande.

Besoins des Pêcheurs	62.7 t/jour	"	20%	"
Besoins des boulangeries	5 t/jour	"	1.5%	"
Autres consommateurs (hôtels, ménages, particuliers)	12.3 t/jour	"	3.5%	"

La demande totale s'élève à 318 tonnes/jour.

II.5 ÉVOLUTION DE L'OFFRE ET DE LA DEMANDE

II.5.1 Évolution de l'offre :

II.5.11 **Prévision de hausse de l'utilisation de la capacité de production.**

Lorsque nous observons le tableau donnant les caractéristiques des infrastructures de froid installées dans la région (voir annexe II.1), nous remarquons que toutes les usines ne fonctionnent pas en pleine capacité. C'est le cas par exemple de Seneglac qui produit 20 tonnes/jour pour une capacité de 25.2 tonnes. Il y a également Ikagel qui produit seulement 22.1 tonnes compte tenu de la faiblesse des puissances de ses deux compresseurs par rapport à ses activités.

Si nous sommes en période de campagne, et que tous les problèmes techniques des différentes fabriques sont remédiés, la production totale pourra atteindre 138.5 tonnes/jour.

II.5.12 **Prévisions des extensions au niveau des producteurs :**

Des informations reçues du chef régional des pêches maritimes à Joal, la rénovation des centres de mareyage de Kayar et Joal a été envisagée par des bailleurs de fonds japonais qui ont déjà remis en état celui de Rufisque.

L'offre augmentera de 40 t/j si cette réhabilitation devenait effective. L'offre globale pourra atteindre alors 178 tonnes/jour.

II.5.2 Évolution de la demande :

Lorsque l'on suit l'évolution des mises à terre (voir annexe II.2), on remarque en moyenne une croissance d'environ 10% par an. Avec ce taux, la demande en glace au niveau du mareyage atteindra 407 t/jour d'ici 1997.

Le taux de croissance démographique au niveau de la région étant de 2.80%, l'augmentation de la population thiessoise entraînera une augmentation du nombre de pêcheurs et, par conséquent, une évolution croissante de la demande en glace dans ce domaine.

L'augmentation de la demande se sentira également au niveau des ménages de même que les boulangeries et hôtels vue les projets en cours.

D'ici 1997, sans trop exagérer, nous pouvons estimer la demande en glace à environ 500 tonnes/jour.

II.6 MARCHE POTENTIEL DU PROJET

II.6.1 Comparaison de l'offre et de la demande :

Nous avons démontré précédemment que les besoins globaux en glace dans la région de Thiès sont de 318 tonnes/jour. L'offre actuelle de glace est de 160 tonnes/jour. La demande en glace est donc largement supérieure à l'offre. Il y a donc un déficit de 158 tonnes/jour qu'il faudra couvrir.

II.6.2 Détermination de la part de marché du projet :

Avec une demande de 318 tonnes/jour et une offre de 160 tonnes/jour, on arrive à une couverture des besoins de 50.31%. L'offre de glace aux pêcheurs et aux mareyeurs ne couvre pas la totalité de leurs besoins. Donc compte tenu de l'importance de la demande par rapport à l'offre, on peut dégager une part de marché pour le projet.

Notre projet, avec 20 tonnes/jour, soit environ 14.3% du marché non couvert, contribuera à couvrir le déficit en glace.

II.7 PROGRAMME DE PRODUCTION PRÉVISIONNEL

La capacité de production de l'installation est de 20 tonnes/jour. Compte tenu de la forte demande, nous comptons réaliser le programme suivant :

1ere année :	15 tonnes/jour	soit	2250 tonnes.
	(6 mois d'exploitation)		
2eme année :	15 tonnes/jour	"	4500 "
3eme année :	17 tonnes/jour	"	5100 "
4eme année :	20 tonnes/jour	"	6000 "

La production restera la même pour le reste des années.

II.8 LA COMMERCIALISATION

Comme la plupart des usines existantes dans la région, nous allons installer au niveau de l'usine un dépôt de vente.

Aussi, la situation géographique de notre usine facilitera grandement la commercialisation de notre produit.

En effet, avec le passage de la route nationale Dakar-Thiès en face de l'usine, les camions à destination de Louga, St-Louis ou autres qui ont l'habitude de s'approvisionner à Dakar, pourront désormais acheter la glace de bonne qualité à bon

prix au niveau de l'usine, puis continuer leur trajet. Cela leur réduira considérablement la durée de stockage.

En plus du fait que l'usine disposera en son sein d'un dépôt de vente, il y aura 2 camions frigorifiques.

Le premier sera destiné à vendre le produit sur l'axe Thiès Tivaouane - MBoro - Fass-Boye.

Le deuxième assurera la distribution à Kayar - M'Bour - Joal.

II.9 LA STRUCTURE ET LA POLITIQUE DES PRIX

II.9.1 Les Prix sur le Marché de la Glace :

Il n'existe au Sénégal aucune loi régissant le prix du kg de glace. Il revient à chaque fournisseur de fixer le prix de la barre (pour la plupart 25 kg) ou du bac (40 Kg) selon une structure propre à son usine. Ce fait entraîne le déséquilibre constaté concernant les prix. En exemple, la barre de glace (25 kg) à Seneglance se vend à 550 fcfa en basse saison contre 650 en bonne saison. SSG à Mbour livre la barre à 600 fcfa et le bac de 40 kg à 900 fcfa. A Popoc la barre de glace est à 600 fcfa et le bac de 32 Kg à 900 fcfa sur les plages et 1200 fcfa à l'usine. Chez les revendeurs, surtout à Kayar, la barre est revendue entre 700 et 1000 fcfa voire 1500 fcfa.

Pendant que le centre de mareyage de Kayar était fonctionnel, le bac de 40 kg y était vendu des fois à 1000 fcfa. En période de forte production, il y a un manque croissant de glace. Les spéculateurs vont jusqu'à vendre la barre à 1500 fcfa voire 2500 ou 3000 fcfa. Le Maggal de Touba ou le Maouloud de Tivaouane sont des exemples concrets de moment où la glace coûte très chère au Sénégal.

II.9.2 Prévision de Prix pour le Projet :

Dans le cadre de notre projet, nous retiendrons comme prix de référence, afin d'attirer la concurrence la moyenne de 600 FCFA la barre de 25 Kg et 1000 FCFA le bac de 40 kg de glace concassée. En effet, le projet envisage de broyer une grande partie de la glace en barre produite pour la vendre sous forme de paillette.

II.9.3 Structure des Taxes et Marges :

Comme tout projet de ce genre, cette unité de fabrique sollicite l'agrément au régime de PME et d'entreprise décentralisée du code des investissements tel que stipulé par la loi 87-25 du 18 Août 1987, complétée par les lois 89-25 du 6 juillet 1989, 89-31 du 12 Octobre 1989. Ces lois accordent différentes exonérations à l'entreprise notamment :

- Les droits et taxes perçus sur les matériels et matériaux qui ne sont ni produits ni fabriqués au Sénégal et destinés de manière spécifique à la production ou à l'exploitation dans le cadre du programme agréé.
- La taxe sur la valeur ajoutée facturée par les fournisseurs locaux de biens, services et travaux nécessaires à la réalisation du programme agréé.
- Les droits et taxes à l'entrée (y compris TVA) sur les véhicules utilitaires inclus dans les programmes d'investissement agréés.
- La TVA sur les pièces de rechange reconnaissables comme spécifiques des machines de production importées représentant 20% de la valeur d'acquisition hors taxes des dites machines.
- Les droits d'enregistrement sur les mutations des terrains et bâtiments nécessaires à la réalisation du programme agréé.
- Les droits frappant les actes constatant la constitution des sociétés et les augmentations de capital du programme agréé.
- Les droits d'enregistrement sur les mutations des fonds de

commerce.

- La contribution forfaitaire à la charge des employeurs due au titre des salaires versés aux employés sénégalais.

- La contribution des patentes

II.10 MODE DE PAYEMENT

L'usine accordera des facilités de crédits à très court terme (à 30 jours date de livraison), et ce, en fonction de leur crédibilité.

Durant les trois premières années ces crédits porteront sur 80% des recettes totales. A partir de la quatrième année le pourcentage de crédit sera ramené à 70% du chiffre d'affaire.

Le dépôt de vente que nous allons installer à l'intérieur de l'usine sera spécialisé dans la vente au comptant.

Les deux camions frigorifiques appartenant à l'usine serviront à livrer la glace sur commande aux clients sur les lieux de débarquements qui sont Thiès, Tivaouane, Mboro, Fass Boye, Kayar, Mbour et Joal.

CHAPITRE III ÉTUDE TECHNIQUE

III.1 LE FLUIDE FRIGORIGÈNE

Le fluide frigorigène ou l'agent réfrigérant a pour rôle de prélever de la chaleur au milieu à refroidir et de l'évacuer à un autre milieu qui l'absorbe.

Pour avoir une bonne installation frigorifique, il faut donc choisir un bon réfrigérant. C'est ainsi que nous avons opté pour le fréon 22 (CHF_2CL) qui est un dérivé du méthane (CH_4). En effet, il répond aux différents critères qui sont :

Thermodynamiques

- Sa température de solidification est suffisamment basse. Elle est de l'ordre de -160°C et il permet d'obtenir facilement les températures désirées pour la formation de la glace.

- Sa pression d'équilibre entre la phase liquide et la phase gazeuse sera maintenue entre la pression atmosphérique et 25 bars pour éviter d'éventuelles pénétrations d'air au niveau des étanchéités et pour répondre aux critères de résistance mécanique du circuit.

- Sa température critique est de l'ordre de 96°C . Pour éviter une trop forte détérioration du rendement du cycle, nous maintiendrons un rapport $T_{\text{cond}}/T_{\text{crit}} < 0.85$ où

$$\begin{aligned} T_{\text{cond}} &= \text{Température de condensation} \\ &< 0.85 \times T_{\text{crit}} \\ &< 81.6^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Le fréon 22 possède une énergie thermique assez importante, ceci pour limiter la taille et le prix du compresseur.
- Avec ce réfrigérant, la température maximum du cycle est limitée à 90°C pour éviter de provoquer des réactions chimiques au sein même du gaz, ce qui est néfaste pour l'huile et les clapets des compresseurs à pistons.

Techniques

Le fréon 22, comme les autres hydrocarbures halogénés est compatible avec les métaux, les plastiques, les élastomères et les huiles de lubrification qu'il rencontre dans le circuit.

Sécuritaires

Étant un hydrocarbure halogéné, le fréon 22 (R22) est non inflammable, très peu toxique, non explosif et non suffocant contrairement à l'ammoniac.

Il faut remarquer que le fréon 22 (les fréons en général) est moins intéressant du point de vue thermodynamique, mais cet inconvénient est largement compensé par ses multiples avantages, ce qui fait qu'il supplante l'ammoniac dans de nombreuses applications.

III.2 SCHEMA ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

III.2.1 Schéma

Le schéma de principe est représenté sur la figure ci dessous.

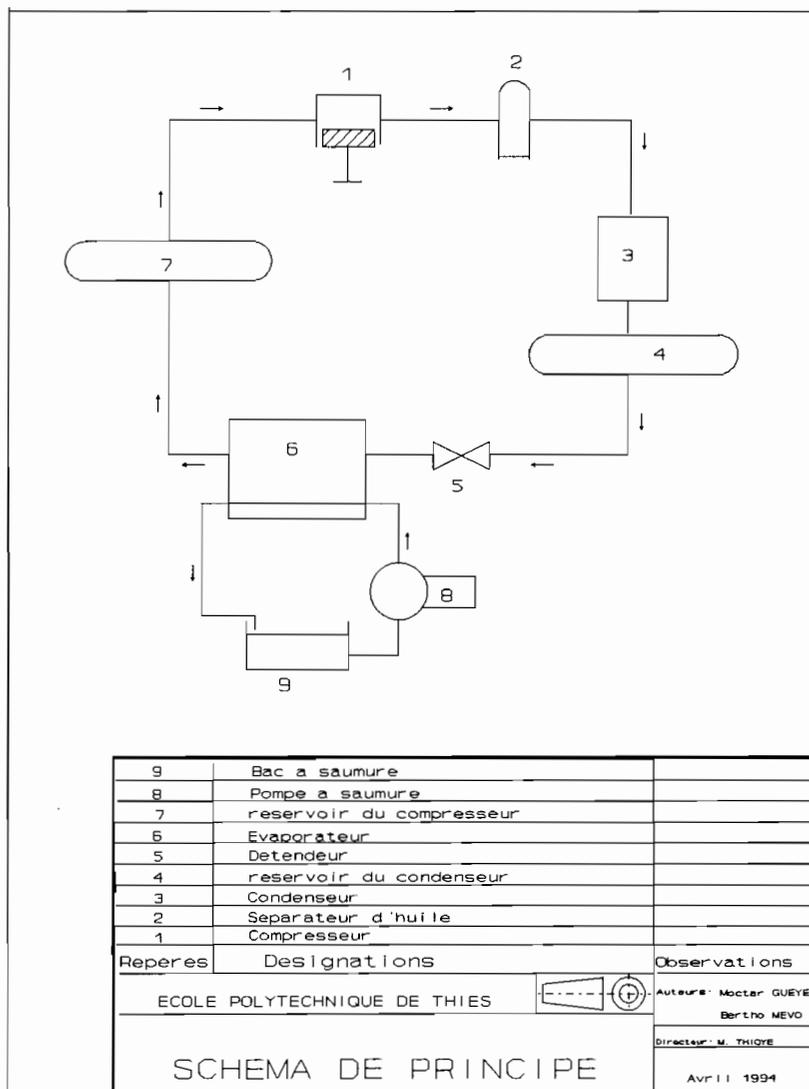


Fig II.1

III.2.2 Principe de fonctionnement :

Le procédé que nous utilisons est celui de la réfrigération mécanique. Ici l'agent réfrigérant, le fréon 22, est utilisé en circuit fermé. le principe est simple. On fait décrire au fluide frigorigène un cycle fermé au cours duquel, il prélève de la chaleur au milieu à refroidir (source froide), pour la transporter vers un autre milieu qui l'absorbe (source chaude).

En effet, comme montré dans le schéma ci-dessus, le réfrigérant, sous forme de vapeurs en provenance de l'évaporateur, est aspiré par le compresseur(1). Ces vapeurs comprimées sont surchauffées puis refoulées vers le condenseur(3) en passant par le séparateur d'huile(2) qui a pour rôle de détacher les vapeurs des gouttelettes d'huile. Nous sommes en présence d'une compression polytropicque. Le condenseur refroidit ces vapeurs jusqu'à une température correspondant à la tension de vapeur saturante des vapeurs refoulées. Il les condense ensuite à une température constante. Le liquide qui en découle est récupéré dans le réservoir du condenseur(4). Cette chaleur de désurchauffe est enlevée par le médium de condensation qui peut être l'air ou l'eau(2 cas que nous étudierons). Le fluide frigorigène est envoyé maintenant se détendre dans le détendeur(5). Il subit ainsi une chute de pression provoquant d'une part sa vaporisation partielle et d'autre part un refroidissement jusqu'à la température de vaporisation du liquide restant. C'est une détente isenthalpique c'est à dire que la quantité de chaleur à l'entrée du détendeur est égale à la quantité de chaleur à l'aval de celui-ci. Ce mélange fluide vapeur va enfin se vaporiser dans l'évaporateur(6) par ébullition à la température correspondante à la tension de vapeur saturante du fluide. Les vapeurs obtenues sont stockées dans le réservoir(7) où elles vont être, à nouveau, aspirées par le condenseur. Le cycle recommence.

Dans l'évaporateur, on fait passer de la saumure qui est aspirée à partir du bac à saumure(9) par une petite pompe(8). c'est cette saumure, avec une faible température qui va, par contact,

refroidir les mouleaux contenant l'eau qui sera congelé pour donner de la glace.

III.3 BILAN THERMIQUE (Voir Programme d'exécution de calcul sur la disquette ci-jointe).

La quantité de frigories nécessaire pour la formation de la glace est proportionnelle :

- à la masse de l'eau à congeler
- à la chaleur massique de l'eau (c_e)
- à la différence de température à l'entrée et à la sortie du produit.

Outre la quantité de frigories nécessaire, il y a des apports calorifiques qu'il faut compenser. Ces apports sont dus :

- aux parois de la chambre froide
- à l'ouverture et à la fermeture des portes
- au personnel qui rentre et qui sort de la chambre froide
- aux autres apports évalués à 5% des apports totaux

III.3.1 Chaleur nécessaire à la congélation

Refroidissement de l'eau de T_a à T_o

$$\begin{aligned} Q_1 &= m \times c_e \times (T_a - T_o) \\ &= 20,000 \times (4.18) \times (35 - 0) \\ &= 2926 \cdot 10^3 \text{ KJ} \end{aligned}$$

Congélation

$$Q_2 = m \times L$$

avec L la chaleur latente de congélation de l'eau
(L = 80 Kcal/Kg)

$$\begin{aligned} Q_2 &= 20,000 \times 80 \times 4.18 \\ &= 6688 \cdot 10^3 \text{ KJ} \end{aligned}$$

Refroidissement après congélation

$$Q_3 = m \times c_g \times (T_o - T_f)$$

avec T_f la température finale de la glace ($T_f = -6^\circ\text{C}$)
 c_g la chaleur massique de la glace

$$(c_g = 0.5 \text{ kcal/kg/}^\circ\text{C})$$

$$Q_3 = 20,000 \times 0.5 \times 4.18 \times (0 - (-6)) \\ = 250.8 \cdot 10^3 \text{ KJ}$$

La quantité de chaleur nécessaire à la congélation est donc de

$$Q' = (2926 + 6688 + 250.8)10^3 = 9865 \cdot 10^3 \text{ KJ}$$

III.3.2 Apports calorifiques des parois

Ils sont proportionnels

- au coefficient global de transmission de chaleur des parois (K égal en général à 8 Kcal/m²/H/°C pour les chambres froides congelées à -20 et -30°C)
- à la surface des parois (70 m²)
- à (T_a - T_f)

$$Q_p = K \times S \times (T_a - T_f) \times 24 \text{ heures} \\ = 8 \times 4.18 \times 70 \times (35 + 6) \times 24 \\ = 2503 \cdot 10^3 \text{ KJ}$$

III.3.3 Ouverture et fermeture des portes

Cet apport dépend des conditions ambiantes extérieures et des conditions intérieures de la chambre froide. Il est donné par :

$$Q_o = \frac{N}{v_a} \times V \times (h_a - h_f)$$

avec

N : nombre d'ouverture et de fermeture (N = 2)

h_a - h_f : Différence d'enthalpie entre l'extérieur et l'intérieur

v_a : Volume massique de l'air ambiant (0.865m³/Kg)

V : Volume de la chambre froide (2 x 4.5 x 4 = 36 m³)

A l'extérieur ψ₁ = 75% T_a = 35°C ⇒ h_a = 104 KJ/Kg (MOLLIER)

A l'intérieur ψ₂ = 90% T_f = -6°C ⇒ h_f = -3 KJ/Kg

$$\text{D'où } Q_o = 8.9 \cdot 10^3 \text{ KJ}$$

III.3.4 Apports dus au personnel

$$Q_h = N_2 \times C_h \times H$$

avec

C_h : Chaleur émise à l'heure par un travailleur (215 Watts pour un ouvrier travaillant dans des conditions moyennes)

H : Temps de séjour (1 heure environ)

N_2 : Nombre de travailleurs (2)

$$\begin{aligned} Q_h &= 2 \times (215 \cdot 10^{-3} \times 3600) \times 1 \\ &= 1.55 \cdot 10^3 \text{ KJ} \end{aligned}$$

Nous évaluons les autres apports à 5 % des apports totaux.

D'où la quantité totale de frigories nécessaire est de :

$$\begin{aligned} Q_t &= (Q' + Q_p + Q_o + Q_h) (1 + 1.05) \\ &= (9865 + 2503 + 8.9 + 1.55) \times (1 + 0.05) \cdot 10^3 \end{aligned}$$

$$Q_t = 12997 \cdot 10^3 \text{ KJ / jour}$$

Pour un fonctionnement de 20 heures/jour la quantité de froid à produire est donc de :

$$P = Q_t / H$$

avec H le nombre d'heures de marche du compresseur (20 heures par jours)

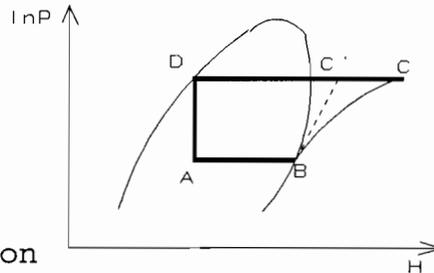
$$P = 12997 \cdot 10^3 / 4.18 / 20$$

$$P = 155466 \text{ fg/h} \quad \text{ou} \quad 180.5 \text{ Kw}$$

III.4 CALCUL DES ÉQUIPEMENTS

III.4.1 COMPRESSEUR :

III.4.1.1 Rendement volumétrique



Il est fonction du rapport de pression

$\pi = P_C/P_B$ et du volume mort v_0 .

Au point B

$T_B = T_{\text{évap}} = -10^\circ\text{C} \Rightarrow P_B = 0.3547 \text{ Mpa}$ et $h_B = 400.83 \text{ KJ/Kg}$ **Au**

point D

La température de condensation T_D est égale à $T_a + (10 \text{ à } 15^\circ\text{C})$

$T_D = 35 + 15 = 50^\circ\text{C} \Rightarrow P_D = 1.9432 \text{ MPa}$ et $h_D = 263.02 \text{ KJ/Kg}$

Nous avons donc $\pi = 1.9432 / 0.3547 = 5.47$

avec $v_0 = 5\%$ le rendement volumétrique est

$$\eta_v = 70\%$$

III.4.1.2 Rendement isentropique

Il dépend seulement du rapport de pression π . Il est égal à

$$\eta_{\text{isent}} = 75\%$$

III.4.1.3 Puissance frigorifique :

C'est la puissance totale que doit développer le compresseur pour un temps de fonctionnement de 20 heures.

$$\psi_0 = \frac{(Qt / 4.18)}{20}$$

$$= 155466 \text{ fg/h}$$

$$\psi_0 = 155.466 \cdot 10^3 \text{ fg/h} \quad \text{ou} \quad 180.5 \text{ Kw}$$

Cette puissance qui est aussi celle de l'évaporateur.

III.4.1.4 Débit massique du fluide frigorigène

La quantité de froid à produire au niveau de l'évaporateur étant

de 155466 fg/h ou 180.5 Kw, le débit massique est de :

$$\begin{aligned} m_f &= 180.5 / (h_B - h_A) \\ &= 180.5 / (400.83 - 263.02) \\ m_f &= 1.31 \text{ Kg/s} \end{aligned}$$

III.4.15 Puissance frigorifique massique :

$$\begin{aligned} Q_m &= \frac{\Psi_o}{m_f} \\ &= h_B - h_A \\ &= 180.5 / 1.31 \\ Q_m &= 137.8 \text{ KJ/Kg} \end{aligned}$$

III.4.16 Le travail de compression

Comme le montre la figure III.1 le travail de compression est égal à $W_{CB} = h_C - h_B$

Le rendement isentropique du compresseur étant de :

$$\eta_{isent} = \frac{(H'_C - H_B)}{(H_C - H_B)}$$

L'entropie $S_C = S_B = 1.764 \text{ KJ/Kg} \Rightarrow H_C = 447 \text{ KJ/Kg}$

D'où $H_C = 400.83 + (447 - 400.83)/0.75$
 $= 462.4 \text{ KJ/Kg}$

$$\begin{aligned} W_{CB} &= 462.4 - 400.83 \\ &= 61.57 \text{ KJ/Kg} \end{aligned}$$

C'est le travail mécanique reçu par l'unité de masse du fluide frigorigène.

III.4.17 Travail fourni par le moteur du compresseur:

$$W_m = \frac{W_{CB} \times m_f}{(\eta_V \times \eta_{mec})}$$

avec η_m le rendement mécanique du moteur pris égal à 90%

$$W_m = (61.57 \times 1.31) / (0.70 \times 0.90) = 128 \text{ Kw}$$

$$W_m = 128 \text{ Kw}$$

III.4.18 Coefficient de performance :

Il mesure l'effet frigorifique par unité de travail consommée par la machine. Il est égal à :

$$\begin{aligned} COP &= \frac{h_B - h_A}{W_{CB}} \\ &= (400.83 - 263.02) / 61.57 \\ &= 2.24 \end{aligned}$$

Pour une machine idéale de Carnot, le coefficient de performance est

$$\begin{aligned} e_c &= \frac{T_2}{T_1 - T_2} \\ &= (-10 + 273) / (50 + 10) \\ &= 4.38 \end{aligned}$$

Le rendement frigorifique de la machine est donc de 2.63/4.38

$$\eta_m = 51.1\%$$

Ce rendement est faible, nous nous proposons d'améliorer la performance(ou l'efficacité) de la machine.

III.4.19 Amélioration de l'efficacité de la machine :

Nous allons étudier deux solutions pour améliorer le rendement global de la machine.

Par sous-refroidissement prolongé :

Nous prolongeons le refroidissement jusqu'à 40° au niveau du condenseur comme le montre la figure ci-contre.

Il n'y a pas de changement aux

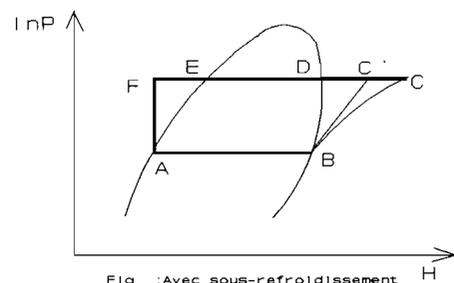


Fig :Avec sous-refroidissement

points B,C, C', D. Donc le rapport de pression et le travail de compression restent constants.

Au point E

$$P_E = P_F = 1.9432, T_E = 40^\circ\text{C},$$

$$H_E = 249.4 \text{ KJ/Kg}.$$

Nous obtenons les résultats aux différents points sur le tableau suivant :

POINTS	P (MPA)	T° (°C)	h (KJ/Kg)	s (KJ/Kg)
A	0.3547	-10	249.4	1.1800
B	0.3547	-10	400.83	1.7644
C	1.9432	92	462.4	1.8200
D	1.9432	50	416.65	1.6826
E	1.9432	50	263.02	1.2072
F	1.9432	40	249.40	1.1656

Le débit massique de fluide frigorigène est de :

$$m_f = 180.5 / (h_B - h_A) = 180.5 / (400.83 - 249.4) = 1.192 \text{ Kg/s}.$$

Le coefficient de performance devient ainsi

$$\text{COP} = (h_B - h_A) / W_{BC} = (400.83 - 249.4) / 61.57 = 2.46$$

$$\text{COP} = 2.46$$

Le rendement frigorifique est donc de $\eta_m = 2.46 / 4.38 = .622$

$$\eta_m = 56.1\%$$

Nous avons ainsi amélioré le rendement frigorifique de :

$$(56.1 - 51.1) / 51.1 = 9.8\% \text{ pour un sous refroidissement de } 10^\circ\text{C}.$$

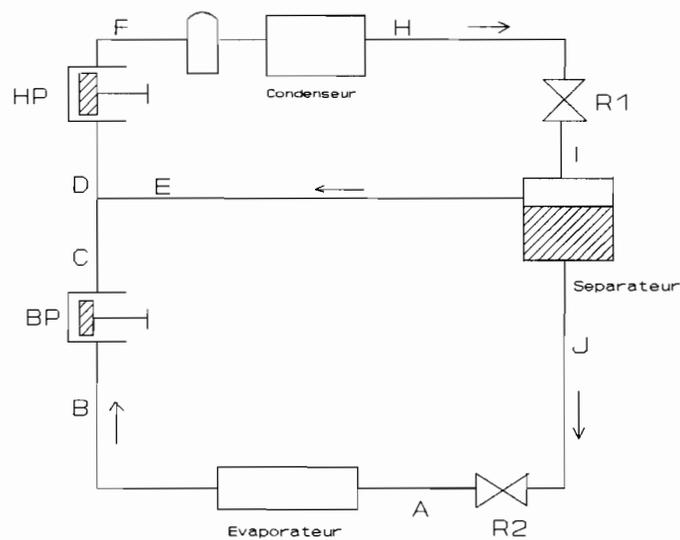
Par une compression à 2 étages :

Principe :

Le fluide frigorigène, à la sortie du condenseur traverse une première vanne de détente pour aller dans le séparateur. La

partie liquide, par gravité, traverse une seconde vanne de détente, tandis que la partie vapeur est acheminée vers l'aspirateur du compresseur HP où elle se mélange avec la vapeur refoulée par l'étage BP.

Nous représentons schématiquement une installation frigorifique à deux étages sur la figure ci-dessous.



Calcul des paramètres aux différents points :

La figure ci-contre représente le diagramme (T,S) de notre installation.

$$T_{\text{evap}} = T_B = T_A = T_K = 10^\circ\text{C}$$

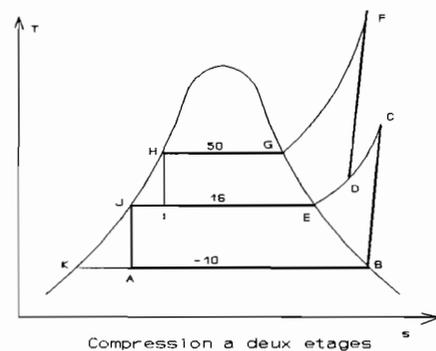
$$P_A = P_B = 0.3547 \text{ MPa}$$

$$T_{\text{cond}} = T_H = T_G = 50^\circ\text{C}$$

$$P_F = P_G = 1.9432 \text{ MPa}$$

Soit une pression intermédiaire

$P_i = 0.8125 \text{ MPa}$ qui donne une température $T_i = 16^\circ\text{C}$.



Étage BP : le rapport de pression $\Pi_1 = 2.23$

$$\eta_{isent} = 67\%$$

$$\eta_v = 88\%$$

Étage HP : le rapport de pression $\Pi_2 = 2.39$

$$\eta_{isent} = 68\%$$

$$\eta_v = 87\%$$

Les caractéristiques des différents points sont représentées sur le tableau ci dessous:

POINTS	PRESSIONS	T° (°C)	H (KJ/Kg. °C)	S (KJ/Kg)
A	0.3547	-10 °C	218.96	1.070
B	0.3547	-10	400.83	1.764
C	0.8125	45	435.40	1.810
D	0.8125	40	429.50	1.790
E	0.8125	16	409.90	1.727
F	1.9432	92	459.60	1.815
G	1.9432	50	416.65	1.683
H	1.9432	50	263.02	1.207
I	0.8125	16	263.02	1.220
J	0.8125	16	218.96	1.066
K	0.3547	-10	188.55	0.957

avec $h_D = x_i h_E + (1 - x_i) h_C$, d'après la loi des mélanges.

$$x_i = \frac{h_I - h_J}{h_E - h_J}$$

où x_i le titre de vapeur au point D.

$$x_i = (263.02 - 218.96) / (409.9 - 218.96)$$

$$x_i = 0.2307$$

Travail de l'étage BP

$$\begin{aligned} W_{BP} &= (1 - x_i) (H_C - H_B) = (1 - 0.2307) (435.4 - 400.83) \\ &= 26.59 \text{ KJ/Kg} \end{aligned}$$

Travail de l'étage HP

$$W_{HP} = h_F - h_D = 459.6 - 429.5 = 30.1$$

Le travail de compression est donc égal à :

$$W_{comp} = 26.59 + 30.1$$

$$W_{comp} = 56.69 \text{ KJ/Kg}$$

Puissance fournie par le moteur du compresseur :

$$W_m = \frac{W_{CB} \times m_f}{\eta_v \times \eta_{mec}}$$

avec η_{mec} le rendement mécanique de la machine.

et $m_f = 180.5 / (h_B - h_A) = 0.9925 \text{ Kg/s}$

$$W_m = 72 \text{ kw}$$

La quantité de chaleur soutirée à la source froide :

$$Q_2 = (H_B - H_A)$$

$$Q_2 = (400.83 - 218.96) \quad Q_2 = 181.87 \text{ KJ/Kg}$$

Le coefficient de performance devient ainsi :

$$COP = 181.87 / 56.69 \quad COP = 3.21$$

Le rendement de la machine est de :

$$\eta_m = 3.21 / 4.38 \quad \eta_m = 73.24\%$$

Conclusion :

C'est cette dernière méthode qui sera utilisée dans le cadre du projet. En effet, non seulement, elle nous permet d'améliorer considérablement le rendement frigorifique de la machine, mais aussi a l'avantage de limiter la température du fluide frigorigène pour mettre en sécurité le graissage de la machine ; ce qui évite les fuites au niveau des pistons.

Aussi, à la place d'un compresseur de 155466 fg/h, nous utiliserons 2 compresseurs de 80000 fg/h couplés en parallèle et alimentés chacun par un moteur de 36 kw. Cela nous permettra de fonctionner pour un certain temps sans arrêter l'installation.

III.4.2 LE CONDENSEUR

III.4.21 Son rôle

Il est essentiellement un échangeur de chaleur. En effet, il assure le passage du flux calorifique du fluide frigorigène au milieu extérieur. Ce dernier peut être soit de l'eau (condenseur à eau) soit de l'air ambiant (condenseur à air).

III.4.22 Ses fonctions

Il a trois fonctions internes :

- * Désurchauffer les vapeurs comprimées jusqu'à la température ambiante
- * Condenser ces vapeurs désurchauffées
- * Sous-refroidir le liquide déjà condensé.

III.4.23 Ses caractéristiques :

Coefficient global de transmission de chaleur

Il dépend (voir figure ci-contre) :

- du coefficient de convection du fluide (α_f)
- " " " " du médium de condensation
- de l'épaisseur du film d'huile qui se dépose sur la face interne du condenseur (malgré les précautions qui seront prises pour séparer l'huile du liquide).
- de l'épaisseur du tube qui constitue le condenseur
- De l'épaisseur du tartre et de la poussière.

Puissance calorifique :

Elle est égale à

$$\psi_k = m_f (h_F - h_H)$$

$$\psi_k = 0.9925 (459.6 - 263.02)$$

$$\psi_k = 194.1 \text{ Kw}$$

III.4.24 Fluide de condensation:

Condenseur à air :

L'air étant gratuit, nous pouvons le disposer facilement. Il sera donc toutefois économique de l'utiliser comme médium de condensation. la circulation peut être naturelle ou forcée selon la puissance du condenseur. Seulement, l'air a une faible chaleur massique ($c_p = 0.24$ kcal/kg d'air sec). A cela, il s'ajoute que l'échange de chaleur entre une vapeur condensante et un gaz se fait difficilement. Tout cela fait que les condenseurs à air ne sont utilisés que pour des puissances inférieures ou égales à 5000 kcal/h.

Cependant pour des économies d'exploitation ou des manques d'eau, on envisage des condenseurs à air pouvant aller jusqu'à 120000 Kcal/h. Ce qui donnerait des condenseurs gigantesques et encombrants à cause du débit volumique qui est très élevé. En effet dans notre cas le débit volumique d'air qu'on aurait utilisé serait de :

$$Q_{va} = \frac{\Psi_k}{c_p \times \zeta_a \times (\theta_s - \theta_e)}$$

avec c_p : chaleur massique de l'air

ζ : masse volumique de l'air (1.293 kg/m³)

θ_s : température de l'air à la sortie du condenseur

θ_e : " " à l'entrée " "

Pour l'air il est admis un échauffement entre 5 à 6°C lors de la condensation. D'où

$$Q_{va} = 194.1 / (0.24 * 4.18 \times 1.293 \times 6)$$

$$Q_{va} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ainsi nous envisageons d'utiliser un condenseur à eau au lieu d'un condenseur à air.

Condenseur à eau :

Il répond bien pour notre installation parce qu'il est utilisé pour des puissances élevées.

Débit volumique :

$$Q_{ve} = \frac{\psi_k}{c_e \times \zeta_e \times (\theta_s - \theta_e)}$$

avec

c_e : chaleur massique de l'eau (1 Kcal/Kg)

ζ_e : masse volumique de l'eau (1000 Kg/m³)

$(\theta_s - \theta_e)$ est compris entre 7 et 12°C.

En pratique, il est admis que la température de condensation se situe à 5° au dessus de la température de sortie de l'eau. Donc cette dernière sera de $\theta_s = 45^\circ\text{C}$. La température de l'eau à l'entrée étant de $\theta_e = 35^\circ\text{C}$, nous avons la différence $(\theta_s - \theta_e)$ qui est égale 10°C.

$$Q_{ve} = 194.1 / (1 \times 4.18 \times 1000 \times 10) = 0.00466 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ve} = 16.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

III.4.25 Surface de condensation :

La quantité de chaleur transmise par le condenseur s'écrit :

$$\psi_k = K \times S \times \Delta t \quad \Rightarrow$$

avec

$$S = \frac{\psi_k}{K \times \Delta t}$$

S : la surface d'échange

Δt : la différence entre la température de condensation et la température moyenne du médium de condensation.

K : le coefficient global de transmission de chaleur.

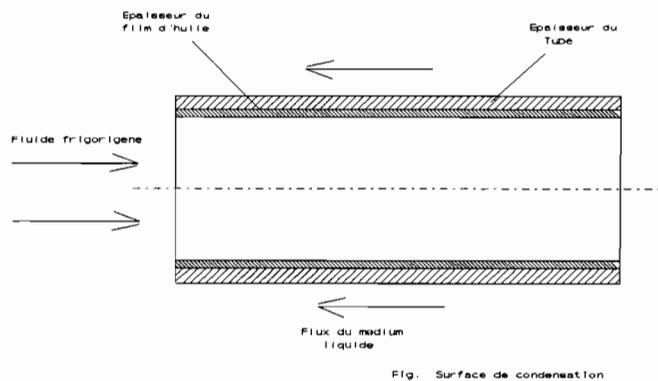
$$K = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{1}{\alpha_l} + \frac{e_h}{\lambda_h} + \frac{e_t}{\lambda_t}$$

avec

α_f et α_l les coefficients de convection du fluide frigorigène et du médium liquide

λ_h et λ_t les coefficients de conductibilité thermique du film d'huile et du tube.

e_h et e_t les épaisseurs des films d'huile et du tube (voir figure ci dessous).



En pratique, pour un condenseur multitubulaire, $600 < K < 1000$ Kcal/m²/h/°C.

Nous prenons $K = 600$ Kcal/m²/h/°C.

D'où la surface du condenseur :

$$S = 194.1 \times 3600 / (4.18 \times 800 \times (50 - 40))$$

$$= 27.8 \text{ m}^2$$

Pour les tubes ailetés, on arrive à avoir un rapport de surface $S/S_t = 5$ avec

S , la surface totale (tube + ailettes).

S_t , la surface du tube de condensation.

D'où $S_t = S / 5 = 27.8 / 5 = 5.56 \text{ m}^2$

On admet une vitesse (v) de l'eau égale à 0.5 m/s pour prolonger le refroidissement et assurer la sécurité des tubes en cuivre.

Le débit volumique $Q = v \times A \Rightarrow A = Q / v$, avec A la section du tube.

$$A = 16.8 / (3600 \times 0.5) = 0.00933 \text{ m}^2$$

Si n le nombre de tubes donc $A = \pi n D^2 / 4$

La surface du condenseur étant $S_t = \pi D \times nL$

La résolution de ces 2 équations donne $A/S_t = D/4L = 0.00933/5.56$
 $= 0.001678$

$$D/4L = 0.001678$$

Pour un diamètre normalisé de 5/8 pouce = **15.875 mm** , la longueur du tube est de **2.3 m**, et le nombre n de tubes est égal à **48**.

Ces tubes seront maintenus par des chicanes qui auront aussi pour rôle de réduire la vitesse de passage de l'eau à l'intérieur des tubes (figure ci dessous).

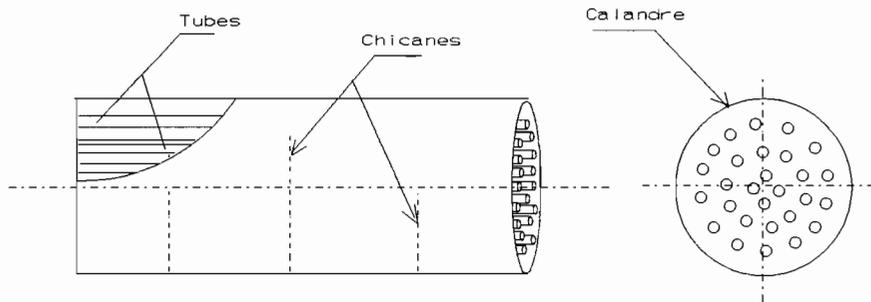


Fig: Dispositif des chicanes et faisceau tubulaire

III.4.26 Ventilateurs du tour de refroidissement :

Nous disposons de l'air qui se trouve dans les conditions suivantes :

entrée : $\theta_{ac} = 35^\circ\text{C}$, $\psi = 70\%$, $h_{ac} = 98.5 \text{ KJ/Kg}$

sortie : $\theta_{as} = 45^\circ\text{C}$, $h_{as} = 117 \text{ KJ/Kg}$ *

* Refroidissement à contre courant, la T° de l'air à l'entrée est égale à la T° de l'eau à la sortie.

L'eau à refroidir se trouve dans les conditions suivantes :

entrée : $\theta_{cc} = 45^\circ\text{C}$ (sortie du condenseur)

sortie : $\theta_{cs} = \theta_h + 5^\circ\text{C} = 30 + 5 = 35^\circ\text{C}$

avec θ_h , la température de saturation de l'air.

Bilan thermique :

$$m_{as}(h_{as} - h_{ac}) = m_e(h_{es} - h_{ec}) = m_e \times c_e \times \Delta t$$

La masse d'air sec est donc :

$$m_{as} = m_e \times c_e \times \Delta / (h_{as} - h_{ac})$$

$$m_{as} = \frac{m_e \times c_e \times \Delta t}{h_{as} - h_{ae}}$$

$$\begin{aligned} m_{as} &= 16.7 \times 10^3 \times 4.18 \times (45 - 35) / (117 - 98.5) \\ &= 37733 \text{ Kg/h} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Le débit volumique de l'air est } &37733 / 1.293 = 29182 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 2 \times 14590 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Nous pouvons donc utiliser 2 ventilateurs de 14590 m³/h.

Pression de chaque ventilateur :

Pour un ventilateur basse pression qui a un travail massique

$W_m = 500 \text{ KJ/Kg}$, la pression est de :

$$\Delta p = W_m \times \rho_{\text{air}} = 400 \times 1.22 = 480 \text{ Pa}$$

$$\Delta p = 480 \text{ Pa}$$

Puissance utile de chaque ventilateur :

$$W_u = \Delta p \times Q_v = 480 \times (14590/3600) = 1950 \text{ W}$$

$$W_u = 1.95 \text{ Kw}$$

III.4.27 Économiseur d'eau :

Pour économiser la consommation d'eau, cette dernière sera

recyclée. Pour ce faire, elle sera refroidie par une tour de refroidissement. La consommation est ainsi limitée par l'appoint d'eau évaporé pour son refroidissement. Cette tour sera placée dans un endroit aéré. (Voir figure ci-dessous).

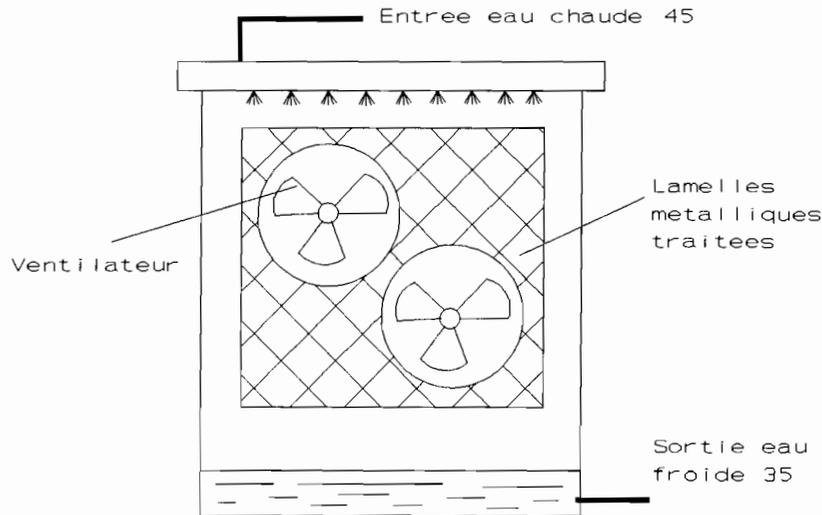


Fig : TOUR DE REFROIDISSEMENT (2 X 14590 m³/h)

III.4.28 Traitement de l'eau :

Il est impératif de traiter l'eau du condenseur pour éviter des problèmes de fonctionnement de celui-ci. En effet, l'eau, lors du recyclage s'enrichit en sels minéraux qui, en contact avec les tubes forment:

- un dépôt de tartre qui fournit une pellicule isolante diminuant ainsi le coefficient global de transmission de chaleur du condenseur.
- des incrustations de boues corrosives qui affaiblissent le tube jusqu'à donner des perçures.

Pour résoudre ces problèmes, l'eau sera traitée à l'entrée du condenseur en traversant une enceinte contenant des silicates et des phosphates artificiels.

III.4.3 L'ÉVAPORATEUR

III.4.31 Rôle de l'évaporateur :

L'évaporateur permet d'assurer le passage du flux calorifique du milieu à refroidir vers le fluide frigorigène.

Comme pour les condenseurs, l'échange de chaleur entre le fluide frigorigène et le milieu à refroidir se fait :

- par convection du fluide frigorigène à la surface intérieure du tube
- par conduction à travers la surface métallique du tube
- par convection de la surface extérieure du tube avec le milieu à refroidir.

III.4.32 Quantité de chaleur soutirée :

Elle est égale à $Q_2 = h_B - h_A = 400.83 - 218.96$

$$Q_2 = 181.87 \text{ KJ/Kg}$$

III.4.33 Saumure

Une saumure est tout liquide obtenu par un mélange de sels (chlorure de calcium ou de sodium) avec de l'eau permettant d'obtenir des températures plus basses. On peut aussi obtenir de la saumure par un mélange de liquides miscibles avec l'eau (les alcools par exemple). Dans ce projet, nous utiliserons le chlorure de calcium (CaCl_2) pour la saumure.

Débit massique de la saumure :

Soit C_s la chaleur massique de la saumure. La quantité de froid à produire dans l'évaporateur étant ψ_0 , la loi des échanges fait que

$$Q_{ms} = \frac{\psi O}{C_s \times \Delta_{ts}}$$

avec Δ_{ts} : la différence de la température d'entrée et de sortie de la saumure.

Son débit volumique sera donc : $Q_{vs} = Q_{ms} / \rho_s$

avec ρ_s la masse volumique de la saumure.

III.4.34 Givrage et dégivrage

La vapeur d'eau en suspension dans l'air se dépose et se congèle, lors de l'exploitation, sur les surfaces réfrigérantes de l'évaporateur. Il se forme ainsi une épaisseur fortement isolante.

Ceci a pour effet d'abaisser la température du fluide frigorigène en ébullition, ce qui diminue le rendement frigorifique de la machine.

Pour éviter ces problèmes un dégivrage périodique s'impose. Ainsi, nous adopterons un dégivrage par résistances électriques chauffantes ; ce qui nous permettra d'économiser du temps et d'utiliser des surfaces d'échange moins élevées.

III.4.4 LE DETENDEUR

Il permet l'alimentation automatique de l'évaporateur en fluide frigorigène, qui consiste à injecter à l'évaporateur la quantité de réfrigérant juste nécessaire pour absorber l'apport calorifique en provenance du milieu à refroidir.

Le détendeur le plus utilisé de nos jours est le détendeur thermostatique dont nous suggérons l'utilisation dans le cadre de ce projet.

III.4.5 LES APPAREILS ANNEXES :

Pour assurer une marche correcte de l'installation, il nous faudra mettre en place d'autres appareils en plus du compresseur du condenseur, de l'évaporateur et du détendeur.

Les plus importants de ces appareils sont :

- le séparateur d'huile
- le réservoir de liquide
- le déshydrateur
- le filtre
- le désaérateur
- le séparateur de liquide
- la bouteille d'aspiration.

Le séparateur d'huile :

Il permet d'arrêter ou de minimiser l'entraînement de l'huile provenant du carter du compresseur, phénomène qui entraîne l'accumulation de l'huile dans les endroits comme l'évaporateur ou le condenseur diminuant ainsi leur coefficient global de transmission de chaleur.

La séparation se fait soit par changement brusque de direction, ou par réduction brusque de la vitesse (l'huile a des molécules lourdes) ou par chocs sur les parois.

Le réservoir liquide :

Se trouve entre le condenseur et l'évaporateur. Il accumule le liquide provenant du condenseur et permet de maintenir une réserve suffisante de liquide pour prévoir les charges variables de l'installation (remplissage des mouleaux, services etc..). Il est constitué d'une bouteille réalisée en tube d'acier étiré.

Le déshydrateur :

Se trouve sur la conduite liquide. Il permet d'éliminer l'humidité qui est néfaste au R22 qui n'est pas miscible avec de l'eau. En présence de cette dernière le R22 libère des acides qui en contact avec les métaux vont réagir pour donner des sels métalliques et des oxydes qui se déposeront sur les surfaces internes de l'évaporateur et du condenseur.

Nous calculons sa capacité d'après les normes ASRE* qui recommandent 60 mg d'eau par Kg de R22 alors que la teneur en humidité de ce dernier est de 1050 mg par Kg. nous enlèverons donc 1050 - 60 g d'eau par kg de R22, ce qui fait qu'on utilisera un déshydrateur de capacité :

$$C_d = 40 \times 990 = 39600 \text{ mg} \\ \approx 40 \text{ g d'eau}$$

pour un ballon de 40 Kg de fréon 22.

Le filtre :

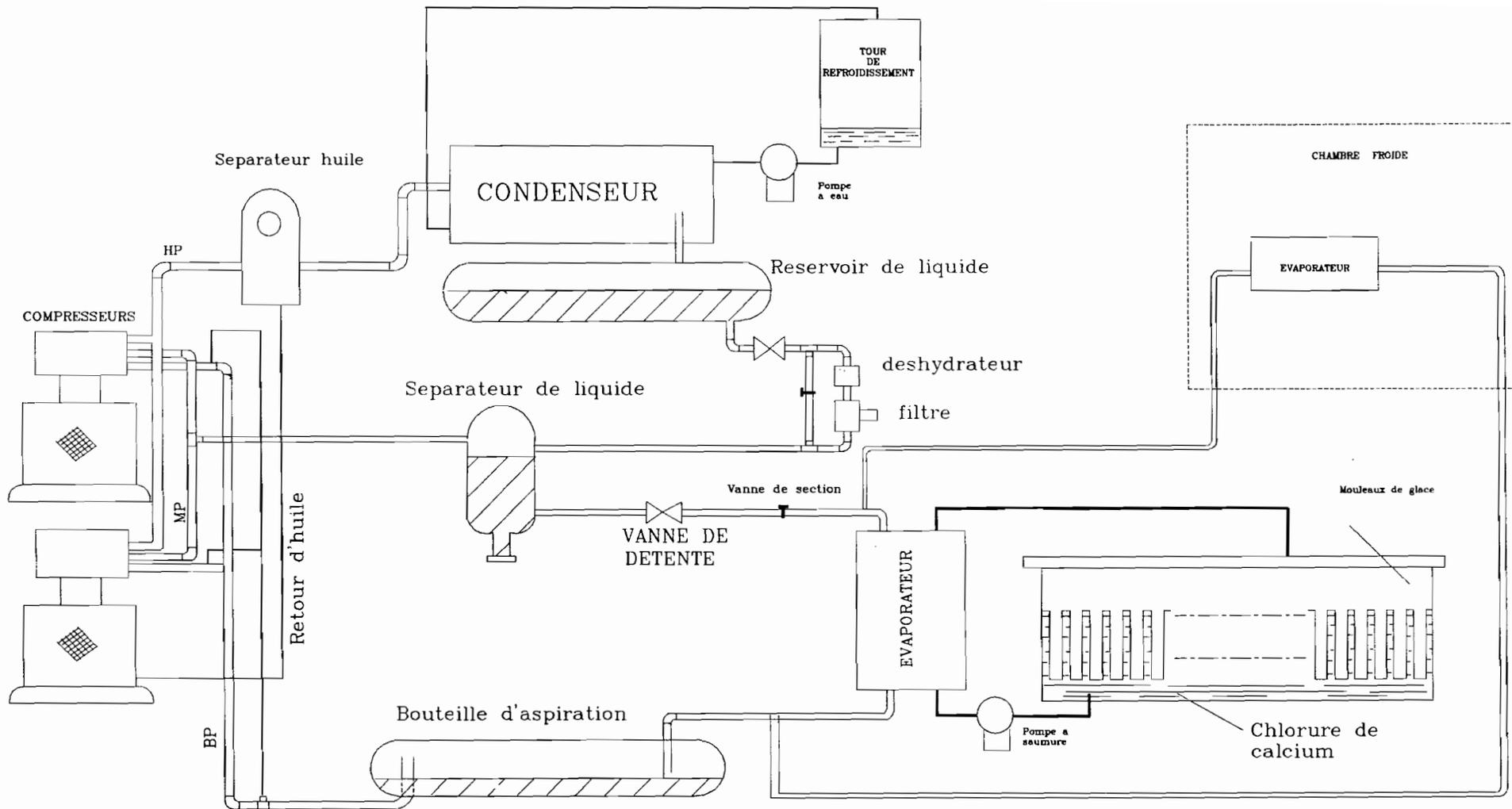
On le place sur la conduite liquide après le déshydrateur et en amont de la vanne de détente. Il permet de retenir les corps étrangers (grains de sable, copeaux métalliques etc...) et les dépôts d'impuretés en cours de fonctionnement.

Le séparateur de liquide :

Il permet de séparer le liquide de la vapeur et d'assurer l'alimentation de l'évaporateur par gravité. C'est cette vapeur séparée qui est utilisée pour refroidir le fluide frigorigène à la sortie de l'étage BP.

Il comporte un nombre de tubulures qui sont :

- * Une tubulure de liaison au compresseur
- * " " d'injection du liquide détendu
- * " " d'alimentation de l'évaporateur
- * " " de retour de l'huile
- * " " de décantation des impuretés.



Nbre	rep	Designations	Matieres	Observations
		ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES.		Auteurs: Moctar GUEYE Bertho MEVO
SCHEMA FINAL DE L'INSTALLATION				Directeur: M. THIOYE

Le réservoir d'aspiration

Il a pour rôle d'alimenter le compresseur en vapeurs. En effet, l'aspiration de liquide par le compresseur entraîne le phénomène du "coup de liquide" qui déforme d'une manière permanente les clapets de refoulement induisant ainsi leur manque d'étanchéité ou leur rupture.

(voir le schéma final de l'installation sur la page précédente)

III.5 CALCUL DE LA TUYAUTERIE

Les tubes en cuivre sont généralement utilisés sur les installations frigorifiques utilisant les fluides chlorofluorés. En effet ils présentent l'avantage d'être maniabiles et ne sont pas affectés par ces réfrigérants*.

III.5.1 Conduite liquide :

Les tables sont établies dans les conditions suivantes :

$$T_{\text{evap}} = 4^{\circ}\text{C}, T_{\text{cond}} = 40^{\circ}\text{C}.$$

Pour notre cas $T_{\text{evap}} = -10^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{cond}} = 50^{\circ}\text{C}$.

Le débit massique du fluide frigorigène est:

$$m_f = Q_{\text{evap}} / (h_{\text{BT}} - h_{\text{AT}}) = 0.9925 \text{ Kg/s}$$

avec h_{BT} et h_{AT} les enthalpies pour les conditions du tableau.

$$\text{Pour } T_{\text{evap}} = 4^{\circ}\text{C}, \quad h_{\text{BT}} = 406.1 \text{ KJ/Kg}$$

$$T_{\text{cond}} = 40^{\circ}\text{C}, \quad h_{\text{AT}} = 249.4 \text{ KJ/Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{La puissance corrigée est donc } Q_{\text{evap}} &= 0.9925 \times (406.1 - 249.4) \\ &= 155.5 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Nous choisissons un diamètre $\Phi_1 = 35 \text{ mm}$ (Table II₁₈ en annexes)

Les accidents rencontrés sur la conduite sont :

- 3 coudes grand rayon : 3 x 0.7
- 4 coudes petit rayon : 4 x 1.0
- 1 té passage direct : 1 x 0.8
- 1 vanne de section : 1 x 31

Total : 37.9 m

* Pour l'ammoniac qui est corrosif, on utilise l'acier.

On choisit une longueur équivalente de 50 m, ce qui fait une longueur de tuyauterie égale à (50 - 37.9) = 12.1 m.

Les pertes de charges sont de $\Delta_p = 20 \times (155.5/168.25)^{1.82}$

$$\Delta_p = 17.3 \text{ KPa}$$

Pour un filtre de pertes de charges de 15 KPa, les pertes de charges totales sont de 17.3 + 15 = **32.3 KPa** < 35 Kpa tolérée.

La vitesse $V_L = Q/S = 4Q/\pi\Phi_1^2 = 4 \times m_f / \rho_f \pi \Phi_1^2$ avec

$\rho_f = 1120 \text{ Kg/m}^3$, la masse volumique du R22.

$$V_L = 0.92 \text{ m/s}$$

III.5.2 Conduite d'aspiration :

III.5.21 Petite conduite :

Il passe 25% de la puissance totale sur cette conduite :

$$P_p = 0.25 \times 155.5 = 38.9 \text{ Kw}$$

Nous choisissons $\Phi_a = 41 \text{ mm}$ (Table II₂₂ en annexes).

Les accidents rencontrés sont :

- 2 tés de dérivation : 2 x 3.7 m
- 2 coudes grand rayon : 2 x 0.8 m

$$\text{Total} : 9 \text{ m}$$

Avec une longueur équivalente de 12.5 m , la longueur de la conduite est **3.5 m** .

La perte de charges $\Delta_p = 10 \times (38.9/39.67)^{1.82}$

$$= 9.6 \text{ KPa} < 10.5 \text{ qui est tolérée.}$$

La vitesse $V_A = 13 \text{ m/s}$ lue sur la table II₃₂ en annexes.

III.5.22 Grande conduite :

Il passe 75% de la puissance totale sur cette conduite.

$$P_g = 155.5 \times 0.75 = 116.6 \text{ Kw}$$

Choix $\Phi_b = 67 \text{ mm}$

Les accidents rencontrés :

- 3 coudes grand rayon : 3 x 1.3 m
- 1 coude petit rayon : 1 x 2.0 m
- 2 tés à passage direct : 2 x 1.4 m

Total : 8.7 m

Pour une longueur équivalente de 12.5 m, la longueur de la conduite est de 3.8 m.

Les pertes de charge s'élèvent à $\Delta p = 2.5 \times (116.6/107.74)^{1.82} = 2.88 \text{ KPa} < 10.5 \text{ KPa}$ toléré.

La vitesse du liquide est de 9 m/s (voir diagramme II₃₂ en annexes).

III.5.3 Conduite de refoulement :

Pour un diamètre $\Phi_r = 54 \text{ mm}$ (voir table II₂₅ en annexes), et une longueur équivalente de 12.5 m, les longueurs équivalentes des accidents du tronçon sont :

- 4 coudes grand rayon : 4 x 1.0 m
- 2 coudes petit rayon : 2 x 1.0 m

Total : 7.2 m

La longueur de la conduite est donc de 12.5 - 4.2 = 5.3 m .

Les pertes de charges sont de : $\Delta p = 5 \times (155.5/131.71)^{1.82} = 6.7 \text{ KPa} < 15 \text{ KPa}$ tolérée.

La vitesse est de 9 m/s (voir diagramme II₃₃ en annexes)

Nous résumons les résultats sur le tableau suivant :

		Φ mm	L_{cond} m	L_{acc} m	Δp KPa	v m/s
Conduite liquide		35	12.1	37.9	32.3	0.92
Aspiration	Petite Conduite	35	3.5	9	9.60	13
	Grande Conduite	67	3.8	8.7	2.88	9
Conduite de refoulement		54	5.3	7.2	6.72	9

III.6 ÉLECTRICITÉ :

III.6.1 Évaluation de la puissance installée :

Puissance de la pompe à eau :

Elle est égale à :

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta}$$

avec

ρ : masse volumique de l'eau

g : accélération de la pesanteur

Q : débit volumique de l'eau

H : la hauteur manométrique

η : le rendement de la pompe évalué à 80%.

$$P = (1 \times 10 \times 16.7 \times 10^3 \times 20) / (0.8 \times 3600)$$

$$P = 1160 \text{ w} = 1.16 \text{ Kw}$$

Pompe à saumure :

Sur le tableau n°10 en annexes, pour un débit de saumure de 80.3 m³/h nous pouvons choisir une pompe de 4 kw.

Puissance de l'appareil de levage :

$$P_1 = \frac{M \times g \times v}{\eta}$$

M : charge

v : vitesse de levage (.02m/s)

η : rendement de la machine

$$P_1 = 10000 \times 10 \times 0.02 / .9 = 2222 \text{ kw}$$

$$= 2.22 \text{ kw}$$

Appareils	Puissance installée (kw)	Utilisation (h/j)	Consommation moyenne kwh/j
<u>Salle machine</u>			
Compresseur n°1	36.00	22	792.00
Compresseur n°2	36.00	22	792.00
Ventilateur n°1	1.95	22	42.90
Ventilateur n°2	1.95	22	42.90
2 prises de courant	4.40	12	52.80
2 lampes	0.08	12	0.96
Pompe à eau	1.20	22	26.40
Pompe à saumure	4.00	22	88.00
total :	85.58		1837.96
<u>Salle de congélation</u>			
moteur manutention	2.22	2	4.44
1 prise de courant	2.20	12	26.40
Eclairage (2 x40 w)	0.08	12	0.96
total partiel	4.50		31.80
<u>Chambre froide</u>			
Broyeur à glace	0.74	8	5.89
Eclairage (2 x40 w)	0.08	12	0.96
total partiel	0.82		6.85
<u>locaux administratifs</u>			
3 prises de courant	6.60	12	79.20
Eclairage (7 x 40w)	0.28	12	3.36
total partiel	6.88		82.56
<u>Poste gardiennage</u>			
1 prise de courant	2.20	16	35.20
Eclairage (1 x40 w)	0.04	12	0.48
total partiel	2.24		35.68
total	100.02		1994.95

Tab 3.6.1 : Estimation de la puissance installée :

Broyeur à glace (Ice crushers) :

Nous utilisons le modèle BG 25 qui, alimenté par un moteur de 1 cv (0.736 Kw), nous permet de disposer de la glace en grains immédiatement avec un débit horaire de production de 2 tonnes par heure.

La puissance des ventilateurs a déjà été déterminée. Les puissances des autres appareils sont regroupées sur le tableau de la page précédente (Tab 3.6.1).

III.6.2 Transformateur :

La puissance totale installée étant de 100.02 Kw, et pour un $\cos\phi$ de 0.8, la puissance apparente est de $100.02 / 0.8 = 125$ KVA. Nous choisissons un transformateur normalisé de **250 KVA** qui permettra de prévoir les extensions futures. La bobine du secondaire est couplée en étoile pour permettre l'alimentation des moteurs en 380 V et les prises de courant en 220 V.

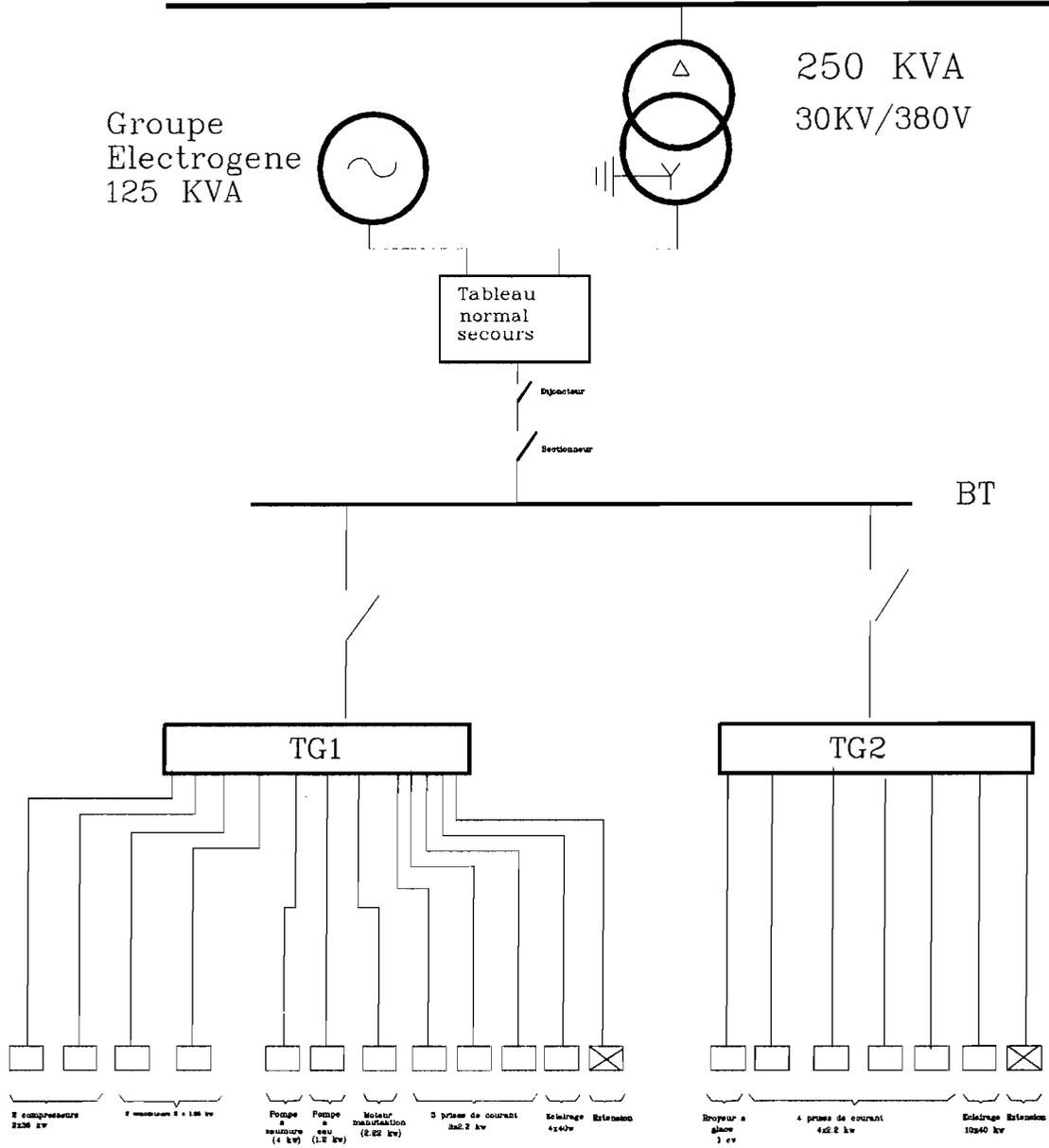
III.6.3 Schéma unifilaire de l'installation :

Nous représentons à la page suivante, le schéma unifilaire de l'usine (Fig III.6.2).

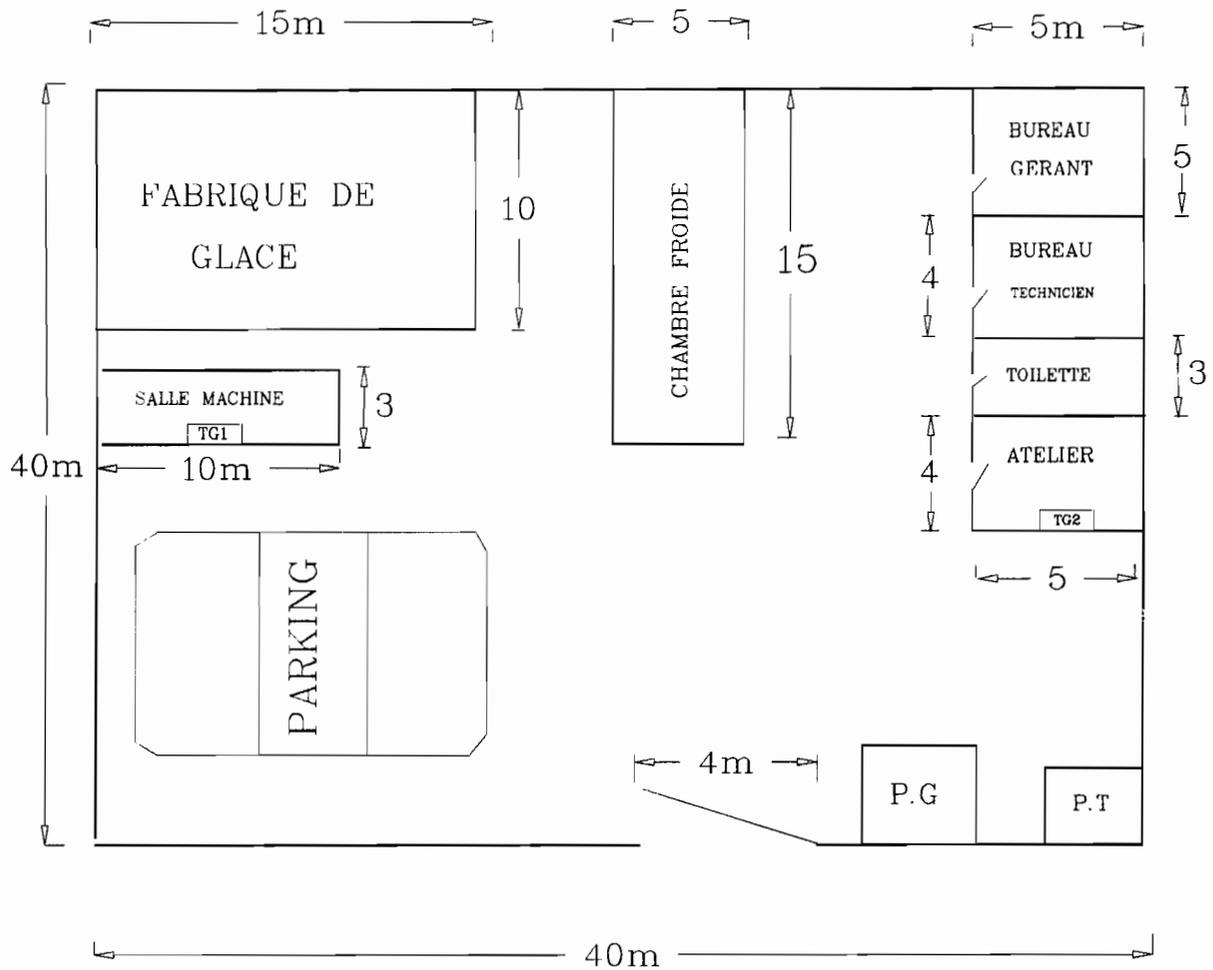
III.7 CONSTRUCTION :

La figure de la page 58 (Fig III.7) représente le plan de masse de l'usine montrant le gros oeuvre. On voit apparaître les limites et définitions des différents ateliers qui accueillent les équipements de l'installation. De la place libre a été prévue pour une extension future du projet .

LIGNE MT 30KV



Nb	Rep	Designations	Matieres	Observations
ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES				Auteurs: M. M. THIOYE Bertho MEVO
SCHEMA UNIFILAIRE				Directeurs: M. M. THIOYE M. N. D. NDIAYE M. J. FOLLY



LEGENDE

P.G : POSTE DE GARDIENNAGE

P.T : POSTE DE TRANSFORMATION

Nb	Rep	Designations	Matieres	Observations
		ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES		Auteurs: Moctar GUEYE Bertho MEVO
PLAN DE MASSE				Directeurs: M. M. THIOYE M. N.D. NDIAYE M. J. FOLY

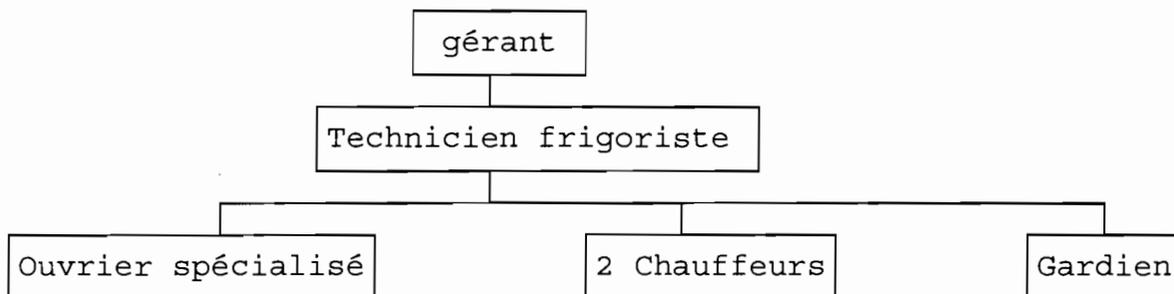
III.8 GESTION DU PERSONNEL :

Dans le cadre de ce projet, le personnel doit, au moins, être composé de 6 personnes parmi lesquelles :

- * 1 gérant (cadre)
- * 1 technicien frigoriste
- * 1 ouvrier
- * 2 chauffeurs
- * 1 gardien

Éventuellement deux ou trois temporaires seront recrutés pour les travaux de chargement et de nettoyage.

L'organigramme de cette usine peut se présenter comme ci-dessous:



- Tout le personnel sera coiffé par le gérant qui veille à la bonne marche de l'installation. Ce dernier se charge de la gestion des ressources financières et de l'administration. Il doit proposer des solutions techniques en cas de problème survenu sur l'installation.

- Le technicien frigoriste doit veiller, lui aussi, à la bonne marche de l'installation. Il assure la maintenance préventive et curative du matériel et des équipements.

- L'ouvrier spécialisé aide le technicien aux dépannages qui

surviendront au cours de l'exploitation.

- Les chauffeurs assurent, avec les camions frigorifiques la distribution de la glace dans les lieux de consommation. Ils se chargent de la maintenance de leurs camions respectifs.

- Le gardien s'occupe de la sécurité de l'usine.

III.9 SÉCURITÉ ET IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT :

Les installations frigorifiques utilisant le fréon 22 comme fluide frigorigène présente peu de danger à l'environnement.

En effet les vapeurs du fréon sont inodores aux concentrations dans l'air inférieures à 20%. Au dessus de cette valeur, on perçoit une odeur douce, ce qui élimine les risques de panique en cas de fuites du réfrigérant. Contrairement à l'ammoniac, le fréon 22 n'est pas toxique. Il est inflammable mélangé à l'air. Il n'est pas explosif et la flamme ne se propage à son contact.

Aussi l'installation ne produit pas de déchets toxiques pouvant dégrader ou nuire notre environnement immédiat. Enfin des arbres seront plantés à l'intérieur et aux alentours de l'usine pour améliorer les conditions climatiques de cette zone.

CHAPITRE IV ÉTUDE FINANCIÈRE ET ÉCONOMIQUE

IV.1 ÉTUDE FINANCIERE

IV.1.1 BUT DE L'ÉTUDE FINANCIERE

L'analyse financière vise à tester l'aptitude de l'entreprise à réaliser ses objectifs financiers fondamentaux et à formuler une " opinion financière " à son sujet. En d'autres termes, elle a pour but de veiller à la rentabilité des capitaux investis par les entreprises privées, à l'équilibre financier des services publics chargés de gérer les projets...etc

Sur la base des informations disponibles, l'analyse financière cherchera à apprécier, les conditions dans lesquelles l'entreprise tente d'atteindre ses objectifs.

IV.1.2 LES INVESTISSEMENTS

En règle générale, on définit, l'investissement comme étant un engagement des ressources d'une organisation fait immédiatement dans l'espoir de réaliser des bénéfices pour plusieurs années à venir.

La création d'une entreprise comme cette fabrique de glace ne peut être envisagée sans cette décision d'investir.

Pour une entreprise en bonne santé, les investissements constituent généralement la part principale des emplois de l'exercice.

Pour le présent projet d'unité de fabrique de glace, la structure de cette rubrique est présentée comme ci-après :

- Frais d'étude et de création.....	3.000.000	FCFA
- Frais de constructions - Génie civil.....	77.542.143	FCFA
(voir annexe IV.1)		

ÉQUIPEMENTS D'EXPLOITATION :

1 Fabrique de glace en barre de 20 tonnes avec accessoires, fret maritimes, assurances.....	84.300.000	FCFA
1 Broyeur de glace de capacité 2 tonnes/jour...	2.500.000	FCFA
Montage et mise en Service.....	2.170.000	FCFA
Outillage d'entretien.....	1.686.000	FCFA

ÉQUIPEMENTS ANNEXES :

1 groupe électrogène de 125 KVA.....	15.600.000	FCFA
1 tour de refroidissement.....	10.000.000	FCFA

MATÉRIEL DE TRANSPORT :

2 camions frigorifiques de 3 tonnes chacun.....	30.000.000	FCFA
---	------------	------

MATÉRIEL ET MOBILIER DE BUREAU 3.500.000 FCFA

ÉQUIPEMENTS DIVERS ET IMPRÉVUS 10.984.101 FCFA

FOND DE ROULEMENT 2.230.783 FCFA

Total Investissement.....243.513.027 FCFA

IV.1.3 PLAN DE FINANCEMENT DU PROJET

Une fois les investissements établis, l'entreprise doit rechercher les moyens de financer ses investissements et le besoin de financement généré par le cycle d'exploitation.

Autrement dit, il s'agit de détailler les différents crédits prévus (taux, durée, différé, commission tax), de préciser les besoins d'exploitation en indiquant les dispositions prises pour leur couverture et enfin d'indiquer les modalités de financement en cas de dépassement du coût du projet.

Dans le cas de notre étude, comme l'indique le schéma de financement, les capitaux permanents de l'entreprise sont constitués par :

** Les fonds propres des actionnaires jusqu'à concurrence de 30% du montant de l'investissement.

** Un emprunt sollicité du fond de promotion économique (FPE) portant sur 70% du total des investissements.

Les conditions d'emprunt sollicité, ont permis de réaliser l'échéancier de remboursement. Rappelons que l'intérêt est ce qu'on paie pour disposer d'une somme durant une période. Concernant Le schéma de financement que nous avons adopté dans le cadre de cette étude, comme on peut le voir ci-dessous:

$$\text{Remboursement du principal} = \frac{\text{Total d'emprunt (E)}}{\text{Nbre d'années de versement (n)}}$$

L'intérêt annuel = Montant immobilisé (MI) * Taux d'intérêt (i)

SCHÉMA DE FINANCEMENT DU PROJET :

Fonds propres :

Le montant des investissements est de : 243.513.027 FCFA. Les promoteurs feront un apport en fonds propres portant sur 30% du montant total du projet, soit : **73.053.908,1 FCFA.**

Emprunts sollicités :

Le projet sollicite du Fonds de Promotion Économique, un emprunt

portant sur 70% du total des investissements, soit un montant de 170.459.118,9 FCFA.

Les conditions sollicitées sont les suivantes :

Durée du crédit..... 5 ans
 Différé..... 2 ans
 Taux d'intérêt..... 13% l'an
 Remboursement..... Annuel

ÉCHÉANCIER DE REMBOURSEMENT.

Années	Montants immobilisés	Remboursement du principal	Intérêts à payer
1	170459118.9		22159685.46
2	170459118.9		22159685.46
3	170459118.9	34091823.78	22159685.46
4	136367295.1	34091823.78	17727748.37
5	102275471.3	34091823.78	13295811.27
6	68183647.56	34091823.78	8863874.183
7	34091823.78	34091823.78	4431937.091
Cumuls		170459118.9	110798427.3

Ce schéma de financement est celui utilisé classiquement lors d'un montage financier par la plupart des bureaux d'étude. Or, pour mener un bon calcul financier, on devrait considérer que le montant des intérêts qui devrait être versé pendant les deux années de différés représente un véritable coût d'investissement additionnel. Ceci étant, les remboursements débiteront pour notre cas à la 3^{eme} année sous forme d'annuité constante A_0 , et ce, jusqu'à la 7^{eme} année.

Pratiquement, on a :

$$E = A_0 \times (FA)$$

où

$$FA = \frac{1}{(1+i)^3} + \frac{1}{(1+i)^4} + \frac{1}{(1+i)^5} + \frac{1}{(1+i)^6} + \frac{1}{(1+i)^7}$$

avec $i = 13\%$ donc, $(FA) = 2.754$

Finalement $A_0 = 170.459.118,9 / 2.754 = 61.895.104,9$ FCFA

On établit donc l'échéancier ci-après :

Années	capital restant dû avant amortissement	Amortissement du capital (remboursement) du	Intérêts	Annuités
1	170456118.9	-22159685.5	22159685.5	0
2	192618804.4	-25040444.6	25040444.6	0
3	217659249	33599402.53	28295702.37	61895104.9
4	184059846.5	37967324.86	23927780.04	61895104.9
5	146092521.6	42903077.09	18992027.81	61895104.9
6	103189444.5	48480477.11	13414627.79	61895104.9
7	54708967.39	54782939.14	7112165.76	61895104.9
Cumul		170533090.7	138942433.8	309475524.5

IV.1.4 PROJECTIONS FINANCIERES

IV.1.41 Les recettes d'exploitation

Les recettes d'exploitation ont été calculées sur la base du programme de production et des prix retenus concernant le Kg de glace et la location de la chambre froide de stockage. Pour la

présente étude, les recettes d'exploitation sont présentées dans le montage financier (Voir annexe IV.2).

IV.1.42 Les charges d'exploitation (voir annexe IV.3)

Ces charges sont liées au cycle d'exploitation de l'entreprise. Elles concernent les matières, fournitures et services consommés, les frais de personnel, les impôts et taxes, les amortissements et le fond de roulement.

***** Les Matières, fournitures et services consommés :**

Les méthodes de calcul utilisées comme on peut les voir détaillées en annexe, sont les mêmes que celles des pouvoirs publics.

***** Les amortissements :**

Sur le plan comptable, l'amortissement est une constatation de la perte subie sur la valeur d'actif des immobilisations qui se déprécie par l'effet du temps, de l'usage et du changement technologique. Sur le plan fiscal, c'est une écriture comptable qui permet de répartir les coûts d'acquisition d'un actif sur la durée de vie afin de mieux faire coïncider les revenus et les dépenses encourues. L'amortissement est donc une dépense qui n'entraîne aucune sortie de fond. Il devrait donc être ignoré du calcul des cash-flow. Cependant, puisque cette dépense est déductible d'impôt, elle influence les flux monétaires en réduisant l'impôt payé. Il existe trois modes de calcul des amortissements :

a° / L'amortissement linéaire ou constant :

$$= \frac{\text{Valeurd'origine}}{\text{Durée normale d'utilisation}}$$

L'amortissement de la première année est calculée prorata temporis, celui de la dernière année est égal à la valeur résiduelle si cette dernière est inférieure à l'annuité de l'amortissement.

b°/ L'amortissement accéléré :

Dans ce cas, le montant de la première annuité comprendra une annuité réduite prorata temporis plus une annuité complète. La durée d'utilisation prévue se trouve ainsi réduite d'une année complète.

c°/ L'amortissement dégressif :

Ici, la première annuité doit être réduite prorata temporis en partant du mois de mise en service.

Pour la présente étude, les amortissements ont été calculés selon le premier mode de calcul (voir annexe IV.4).

***** Le fond de roulement :**

La plupart des auteurs définissent le fond de roulement comme étant la part des capitaux permanents qui est affectée au cycle d'exploitation. D'usage, est appelé cycle d'exploitation, l'ensemble des opérations courantes au travers desquelles l'entreprise réalise son objet. Ce qui est important de savoir à ce sujet, est que l'entrepreneur doit être en mesure de faire face à ses échéances sans faire appel à des sources de financements de secours (découvert bancaire, escompte, apport en compte courant) . On peut donc le considérer comme une marge de sécurité. Il existe deux façons de calculer le fond de roulement. La première est dite du haut du bilan, ici le fond de roulement est égal aux capitaux permanents moins les immobilisations nettes. La deuxième est dite du bas du bilan, le fond de roulement est égal à l'actif circulant moins les dettes à court terme.

C'est la deuxième méthode que nous avons utilisée dans le cas de notre étude comme on peut la voir en annexe. La différence entre la somme des emplois du cycle d'exploitation et la somme des ressources du cycle d'exploitation constitue le besoin en fond de roulement net. Il convient de signaler au passage que plusieurs facteurs influencent généralement les besoins en fond de roulement notamment :

- Le volume des ventes de l'entreprise
- Les aspects saisonniers des activités de l'entreprise
- Les changements de technologie
- La politique de l'entreprise.

IV.1.5 ANALYSE DES COMPTES PRÉVISIONNELS (voir annexe IV.4)

IV.1.51 Compte d'exploitation prévisionnel :

Il retrace les variations des emplois des entreprises d'une année sur l'autre et les variations des ressources correspondantes. Le compte d'exploitation prévisionnel montre donc la façon dont les emplois ont été financés au cours de l'exercice, en faisant apparaître notamment le montant de l'autofinancement de l'année. C'est le seul moyen qu'a l'entreprise de vérifier a priori que sa politique d'investissement et de financement est cohérente. La capacité d'autofinancement (CAF) de l'entreprise s'appelle également cash-flow ou encore marge brute d'autofinancement. On la calcule comme suit :

$$\text{Cash-Flow} = \text{CAF} = \text{Résultats nets} + \text{Amortissement.}$$

Dans notre cas, le résultat net est obtenu en déduisant du résultat brut les 35% représentant l'impôt sur le Bénéfice Industriel et

Commercial (BIC). Le résultat brut, à une année quelconque, est la différence entre le chiffre d'affaire de l'entreprise et l'ensemble des charges qu'elle supporte. La capacité d'autofinancement mesure donc le montant des fonds engendrés au cours de l'exercice et qui restent à la disposition de l'entreprise avant versement des dividendes.

IV.1.52 Trésorerie prévisionnelle :

La trésorerie est l'élément résiduel solde entre les encaissements et les décaissements prévisionnels. Elle permet de disposer d'une image de ce que pourra être la situation de l'entreprise dans un, deux, ou dix ans. Le plan de trésorerie est l'instrument d'observation des variations saisonnières, même mineures, pouvant altérer le fonctionnement financier de l'entreprise.

L'objectif, ici, est de vérifier la présence d'un solde net de trésorerie cumulé toujours positif, même si certains soldes annuels sont négatifs.

Pour notre étude par exemple, à la sixième année, le fait d'avoir un solde annuel de -46.506.035,26 FCFA n'a rien d'inquiétant puisque le cumul en cette même année est positif et égal à 25.919.471,24 FCFA.

IV.1.6 RENTABILITÉ FINANCIÈRE DU PROJET

Il existe plusieurs méthodes de choix de projet. Dans le cadre de cette étude, nous voulons attirer l'attention sur quelques unes :

IV.1.61 Délai de récupération du capital investi (DRC) :

Le temps de récupération est le délai nécessaire pour que les recettes du projet (déductions faites des charges d'exploitation) équilibrent le montant des dépenses d'investissement. C'est donc la durée de recouvrement du capital, ou temps de retour.

Pour la présente unité de fabrication, le capital investi est de: 243.513.027 FCFA.

D'après le tableau des flux financiers, à l'année 7 le capital récupéré est de 193.304.350,3 FCFA. Il reste donc à récupérer 50.208.676,7 FCFA.

Soit x le temps qu'il faut pour récupérer cette somme, on aura:

$$x = (50.208.676,7)/(87.147.718) = 0.576$$

Le délai de récupération du capital investi est :

$$\text{D.R.C} = 7,576 \text{ ans.}$$

Il est important de faire remarquer que la méthode du DRC est fréquemment utilisée en avenir incertain, pour l'étude de projets risqués et en général par des entreprises ne souhaitant pas prendre de risque et ayant une vision courttermiste.

Un DRC de 7.576 ans peut paraître long, mais cela ne doit pas constituer une crainte, étant donné le caractère de notre projet (Projet à long et moyen terme). La rentabilité est prioritaire sur la liquidité. Aussi, vu les prévisions de revenus que le projet est susceptible de se réaliser, nous pouvons dire que le risque financier est très "faible".

IV.1.62 Valeur actuelle nette du projet (VAN)

Elle se définit comme étant la valeur des revenus futurs actualisés au coût du capital moins le coût de l'investissement.

Elle est donnée par la formule :

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+k^*)^t} - C$$

où C = est le coût du projet
 k^* = est le coût du capital
 R_t = flux monétaire net
 n = durée du projet (espérance de vie).

Le mode d'utilisation de ce critère dans le choix des projets est le suivant :

- ** Si la VAN est positive, le projet est retenu.
- ** Si la VAN est négative, le projet est rejeté.
- ** Si les projets sont exclusifs, choisir celui dont la VAN est la plus élevée.

Il importe de faire remarquer que la méthode de la VAN est utilisée dans le cadre d'une politique à long terme. La logique qui sous-tend cette méthode se traduit par le critère de la création de richesse.

Dans le cas de notre étude, $k^* = 0.13$ et $C = 213.417.712,7$ FCFA
 Donc

$$VAN = \frac{60190628}{1.13} + \frac{71524664}{1.13^2} + \frac{83647718}{1.13^3} + \frac{87147718}{1.13^4} + \frac{20563617}{1.13^5} + \frac{83647718}{1.13^6} + \frac{87147718}{1.13^7} + \frac{87147718}{1.13^8} + \frac{83647718}{1.13^9} - 213417712.7$$

$$VAN = 110.835.163,5$$

la Valeur actuelle nette du projet est donc 110.835.163,5 ce qui est positif. Cette conclusion justifie que le projet est acceptable.

IV.1.63 Taux de rendement interne (TRI)

$$\sum_{t=1}^n \frac{R_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Reconnu comme étant, un critère fondamental, dans le choix de projets d'investissements, le taux de rendement interne, est le taux d'actualisation qui annule la somme des flux financiers actualisés. Autrement dit, c'est le taux d'intérêt pour lequel, la

valeur actuelle des futurs revenus est égale au capital investi. C'est un critère de choix privilégié par la Banque Mondiale. Si r désigne, le TRI, alors, il est obtenu par la résolution de l'équation :

où

I_0 = désigne l'investissement

R_t = flux financier net

n = durée de vie du projet

Pour un projet donné, lorsque l'on a :

TRI > coût du capital, le projet est retenu.

TRI < coût du capital, le projet est rejeté.

Si l'on a deux projets exclusifs, le choix portera sur celui dont le TRI est le plus élevé.

Pour le présent projet, le taux de rendement interne r est tel que:

$$\frac{60190628}{1+r} + \frac{71524664}{(1+r)^2} + \frac{83647718}{(1+r)^3} + \frac{87147718}{(1+r)^4} + \frac{20563617}{(1+r)^5} + \frac{83647718}{(1+r)^6} + \frac{87147718}{(1+r)^7} + \frac{87147718}{(1+r)^8} + \frac{83647718}{(1+r)^9} - 213417712.7 = 0$$

d'où nous obtenons : $r = 0.2984$

$$\mathbf{r = 29.84\%}$$

Nous sommes bien dans le cas où le TRI = 29,84% est supérieur au coût du capital qui est égal à 13%.

IV.1.64 Étude de quelques ratios

IV.1.641 Taux de rentabilité financière :

La rentabilité financière est le prisme à travers lequel les actionnaires qui ont confié un capital à l'entreprise apprécient le bien fondé de leurs décisions et l'opportunité de son maintien. Elle vise donc à apprécier l'enrichissement de l'exercice qui revient aux associés par rapport aux sommes qu'ils ont apportées ou laissées, au fil des années précédentes.

Le taux de rentabilité financière est égal à :

$$\frac{\text{Résultat net}}{\text{Capitaux propres}}$$

IV.1.642 Ratio de couverture du service de la dette :

C'est le rapport année par année pendant toute la durée du remboursement du prêt, entre le montant des ressources disponibles et le service de la dette. Il permet de mesurer la capacité de l'entreprise à faire face à ses charges financières. Ceci sous-entend que les décisions d'emploi de fonds autres que les services de la dette ne sont prises qu'une fois, et si cela est possible, les obligations relatives à la dette auront été satisfaisantes, si les décisions semblables sont prises à priori.

Il faudrait vérifier, après s'être assuré que ce ratio est acceptable, que la trésorerie de l'entreprise permettra de faire face, après que la dette ait été repayée, aux dépenses envisagées. Ce ratio est égal à :

$$\frac{\text{Recette de trésorerie}}{\text{Remboursement+Intérêts}}$$

L'évolution de ces ratios en fonction du temps a été étudiée dans le cadre de cette étude. (voir annexe IV.5).

IV.1.643 Taux de rentabilité des Fonds Propres :

Il permet d'évaluer la rentabilité de l'investissement pour le promoteur en fonction des conditions fiscales et du schéma financier. Il permet à celui-ci de comparer l'intérêt de son investissement avec les alternatives dont il dispose.

Soit r_f ce taux de rentabilité, on l'obtient en résolvant l'équation :

$$\sum_1^n \frac{(\text{solde net trésorerie})}{(1+r_f)^n} - \text{Fonds propres} = 0$$

Pour ce présent projet de fabrique de glace, on a en francs constants :

$$\frac{3370658.811}{(1+r_f)} + \frac{31094280.57}{(1+r_f)^2} + \frac{3463174.19}{(1+r_f)^3} + \frac{13533839.4}{(1+r_f)^4} + \frac{19527750.1}{(1+r_f)^5} + \frac{44175592}{(1+r_f)^6} + \frac{17128381.3}{(1+r_f)^7} + \frac{57600964.2}{(1+r_f)^8} + \frac{57600964.2}{(1+r_f)^9} + \frac{57600964.2}{(1+r_f)^{10}} - 73053908.1 = 0$$

On trouve $r_f = 0.1747$
 $= 17.5\%$

En franc courant, ce taux est de 52.88% qui est supérieur au taux de rendement interne. Ce qui est un bon indicateur pour le placement des fonds propres des promoteurs.

IV.1.644 Ratio bénéfice/coût :

En vue de la comparaison entre la somme actualisée des recettes nettes et le montant actualisé de l'investissement, le ratio bénéfice/coût encore appelé taux d'enrichissement en capital, retient comme bénéfice l'excédent des recettes sur l'ensemble des

dépenses, investissement compris.
Ce ratio se présente sous la forme :

$$\alpha = \sum \frac{(R-CE-I)}{I}$$

où R = Revenus actualisés du projet

CE = Coûts d'exploitation actualisés

I = Coûts d'investissement actualisés

C'est un ratio qui suppose que les capitaux circulants sont considérés comme un facteur "non rare" et que les seules contraintes financières à considérer concernent l'investissement lui même.

On se fixe pour cette étude un taux d'actualisation de 15%. Ce taux représente le coût associé à l'ensemble du capital de l'entreprise. Après calcul $\alpha = 60.56\%$ (voir annexe IV.5).

IV.2 ÉTUDE ÉCONOMIQUE

L'évaluation économique vise à aider, préparer et sélectionner les projets apportant la plus grande contribution au développement économique.

Concernant les méthodes d'évaluation économique, il faut noter que généralement, chaque pays et souvent chaque organisme responsable établit avec plus ou moins de précision sa propre méthodologie. Toujours est-il que, les principes généraux d'une analyse économique, sont basés sur deux grandes méthodes à savoir la méthode des prix de référence et celle des effets.

La réalisation d'évaluation économique à l'aide de prix de référence, va consister, à partir des résultats de l'étude

financière, à opérer une série d'opérations qui vont permettre:

- d'identifier les perturbations provoquées par le projet dans l'économie nationale,
- de classer ces perturbations en coûts et avantages économiques, - de mesurer ces coûts et avantages en choisissant pour cela un nouveau système de prix.
- enfin de comparer ces coûts et avantages à l'aide de divers critères permettant un classement entre projets.

La méthode des effets, consiste à comparer la situation "sans" le projet et la situation nouvelle créée par ce projet au niveau macro-économique et pour l'ensemble des agents directement et indirectement affectés.

L'approche par la méthode des effets consiste donc essentiellement à apprécier les effets d'un projet sous l'angle de l'accroissement de la valeur ajoutée globale et de sa répartition entre les différents agents économiques définis par la comptabilité nationale.

IV.2.1 INDICATION ET ANALYSE DE LA VALEUR AJOUTÉE NETTE NATIONALE

La valeur ajoutée est calculée comme étant la rémunération des différents facteurs de production. Dans son ensemble, la valeur ajoutée nationale dépend essentiellement des facteurs économiques qui sont : le choix de la production, la technologie employée, la situation des forces productives dans les autres branches et l'état de la concurrence. Elle est un instrument de mesure. Elle permet en effet de cerner la dimension de l'entreprise. Enfin elle est la richesse créée par l'entreprise. On a :

$$\text{Valeur Ajoutée (VA)} = \text{frais de personnel} + \text{frais financiers} + \text{impôts} + \text{amortissement} + \text{bénéfices.}$$

Dans le cadre de ce projet la contribution à la valeur ajoutée

nationale au bout de 10 ans s'élève à 671.495.283 FCFA. (voir annexe IV.6)

IV.2.2 EFFET DU PROJET SUR LA BALANCE DES PAIEMENTS

Le projet entraînera une sortie de devises pour les acquisitions suivantes :

Matériel de production	:	90.656.000	FCFA
Équipements annexes	:	36.584.101	FCFA
Matériel roulant	:	30.000.000	FCFA
Soit une sortie de devise de 157.240.101 FCFA			

IV.2.3 INCIDENCES SUR LES FINANCES PUBLIQUES

Avec la réalisation de cette unité, les finances enregistreront des recettes fiscales qui s'élèveront à :

Montant de l'impôt BIC	:	147.624.349	FCFA
Impôts et taxes	:	9.500.000	FCFA

Soit au bout de 10 années d'activités la somme de **157.124.349 FCFA.**

IV.2.4 EFFETS DU PROJET SUR L'EMPLOI ET LES SALAIRES :

A côté des critères essentiellement économiques que nous venons d'étudier, il est important de voir le caractère social du projet. L'implantation de la présente unité de production entraînera, dès sa première année la création de 5 emplois permanents et à partir de la quatrième année, 6 emplois permanents et 2 emplois temporaires pour la région de Thiès.

La masse salariale dégagée au bout de 10 ans est de : 90.025.000 FCFA.

IV.2.5 ÉTUDES DE QUELQUES RATIOS ÉCONOMIQUES

IV.2.51 Le taux de rentabilité économique :

L'analyse de rentabilité économique, se caractérise, par l'étude du coût des moyens d'exploitation mis en oeuvre et de la production, de la vente ou de la prestation de service réalisée grâce à ces moyens, mais en faisant abstraction des problèmes nés de la politique de financement. Elle offre aux dirigeants des indicateurs permettant un contrôle analytique de l'élaboration du résultat. On le calcule par le quotient :

$$\frac{\text{Résultat net}}{\text{Capitaux investis}}$$

IV.2.52 Taux de profitabilité :

Ce taux permet à l'entreprise d'apprécier la productivité du chiffre d'affaire. L'évolution de ce ratio dans le temps est particulièrement intéressante, car elle témoigne de la plus ou moins grande capacité de l'entreprise à maintenir globalement une bonne adéquation entre ses prix de revient et ses prix de vente. Elle indique également si la capacité de l'entreprise à dégager des ressources se maintient ou se développe. Ce taux est donné par la formule :

$$\text{Taux de profitabilité} = \frac{\text{Résultat brut}}{\text{Chiffre d'affaire}}$$

L'évolution de ces taux en fonction du temps est présentée dans l'annexe IV.4 de ce document.

Pour terminer, le bilan prévisionnel à la fin de la 4^{ème} année est montré en annexe IV.8.

IV.3 ANALYSE DE SENSIBILITÉ DU PROJET

A cette étape de notre analyse, il nous paraît opportun de chercher à sélectionner les variables dont les valeurs estimées peuvent être

entachées d'erreurs importants et à calculer l'impact de ces erreurs sur la rentabilité globale du projet.

Cette analyse de sensibilité a donc pour but de multiplier les hypothèses et de déterminer dans quelle mesure une erreur de prévision portant sur certaines variables est susceptible de modifier de façon significative les résultats de l'analyse.

Enfin elle nous permettra de déterminer les valeurs critiques des variables pour lesquelles la rentabilité financière du projet n'est plus assurée.

Une des variables qui dans la majorité des cas influence la vie des entreprises est l'inflation. C'est pourquoi, pour l'analyse financière, il est indispensable de tenir compte des hausses réelles de prix, poste par poste, tant pour les biens d'investissement que pour les charges d'exploitation ou les recettes. Ce point est particulièrement important pour les renouvellements, car l'inflation risque de réduire la valeur réelle des amortissements et de rendre difficile voire impossible les renouvellements. Il est donc nécessaire de fixer des prévisions de hausse de prix.

Pour cette étude nous ferons l'hypothèse d'un taux d'inflation annuel de 20% durant les 4 premières années de production et étudier le comportement du projet. Les résultats obtenus avec ce taux, comme on peut le voir dans l'annexe IV.7, prouve que le projet est toujours rentable. Pour preuve, le taux de rentabilité des capitaux propres est de 52.88%, ce qui de loin est supérieur au taux de rendement interne du projet.

Par contre, s'il y a inflation sans que nos recettes n'augmentent, le projet ne sera plus rentable. En effet, tous les soldes nets de trésorerie de la 3^{ème} à la 7^{ème} année sont négatifs. Cela s'explique

par le fait que l'entreprise ne dispose pas d'assez de ressources pour couvrir ses charges.

En période d'inflation, il est recommandé aussi d'exprimer le taux de rentabilité interne en monnaie courante. En effet, le TRI donne une indication sur le taux d'intérêt moyen que peut supporter le projet. Ces taux d'intérêt que l'on cite étant la plupart du temps définis en fonction d'une anticipation de l'inflation.

Si $@$ = taux d'intérêt en monnaie courante,
 β = taux d'inflation moyen,
 r = taux d'intérêt en monnaie constante, alors:

$$@ = \beta + r(1 + \beta)$$

Dans le cadre de ce projet, on a :

$$\beta = 0.20$$

$$r = 0.2984$$

$$\begin{aligned} \text{d'où } @ &= 0.2 + 0.2984(1 + 0.2) \\ &= 0.558 \end{aligned}$$

$$@ = 55.8\%$$

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude, nous espérons avoir atteint l'objectif premier visé par ce projet, dans la mesure où nous avons fait un design économique.

Le déficit de 158t/jour de glace constaté au niveau de la région au terme de l'étude de marché confirme la contribution de ce projet avec une capacité de 20t/jour dans le recouvrement du besoin en glace.

Le taux de rendement interne de 30% obtenu de même que l'évolution des différents ratios observée nous a permis de confirmer la rentabilité du projet.

Il reste maintenant à trouver les 243.513.000 FCFA représentant l'investissement pour l'atteinte de l'objectif final qui est la réalisation de ce projet, une de nos ambitions les plus chères.

Toujours est-il que les différents promoteurs qui auront à s'engager dans un tel investissement peuvent être assurés de la rentabilité de leurs fonds propres. Pour preuve, l'étude donne un taux de rentabilité des fonds propres de 52.88% qui est largement supérieur au TRI du projet, et très inférieur au coût du capital. Il importe ici de noter qu'après 10 ans d'activités on a un cash flow cumulé de 461.171.855,7 FCFA et un flux net de trésorerie cumulé de 215.850.745,2 FCFA.

Aussi nous voudrions lancer un appel aux autorités compétentes pour faire respecter rigoureusement les normes concernant l'utilisation de la glace pour la conservation des produits halieutiques. La deuxième recommandation a trait à une mise en garde au futur gérant de la fabrique si elle arrivait à naître, pour la mise en place d'un service de recouvrement efficace en vue de recouvrer effectivement et à temps les créances sur clients.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1° / Créer ou Reprendre une entreprise.

"Méthodologie et Guide Pratique"
AGENCE NATIONALE POUR LA CRÉATION D'ENTREPRISE.
Paris, Édition d'organisation 1988, 547p.

2° / Installations Frigorifiques.

P.J. RAPIN Tome 2 .
Pic Édition. Paris 1973, 405p.

3° / Thermodynamique Technique.

"Machine Thermique et frigorifiques, Tables Numériques"
M. BAILLY.
Bordas, Vendome 1971, 569p.

4° / Guide Pratique d'Analyse de Projet.

MANUEL BRIDER & SERGE MICHAÏLOF
4eme Édition revue et complétée (ECONOMICA) Février 1987, 294p.

5° / L'Analyse Financière

"Techniques & Pratique des affaires"
JEAN LUC BOULOT - JEAN JOLIVET - SYLVAIN KOKAS - J.P.CRETAL
Édition Publi-Union. 420p.

6° / Gestion Financière.

" Analyse Financière-Analyse Prévisionnelle"
VIZZAVONA Tome 1
7eme Édition (ATOL) Mai 1991, 692p.

7° / Décision d'Investissement et Calcul
économique dans l'entreprise.

DENIS BABUSIAUX (ECONOMICA) Novembre 1990, 647p

8° / Contrôle de Gestion et Budgets.

PIERRE LAUZEL - ROBERT TELLER
5eme Édition Sirey , Mars 1989, 357p.

ANNEXES

LISTES	PAGES
I. Analyse Chimique de l'eau alimentant la zone industrielle de Thiès.	84
II.1 Principales caractéristiques des infrastructures de froid dans la région de Thiès.	86
II.2 Résultats globaux de la pêche dans la région de Thiès.	87
III.1 Abaques pour calcul de puissances des conduites.	89
III.2 Caractéristiques techniques groupe frigorifiques.	95
IV.1 Estimation Financière des coûts de construction	96
IV.2 Les Recettes Prévisionnelles	97
IV.3 Les Charges Prévisionnelles	99
IV.4 Montage financier	
* Tableau des amortissements	102
* Tableau du fond de roulement	102
* Tableau des flux financiers	103
* Comptes d'exploitation prévisionnels	104
* Trésorerie Prévisionnelle sur 10 ans.	104
IV.5 Évolution des ratios de rentabilité et ratio bénéfice/coût.	105
IV.6 Contribution à la valeur ajoutée nationale	108
IV.7 Montage financier avec un taux d'inflation de 20%	109
IV.8 Bilan prévisionnel à la fin de l'année 1997.	111
IV.9 Résumé des études technique et financière.	112
IV.10 Fiche Synoptique.	114

SOCIÉTÉ NATIONALE D'EXPLOITATION DES EAUX DU SENEGAL

Région de... THIES.....

Localité... THIES. Ville.....

Lieu de prélèvement Forage F2.

Jour de prélèvement Date. 17/03/93

Date. 17/03/93.....

Heure. 9. H. 30.

Arrivée au Labo : Heure 17. Mars 93

Début d'analyse 18. Mars. 1993.....

Fin d'analyse... 22. Mars. 1993.....

ELEMENTS	TENEURS	INTERPRETATION DES RESULTATS
Température.....		
Turbidité NTU.....	2.....	Eau assez dure.....
Resistivité Ohm .cm.....	1585.....	bicarbonatée, calcique.
Conductivité cm.....	631.....	
PH.....	6,73.....	
Dureté totale (TH) F (degré français).....	26.....	
Dureté calcique TH CA.....	21.....	
Dureté Magnésienne (TH Mg) ".....	5.....	
Alcalinité simple (TA) ".....	0.....	
Alcalinité complète (TAC) ".....	34.....	
Chlorures (Cl) ".....	5,3.....	
Bicarbonate (HCO ₃) - mg/l.....	414,8.....	
Carbonate (Co ₃) ".....		
Gaz carbonique (CO ₂) ".....		
Oxygène dissous (O ₂) ".....		
Fluor (F) ".....		
Silice - (SiO ₂) ".....	7,5.....	
Matières organiques (Alcalin) ".....		
Matières organiques (Acide) ".....	0.....	
Sulfate (SO ₄) ".....	14.....	
Phosphate (PO ₄) ".....		
Nitrates (NO ₃) ".....	0.....	
Nitrites (NO ₂) ".....	0.....	
Ammonium (NH ₄) ".....	20,10.....	
Calcium (Ca).....	34.....	
Magnésium (Mg).....	12,15.....	
Manganèse (Mn).....	0.....	
Fer (Fe).....	0.....	
Aluminium (Al).....		
Sodium (Na).....		
Potassium (K).....		
Clore résiduel (Cl).....		
Sidu sec à 110.....	459.....	

CHIMISTE

Goume Kour

LE CHEF DU LABORATOIRE

SOCIETE NATIONALE D'EXPLOITATION DES EAUX DU SENEGAL

Agion de... FRES...
 lieu de prélèvement F4.Bis...
 Date..09/06/93...
 arrivée au Labo : Heure 19.H..

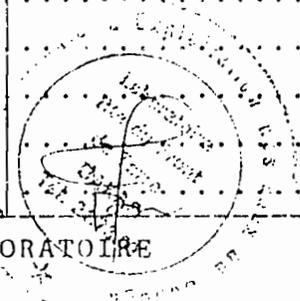
Localité...THLES...
 Jour de prélèvement Date.....
 Heure.....
 Début d'analyse .10/06/93.....
 Fin d'analyse...14/06/93.....

ELEMENTS	TENEURS	INTERPRETATION DES RESULTATS
Température.....		
Turbidité NTU.....		
Resistivité Ohm \cdot Cm.....	1848	Eau dure, bicarbonatée
Conductivité cm.....	541	calcique.....
PH.....	7.02	Présence de fer à
Dureté totale (TH) F (degré français).....	32	signaler !.....
Dureté calcique TH CA.....	18	
Dureté Magnésienne (TH Mg) ".....	14	
Alcalinité simple (TA) ".....	0	
Alcalinité complète (TAC) ".....	36	
Chlorures (Cl) ".....	3	
Bicarbonate (HCO ₃) ⁻ mg/L.....	439	
Carbonate (CO ₃) ".....	0	
Acide carbonique (CO ₂) ".....		
Oxygène dissous (O ₂) ".....		
Fluor (F) ".....	0	
Silice - (SiO ₂) ".....	15	
Matières organiques (Alcalin) ".....		
Matières organiques (Acide) ".....	0	
Sulfate (SO ₄) ".....	0	
Phosphate (PO ₄) ".....	2,2	
Nitrates (NO ₃) ".....	0	
Nitrites (NO ₂) ⁻ ".....	0	
Ammonium (NH ₄) ⁺ ".....	0,1	
Calcium (Ca) ⁺⁺	72	
Magnésium (Mg) ⁺⁺	34	
Manganèse (Mn) ⁺⁺	0	
Fer (Fe).....	0,25	
Aluminium (AL) ⁺⁺⁺	"	
Sodium (Na) ⁺		
Potassium (K) ⁺		
Dureté résiduel (CL).....		
Résidu sec à 110.....	460	

CHIMISTE

Haty N Bou

LECHEFDULABORATOIRE



PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES INFRASTRUCTURES DE FROID DANS LA REGION DE THIES

UNITES	Année de création	Année de démarrage	Nature glace	Capacité (t/j)	Production (t/j)	Zones desservies
Sanghoné Mbaye	1986	1986	Barre	24	24	Autoconsommation
Seneglance à Joal	1988	1991	Barre	25.2	20	Joal, Mbour
Ikagel à Mbour	1990	1990	Paillette	29.6	22.1	Autoconsommation
SSG à Mbour	1972	1972	Barre et concassée	30	30	Joal, Mbour, Saint-Louis
Popec à Mbour	1988	1989	Barre	32.4	32.4	Mbour, Joal, Kayar, Saint - Louis
Centre de mareyage Kayar	1981	1981	Paillette	20	Arrêt 1992	Kayar, Joal, Rufisque
Centre de mareyage Joal	1982	1982	Paillette	20	Arrêt 1992	Kayar, Mbour, Joal, Rufisque

RESULTATS GLOBAUX DE LA PECHE DANS LA REGION DE THIES.

Années	production débarquée (Kg)	Valeur(CFA) commerciale (CFA)	Consommation locale		Mareyage		Réservée à la transformation		Evolution de la production débarquée (%)
			Poids (Kg)	Pourcentage (%)	Poids (Kg)	Pourcentage (%)	Poids (Kg)	Pourcentage (%)	
1983	83823243	5572404610	13357324	15.94	33907312	40.45	40358607	48.15	-
1984	107313697	7100323733	16268571	15.16	35785486	33.35	55259640	51.49	28.02
1985	73101924	5361171685	10404821	14.23	31461769	43.04	31235364	42.73	-31.88
1986	72112585	5525043790	9433484	13.08	37800071	52.42	24879030	34.50	-1.35
1987	117590810	7620300770	15478233	13.16	48874171	41.56	53238396	45.27	63.07
1988	162706500	7953861665	15342515	9.43	72594355	44.62	74769630	45.95	38.37
1989	172988229	14192081023	20111065	11.63	94908944	54.86	57968200	33.51	6.32
1990	167011310	11440351000	16737319	10.02	89698843	53.71	58880313	35.26	-3.46
1991	184329586	14181277993	5860986	3.18	106725235	57.90	70278232	38.13	10.37
1992	210935325	11528937000	27603136	13.09	112204070	53.19	71128119	33.72	14.43
1993	196514305	11713242000	9557093	4.86	124575923	63.39	62381289	31.74	-6.84
1994(trim1)	43907760	2640646275	1395650	3.18	21351010	48.63	21161100	48.19	-

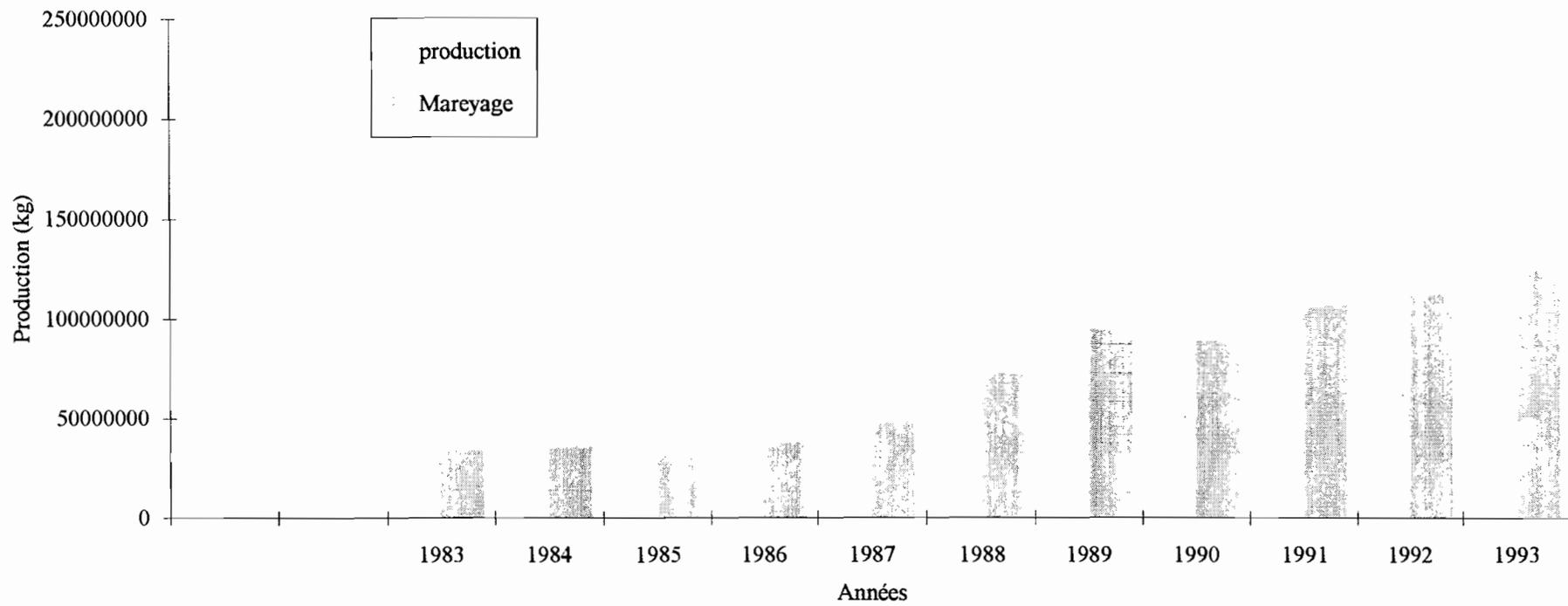
Moyenne de la production débarquée :

146460.4271 Tonnes

Moyenne du mareyage :

74.69481782 Tonnes

EVOLUTION DE LA PRODUCTION DEBARQUEE ET DU MAREYAGE



ANNEXE III.1

TABLE II₁₉ - DIMENSIONS DES TUBES CUIVRE

DIAMETRES		EPAISSEUR DE PAROI mm	POIDS PAR METRE kg	SECTION DE L'ALESAGE mm ²	SURFACE DU TUBE PAR METRE	
EXTERIEUR mm	INTERIEUR mm				EXTERIEUR METRES ²	INTERIEUR METRES ²
13(1/2)	11	1	0,3	95	0,04	0,03
16(5/8)	14	1	0,4	154	0,05	0,04
19(3/4)	17	1	0,5	227	0,06	0,05
22(7/8)	20	1	0,7	314	0,07	0,06
29(1-1/8)	26	1,5	1,0	531	0,09	0,09
35(1-3/8)	32	1,5	1,3	804	0,11	0,11
41(1-5/8)	38	1,5	1,7	1134	0,13	0,12
54(2-1/8)	50	2	2,6	1963	0,17	0,16
67(2-5/8)	63	2	3,7	3117	0,21	0,20
79(3-1/8)	75	2	4,9	4418	0,24	0,24
92(3-5/8)	87	2,5	6,4	5945	0,29	0,27
105(4-1/8)	99	3	8,0	7698	0,33	0,31
130(5-1/8)	124	3	11,3	12076	0,41	0,39
156(6-1/8)	148	4	15,2	17203	0,49	0,47

TABLE II₂₀ - LONGUEURS EQUIVALENTES POUR ROBINETS ET ACCESSOIRES en m.

Sur la base de conduites en tube cuivre avec raccords à brides, évasés ou soudés.

DIAM. EXT. TUBE mm	ROBINET A SOUPAPE ET ROBINET SOLENOIDE	ROBINET D'EQUERRE	COUDE A RAYON COURT	COUDE A GRAND RAYON	TE A PASSAGE DIRECT ET VOYANT	TE DE DERIV.
13(1/2)	21	7,3	1,4	1,0	0,5	2,0
16(5/8)	22	7,6	1,7	1,2	0,7	2,5
19(3/4)	23	7,6	2,0	1,4	0,9	3,0
22(7/8)	24	8,5	2,4	1,6	1,1	3,7
29(1-1/8)	27	8,8	0,8	0,6	0,8	2,4
35(1-3/8)	31	10,1	1,0	0,7	0,8	3,0
41(1-5/8)	35	10,4	1,2	0,8	0,9	3,7
54(2-1/8)	43	11,9	1,6	1,0	1,2	4,9
67(2-5/8)	48	13,4	2,0	1,3	1,4	6,1
79(3-1/8)	56	16,2	2,4	1,6	1,6	7,3
92(3-5/8)	66	20,1	3,0	1,9	2,0	9,1
105(4-1/8)	76	23,1	3,7	2,2	2,2	10,7
130(5-1/8)	89	29,3	4,3	2,7	2,4	12,8
156(6-1/8)	105	36,3	5,2	3,0	2,8	15,2

TABLE II₂₁ - FACTEURS DE CORRECTION DE PUISSANCE POUR CONDUITES D'ASPIRATION, R. 22

Applicables à la Table II₂₂

MP. (°C)	TEMPERATURE D'ASPIRATION °C																
	-35	-32	-29	-26	-23	-20	-18	-15	-12	-9	-7	-4	-1	+2	+4	+7	+10
29	2,13	2,00	1,87	1,75	1,65	1,56	1,45	1,37	1,28	1,20	1,13	1,07	1,02	0,96	0,91	0,87	0,84
2	2,19	2,05	1,92	1,80	1,69	1,60	1,49	1,41	1,31	1,23	1,16	1,09	1,04	0,99	0,93	0,89	0,86
5	2,25	2,11	1,97	1,84	1,73	1,64	1,53	1,44	1,35	1,26	1,19	1,12	1,06	1,01	0,95	0,91	0,88
38	2,31	2,17	2,02	1,89	1,78	1,68	1,56	1,48	1,38	1,30	1,22	1,15	1,09	1,04	0,98	0,94	0,90
41	2,38	2,22	2,08	1,94	1,83	1,73	1,61	1,52	1,42	1,33	1,25	1,18	1,12	1,06	1,00	0,96	0,92
3	2,45	2,29	2,14	2,00	1,88	1,78	1,65	1,56	1,46	1,37	1,29	1,21	1,15	1,09	1,03	0,98	0,94
6	2,52	2,36	2,21	2,06	1,94	1,83	1,70	1,61	1,50	1,41	1,32	1,25	1,18	1,12	1,06	1,01	0,97
49	2,61	2,44	2,28	2,13	2,00	1,88	1,75	1,66	1,55	1,45	1,36	1,28	1,22	1,15	1,09	1,04	1,00
52	2,70	2,53	2,36	2,20	2,07	1,95	1,81	1,71	1,60	1,50	1,41	1,33	1,26	1,19	1,12	1,07	1,03
4	2,79	2,61	2,44	2,28	2,14	2,01	1,87	1,77	1,65	1,54	1,45	1,37	1,29	1,23	1,15	1,11	1,06
7	2,91	2,72	2,54	2,37	2,22	2,09	1,94	1,83	1,71	1,60	1,50	1,41	1,34	1,27	1,19	1,15	1,09
60	3,02	2,83	2,63	2,46	2,31	2,17	2,02	1,90	1,77	1,66	1,56	1,46	1,39	1,31	1,24	1,18	1,13
63	3,16	2,95	2,75	2,56	2,40	2,26	2,10	1,98	1,84	1,73	1,62	1,52	1,44	1,37	1,28	1,23	1,17

ANNEXE III.1 (suite)

TABLE II₁₈ - PUISSANCES POUR CONDUITE LIQUIDE (REFRIGERANT 22) ALLANT DU CONDENSEUR A L'EVAPORATEUR

En kW. Pour 40°C saturé de température de condensation et 4°C saturé de température d'évaporation.

Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table II₁₇

LONGUEUR EQUIVALENTE EN m	PRESSION TOTALE EN kPa	DIAMETRE DU TUBE EN mm ET POUCE																			
		10		12		16		22		30		41		54		70		92		105	
		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	1 1/8"	1 3/8"	1 1/2"	1 7/8"	2 1/8"	2 3/8"	2 7/8"	3 1/8"	3 5/8"	4 1/8"	4 1/2"	4 7/8"	5 1/4"	5 7/8"	
5	2.5	4.75	10.99	20.80	34.47	55.57	108.48	190.72	303.16	624.17	1084.86	1753.81	2749.30	3596.38							
	7.5	6.96	16.09	30.46	50.47	81.36	154.83	278.50	443.86	913.83	1688.33	2647.43	3596.38	4728.41							
	10	10.18	23.54	44.59	73.89	119.12	232.54	407.74	649.85	1337.80	2326.45	3758.84	5893.25	7709.01							
	20	14.91	34.18	66.78	108.19	174.41	348.46	608.97	951.43	1868.84	3404.85	5603.41	8628.27	11286.85							
	30	18.83	43.10	81.80	135.27	217.99	428.51	766.11	1189.13	2448.21	4258.23	6878.31	10783.80	14105.37							
	40	21.83	50.49	98.89	158.40	258.24	498.46	874.01	1367.98	2867.91	4984.70	8057.46	12637.46	16574.82							
50	24.88	57.09	108.07	179.08	288.88	543.54	988.14	1574.87	3242.40	5636.68	9109.59	14281.98	18887.37								
10	2.5	3.74	7.51	14.21	23.55	37.96	74.10	129.97	207.07	426.37	740.88	1187.75	1877.83	2456.40							
	7.5	4.75	10.99	20.80	34.47	55.57	108.48	190.72	303.16	624.17	1084.86	1753.81	2749.30	3596.38							
	10	6.96	16.09	30.46	50.47	81.36	154.83	278.50	443.86	913.83	1688.33	2647.43	3596.38	4728.41							
	20	10.18	23.54	44.59	73.89	119.12	232.54	407.74	649.85	1337.80	2326.45	3758.84	5893.25	7709.01							
	30	12.73	29.44	55.73	92.36	148.88	280.63	508.61	817.20	1672.18	2998.41	4698.03	7385.55	9634.93							
	40	13.95	32.05	60.87	100.53	162.04	314.76	564.70	864.08	1820.13	3183.57	5113.71	8017.28	10487.44							
50	14.91	34.49	65.29	108.19	174.41	340.46	608.97	951.43	1968.84	3404.85	5503.41	8428.27	11286.85								
50	18.84	38.99	73.81	122.31	197.18	384.91	674.92	1075.87	2214.82	3849.27	6272.03	9784.88	12780.44								
15	2.5	2.87	6.64	12.57	20.83	33.57	66.54	114.97	183.15	377.08	655.40	1059.41	1660.84	2172.80							
	7.5	4.70	9.72	18.40	30.49	49.15	95.95	168.25	268.15	552.08	950.54	1551.07	2431.78	3181.01							
	10	6.15	14.23	26.94	44.64	71.97	140.48	244.33	387.58	808.29	1404.88	2270.70	3540.31	4687.27							
	20	9.01	20.84	39.44	65.36	106.36	208.88	380.85	624.78	1283.40	2264.84	3324.79	5212.60	6818.64							
	30	11.26	26.04	49.20	81.89	121.80	257.08	450.75	778.28	1479.08	2570.73	4155.42	6514.85	8572.13							
	40	12.75	28.35	53.64	88.87	143.34	279.81	490.63	791.95	1609.81	2798.17	4523.08	7091.79	9276.18							
50	13.19	30.51	67.75	95.89	154.25	301.13	538.07	841.54	1732.80	3011.43	4847.28	7311.69	9883.08								
50	14.91	34.49	65.29	108.19	174.41	340.46	608.97	951.43	1968.84	3404.85	5503.41	8428.27	11286.85								
20	2.5	3.80	8.79	16.65	27.58	44.46	86.80	152.70	247.56	499.40	888.01	1403.08	2199.74	2877.50							
	7.5	5.57	12.87	24.37	40.38	65.10	127.08	222.83	355.14	731.17	1270.84	2054.23	3270.61	4212.81							
	10	6.15	14.23	26.94	44.64	71.97	140.48	244.33	387.58	808.29	1404.88	2270.70	3540.31	4687.27							
	20	9.01	20.84	39.44	65.36	106.36	208.88	380.85	624.78	1283.40	2264.84	3324.79	5212.60	6818.64							
	30	11.26	26.04	49.20	81.89	121.80	257.08	450.75	778.28	1479.08	2570.73	4155.42	6514.85	8572.13							
	40	12.75	28.35	53.64	88.87	143.34	279.81	490.63	791.95	1609.81	2798.17	4523.08	7091.79	9276.18							
50	13.19	30.51	67.75	95.89	154.25	301.13	538.07	841.54	1732.80	3011.43	4847.28	7311.69	9883.08								
50	14.91	34.49	65.29	108.19	174.41	340.46	608.97	951.43	1968.84	3404.85	5503.41	8428.27	11286.85								
30	2.5	3.80	8.79	16.65	27.58	44.46	86.80	152.70	247.56	499.40	888.01	1403.08	2199.74	2877.50							
	7.5	5.57	12.87	24.37	40.38	65.10	127.08	222.83	355.14	731.17	1270.84	2054.23	3270.61	4212.81							
	10	6.15	14.23	26.94	44.64	71.97	140.48	244.33	387.58	808.29	1404.88	2270.70	3540.31	4687.27							
	20	9.01	20.84	39.44	65.36	106.36	208.88	380.85	624.78	1283.40	2264.84	3324.79	5212.60	6818.64							
	30	11.26	26.04	49.20	81.89	121.80	257.08	450.75	778.28	1479.08	2570.73	4155.42	6514.85	8572.13							
	40	12.75	28.35	53.64	88.87	143.34	279.81	490.63	791.95	1609.81	2798.17	4523.08	7091.79	9276.18							
50	13.19	30.51	67.75	95.89	154.25	301.13	538.07	841.54	1732.80	3011.43	4847.28	7311.69	9883.08								
50	14.91	34.49	65.29	108.19	174.41	340.46	608.97	951.43	1968.84	3404.85	5503.41	8428.27	11286.85								
40	2.5	3.74	7.51	14.21	23.55	37.96	74.10	129.97	207.07	426.37	740.88	1187.75	1877.83	2456.40							
	7.5	4.75	10.99	20.80	34.47	55.57	108.48	190.72	303.16	624.17	1084.86	1753.81	2749.30	3596.38							
	10	6.96	16.09	30.46	50.47	81.36	154.83	278.50	443.86	913.83	1688.33	2647.43	3596.38	4728.41							
	20	10.18	23.54	44.59	73.89	119.12	232.54	407.74	649.85	1337.80	2326.45	3758.84	5893.25	7709.01							
	30	12.73	29.44	55.73	92.36	148.88	280.63	508.61	817.20	1672.18	2998.41	4698.03	7385.55	9634.93							
	40	13.95	32.05	60.87	100.53	162.04	314.76	564.70	864.08	1820.13	3183.57	5113.71	8017.28	10487.44							
50	14.91	34.49	65.29	108.19	174.41	340.46	608.97	951.43	1968.84	3404.85	5503.41	8428.27	11286.85								
50	2.5	2.87	6.64	12.57	20.83	33.57	66.54	114.97	183.15	377.08	655.40	1059.41	1660.84	2172.80							
	7.5	4.70	9.72	18.40	30.49	49.15	95.95	168.25	268.15	552.08	950.54	1551.07	2431.78	3181.01							
	10	6.15	14.23	26.94	44.64	71.97	140.48	244.33	387.58	808.29	1404.88	2270.70	3540.31	4687.27							
	20	9.01	20.84	39.44	65.36	106.36	208.88	380.85	624.78	1283.40	2264.84	3324.79	5212.60	6818.64							
	30	11.26	26.04	49.20	81.89	121.80	257.08	450.75	778.28	1479.08	2570.73	4155.42	6514.85	8572.13							
	40	12.75	28.35	53.64	88.87	143.34	279.81	490.63	791.95	1609.81	2798.17	4523.08	7091.79	9276.18							
50	13.19	30.51	67.75	95.89	154.25	301.13	538.07	841.54	1732.80	3011.43	4847.28	7311.69	9883.08								
50	14.91	34.49	65.29	108.19	174.41	340.46	608.97	951.43	1968.84	3404.85	5503.41	8428.27	11286.85								
60	2.5	3.80	8.79	16.65	27.58	44.46	86.80	152.70	247.56	499.40	888.01	1403.08	2199.74	2877.50							
	7.5	5.57	12.87	24.37	40.38	65.10	127.08	222.83	355.14	731.17	1270.84	2054.23	3270.61	4212.81							
	10	6.15	14.23	26.94	44.64	71.97	140.48														

ANNEXE III.1 (suite)

TABLE II₂₂ - PUISSANCES POUR CONDUITE DE GAZ D'ASPIRATION (REFRIGERANT 22) ALLANT DE L'EVAPORATEUR AU COMPRESSEUR

En kW. Pour 40°C saturé de température de condensation et 7°C saturé de température d'évaporation.
Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table II₂₁

LONGUEUR EQUIVALENTE EN m	PRESSION TOTALE EN MPa	DIAMETRE DU TUBE EN mm ET POUCES																		
		13	16	19	22	25	28	32	35	41	44	47	50	57	62	70	78	82	105	130
250	2.50	1.17	5.78	3.4	7.78	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178	1.178
	5	2.61	4.70	8.27	17.43	25.89	44.88	70.93	147.87	261.09	411.38	613.67	861.81	1575.27						
	10	5.59	10.27	17.73	27.07	85.07	98.14	183.04	316.21	669.87	881.74	1315.22	1846.91	2326.33						
	20	8.19	15.03	26.36	29.83	80.83	140.76	272.80	462.96	818.40	1290.96	1925.60	2704.03	4843.73						
	30	10.24	16.78	32.46	48.53	100.77	175.83	278.21	478.62	824.11	1243.46	1846.86	2378.57	4178.81						

NOTE: LES VALEURS INDICÉES DANS LES ZONES OMBRÉES SONT SEULEMENT POUR INFORMATION ET NE DOIVENT PAS ÊTRE UTILISÉES

ANNEXE III.1 (suite)

TABLE II₂₅ - PUISSANCES POUR CONDUITE DE GAZ CHAUD DE REFOULEMENT (REFRIGERANT 22) ALLANT DU COMPRESSEUR AU CONDENSEUR

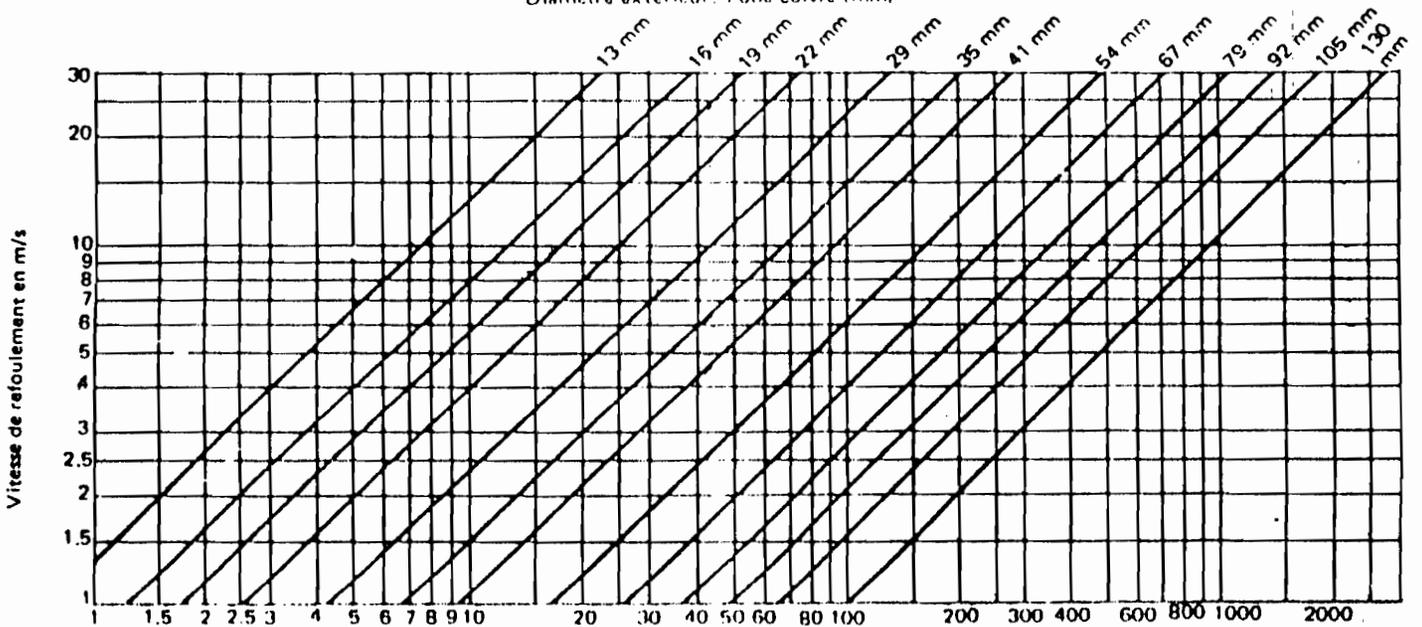
En kW. Pour 40°C saturé de température de condensation et 4°C saturé de température d'évaporation.
Pour d'autres conditions utiliser le facteur de correction de la Table II₂₄

LONGUEUR EQUIVALENTE EN m	PRESSION TOTALE EN MPa	DIAMETRE DU TUBE EN mm ET POUCHES														
		12	18	18	22	29	35	41	51	67	79	82	106	130		
		1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1 1/8"	1 3/8"	1 5/8"	2 1/8"	2 3/8"	3 1/8"	3 5/8"	4 1/8"	5 1/8"		
5	5	3,91	8,96	12,18	18,70	38,79	87,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	10	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	20	9,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	30	10,48	18,83	32,83	50,10	102,59	179,81	279,78	584,07	1037,86	1632,14	2438,84	3382,80	6190,33		
	40	11,40	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
10	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		
15	5	8,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	10	9,48	16,86	29,81	45,32	92,80	162,38	253,09	538,24	939,57	1478,41	2204,08	3088,81	5699,89		
	20	11,38	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
	30	12,27	21,83	38,22	58,06	120,18	210,29	327,78	684,18	1218,43	1911,84	2864,24	3874,08	6738,76		
	40	13,88	24,68	43,21	66,26	136,87	237,75	370,84	773,84	1374,14	2181,80	3228,84	4483,01	8188,42		
20	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		
25	5	8,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	10	9,48	16,86	29,81	45,32	92,80	162,38	253,09	538,24	939,57	1478,41	2204,08	3088,81	5699,89		
	20	11,38	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
	30	12,27	21,83	38,22	58,06	120,18	210,29	327,78	684,18	1218,43	1911,84	2864,24	3874,08	6738,76		
	40	13,88	24,68	43,21	66,26	136,87	237,75	370,84	773,84	1374,14	2181,80	3228,84	4483,01	8188,42		
30	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		
40	5	8,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	10	9,48	16,86	29,81	45,32	92,80	162,38	253,09	538,24	939,57	1478,41	2204,08	3088,81	5699,89		
	20	11,38	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
	30	12,27	21,83	38,22	58,06	120,18	210,29	327,78	684,18	1218,43	1911,84	2864,24	3874,08	6738,76		
	40	13,88	24,68	43,21	66,26	136,87	237,75	370,84	773,84	1374,14	2181,80	3228,84	4483,01	8188,42		
50	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		
60	5	8,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	10	9,48	16,86	29,81	45,32	92,80	162,38	253,09	538,24	939,57	1478,41	2204,08	3088,81	5699,89		
	20	11,38	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
	30	12,27	21,83	38,22	58,06	120,18	210,29	327,78	684,18	1218,43	1911,84	2864,24	3874,08	6738,76		
	40	13,88	24,68	43,21	66,26	136,87	237,75	370,84	773,84	1374,14	2181,80	3228,84	4483,01	8188,42		
70	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		
80	5	8,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	10	9,48	16,86	29,81	45,32	92,80	162,38	253,09	538,24	939,57	1478,41	2204,08	3088,81	5699,89		
	20	11,38	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
	30	12,27	21,83	38,22	58,06	120,18	210,29	327,78	684,18	1218,43	1911,84	2864,24	3874,08	6738,76		
	40	13,88	24,68	43,21	66,26	136,87	237,75	370,84	773,84	1374,14	2181,80	3228,84	4483,01	8188,42		
90	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		
100	5	8,38	14,91	26,11	40,09	87,08	143,63	223,86	467,32	830,18	1306,89	1949,80	2714,38	4862,84		
	10	9,48	16,86	29,81	45,32	92,80	162,38	253,09	538,24	939,57	1478,41	2204,08	3088,81	5699,89		
	20	11,38	20,78	35,51	54,53	111,87	186,40	304,54	638,75	1129,27	1778,86	2683,13	3882,87	6738,76		
	30	12,27	21,83	38,22	58,06	120,18	210,29	327,78	684,18	1218,43	1911,84	2864,24	3874,08	6738,76		
	40	13,88	24,68	43,21	66,26	136,87	237,75	370,84	773,84	1374,14	2181,80	3228,84	4483,01	8188,42		
120	5	2,67	4,75	8,32	12,77	26,15	45,77	71,33	148,81	264,52	416,11	621,19	864,91	1578,21		
	10	3,81	6,96	12,18	18,70	38,79	67,01	104,43	218,01	387,29	608,22	908,47	1286,30	2310,83		
	20	5,73	10,18	17,83	27,38	58,06	98,10	152,90	319,19	567,97	891,96	1331,86	1883,97	3382,86		
	30	7,18	12,73	22,28	34,22	70,07	122,61	191,10	398,93	709,88	1114,78	1684,21	2317,15	4228,12		
	40	7,79	13,85	24,26	37,25	76,27	133,46	208,01	434,23	771,38	1213,42	1811,48	2522,17	4602,27		

NOTE: LES VALEURS INDIQUEES DANS LES ZONES OMBREES SONT SEULEMENT POUR INFORMATION ET NE DOIVENT PAS ETRE UTILISEES

ANNEXE III.1 (suite)

DIAGRAMME II 33 VITESSES DE REFOULEMENT DU FLUIDE GAZEUX R-22
Diamètre extérieur, Tube cuivre (mm)



Puissance en kW, pour une température d'aspiration de 4°C et une température de condensation de 40°C
Pour d'autres conditions de température, appliquer les facteurs de correction de la Table 16-11.

TABLE II 26 - FACTEURS DE CORRECTION DES VITESSES DE REFOULEMENT DU FLUIDE GAZEUX, R-22
Applicables au Diagramme II 33

TEMP. COND. °C	TEMPERATURE D'ASPIRATION SATURÉE °C																
	-34	-32	-29	-26	-23	-21	-18	-15	-12	-9	-7	-4	-1	+2	+4	+7	+10
29	1,70	1,64	1,59	1,54	1,49	1,46	1,42	1,38	1,35	1,31	1,28	1,26	1,23	1,21	1,18	1,17	1,16
32	1,63	1,58	1,52	1,48	1,44	1,40	1,36	1,32	1,29	1,26	1,23	1,20	1,18	1,16	1,13	1,12	1,10
35	1,57	1,51	1,47	1,42	1,38	1,34	1,30	1,27	1,24	1,21	1,18	1,15	1,13	1,10	1,08	1,07	1,05
38	1,52	1,46	1,42	1,37	1,33	1,29	1,26	1,22	1,19	1,16	1,13	1,11	1,08	1,06	1,04	1,02	1,01
41	1,47	1,42	1,37	1,33	1,29	1,25	1,21	1,18	1,15	1,12	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,97
43		1,37	1,33	1,29	1,25	1,21	1,17	1,14	1,11	1,08	1,05	1,03	1,01	0,98	0,96	0,95	0,93
46			1,29	1,25	1,21	1,17	1,14	1,10	1,08	1,05	1,02	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,90
49			1,26	1,22	1,18	1,14	1,11	1,07	1,05	1,02	0,99	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87
52			1,24	1,19	1,16	1,12	1,08	1,05	1,02	0,99	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,86	0,85
54				1,17	1,13	1,09	1,05	1,02	0,99	0,97	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84	0,82
57				1,15	1,11	1,07	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,83	0,82	0,81
60					1,09	1,05	1,01	0,98	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85	0,83	0,82	0,80	0,79
63						1,04	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,86	0,84	0,82	0,80	0,79	0,78

ANNEXE 4.2



FABRIQUE DE GLACE EN MOULEAUX

. Groupe frigorifique avec condenseur à eau

Classe : Appareil 101 ensemble

C.P.T. 101 n° 02/04 date 15.06.84

Annule et remplace celle du 30.12.81 n° 02

Fluides : /

C.P.T.

LES PUISSANCES ET DEBITS INDICUES SONT UNITAIRES

Tension d'alimentation : 380 V/3/50 Hz

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

MODELE	GROUPE FRIGORIFIQUE				CIRCUIT SAUMURE						
	Nb	DESIGNATION	PUISSANCE		POMPE BAC			AGITATEUR			
			Mot. Kw	Frigo. Kw	Nb	DEBIT m3/h	HM mCL	PUIS. Kw	Nb	DEBIT m3/h	PUIS. Kw
FGM 8	1	04.22.ROB.07.3.09	30	54.10	1	26.9	12	1.5	1	300	1.1
FGM 12	1	06.22.ROB.09.3.13	45	81.40	1	40.5	14	3.0	1	300	1.1
FGM 16	1	08.22.ROB.13.3.17	55	107.20	1	53.4	14	3.0	1	500	1.5
FGM 24	1	12.22.ROB.10.3.24	90	161.40	1	80.3	11	4.0	1	500	1.5
FGM 32	1	16.22.ROB.14.3.33	110	213.70	1	106.4	12	5.5	1	750	2.2

MODELE	CIRCUIT EAU DE CONDENSATION									EAU DE FABRICATION	
	POMPE				TOUR					VOLUME	
	Nb	DEBIT m3/h	HM mCE	PUISSANCE MOTEUR Kw	Nb	PUISSANCE CALORIF. Kw	Nb	DEBIT m3/s	PUIS. Kw	1 Rang dm3	JOUR m3
FGM 8	1	16.6	15	1.1	1	77.00	1	3.11	1.8	210	8.90
FGM 12	1	24.8	14	1.5	1	115.10	1	5.00	2.2	210	13.10
FGM 16	1	32.6	14	2.2	1	151.50	1	4.84	2.2	315	17.00
FGM 24	1	50.0	14	3.0	1	232.60	1	8.29	4.0	315	25.20
FGM 32	1	65.0	14	4.0	1	302.30	1	9.67	5.5	472	34.00

ESTIMATION FINANCIERE DES COÛTS DE CONSTRUCTION

Equipements	superficie	Prix/m2(HTVA)	Prix total
	(m2)	(FCFA)	(FCFA)
Fabrique	150	72321	10848150
salle machine	39	72321	2820519
Chambre de stockage	75	250000	18750000
Batiment administratif	80	115714	9257120
poste de gardiennage	6.25	65089	406806
poste de transformateur (standard SENELEC)			27857143
Clôture et portail(160m linéaire)			4594286
Voierie et réseau divers			3008119
TOTAL :			77542143

LES RECETTES PRÉVISIONNELLES

A° / LA FABRIQUE DE GLACE

L'unité de production sera supposée fonctionner 300 jours par an.

Capacité de production..... 20 tonnes/jour.

Pertes sur Production..... 5%

Production annuelle

	Théorique	Réelle
	(tonnes)	
1ere année	2250	2137.5
2eme année	4500	4275
3eme année	5100	4845
4eme année	6000	5700

Vente de glace

Nous travaillons dans le rapport 80/20 ; c'est à dire que 80% de la production seront broyées et vendue dans des bacs de 40 Kg. Ce sont les 20% restants qui seront vendues sous forme de barre. Rappelons que lorsque l'on transforme la glace en barre sous forme concassée, on perd environ 15% du poids initial.

	barres de 25 Kg	bacs de 40 Kg en paillette
	Nombres	
1ere année	17.100	36.337
2eme année	34.200	72.675
3eme année	38.760	82.365
4eme année	45.600	96.900

Prix de ventes

600 FCFA la barre de 25 Kg et 1000 FCFA le bac de 40 Kg.

Recettes annuelles

1ere année:	46.597.000 FCFA (6 mois d'activités)
2eme année:	93.195.000 FCFA
3eme année:	105.621.000 FCFA
4eme année:	124.260.000 FCFA

B°/LA LOCATION DE LA CHAMBRE FROIDE.

L'une des activités de la fabrique sera la location de la chambre de stockage à des mareyeurs de la région pour la conservation de poisson.

L'unité dispose d'une chambre froide de 187.5 m³. Compte tenu de l'autonomie que nous désirons pour notre usine, 100 m³ serviront pour le stockage de la glace et les 87.5 m³ seront loués.

Prix de la location.

5000 FCFA par semaine (6 jours) pour 1 tonne de poisson y compris la manutention.

Total annuel.....5000 * 87.5 * 50 = 21.875.000 FCFA

RECETTES TOTALES:

1ere année :	57.535.000 FCFA (6 mois)
2eme année :	115.070.000 FCFA
3eme année :	127.496.000 FCFA
4eme année :	146.135.000 FCFA

LES CHARGES PRÉVISIONNELLES

A° / MATIERES ET FOURNITURES

1° / Électricité.

Puissance maximale appelée.....	100.02 Kw	
Puissance moyenne consommée.....	1994.95 Kwh	
Puissance moyenne consommée en heures de pointe.....	0.15 * 1994.95 = 299.24 Kwh	
Puissance moyenne consommée en heures hors pointe.....	0.85 * 1994.85 = 1695.71 Kwh	
Prime fixe annuelle.....	7.328.857,5 FCFA	
(6106.16 * 100.02 * 12)		
Consommation heures de pointe.....	5.946.497,3 FCFA	
(66.24 * 299.24 * 300)		
Consommation heures hors pointe.....	23.344.839,6 FCFA	
(45.89 * 1695.71 * 300)		
Total annuel partiel.....	36.620.194,4 FCFA	
TVA (7%).....	2.563.413,6 FCFA	
TOTAL ANNUEL.....	39.183.608 FCFA	

2° / EAU.

Consommation journalière(en m³/j)

1 ere année :	17
2 eme année :	17
3 eme année :	19
4 eme année :	22
Coût du m ³ TTC.....	519.94 FCFA
TOTAL ANNUEL	
1 ere année :	1.325.847 FCFA
2 eme année :	2.651.694 FCFA

3 eme année : 2.963.658 FCFA

4 eme année : 3.431.604 FCFA

3°/ Carburants.

** Le véhicule frigorifique qui fera l'axe Thiès-Fass Boye est supposé parcourir 180 Km par jour.

** Le véhicule qui fera l'axe Thiès-Kayar-Joal sera supposé parcourir 245 Km par jour.

Consommation du véhicule.....	0.13 l/Km
Prix du carburant.....	300 Fcfa le litre.

TOTAL ANNUEL.....	4.972.500 FCFA
--------------------------	-----------------------

AUTRES MATIERES ET FOURNITURES.

Les matières et fournitures diverses peuvent être estimées à 1.129.570 FCFA par an.

TOTAL MATIERES ET FOURNITURES

(1ere année).....	23.968.686	FCFA
(2eme année).....	47.937.372	FCFA
(3eme année).....	48.249.336	FCFA
(4eme année).....	48.717.282	FCFA

B°/ SERVICES CONSOMMES

Téléphone et Postes.....	1.500.000	FCFA
Entretien et réparation.....	3.000.000	FCFA
TOTAL ANNUEL.....	4.500.000	FCFA

C°/ FRAIS DE PERSONNEL

	salaires mensuels (FCFA)		
	1e et 2e année	2eme année	4eme année
1 Gérant	150.000	175.000	200.000
1 Technicien frigoriste	100.000	125.000	125.000
1 Ouvrier spécialisé			65.000
2 Chauffeurs	140.000	140.000	140.000
1 gardien	55.000	55.000	55.000
2 temporaires			110.000

Charges sociales (30%)

TOTAL FRAIS PERSONNEL

1ere année : 3.471.000 FCFA
 2eme année : 6.942.000 FCFA
 3eme année : 7.722.000 FCFA
 4eme année : 10.270.000 FCFA

D°/ IMPÔTS ET TAXES

L'impôt BIC sera payé à concurrence de 35% du bénéfice brut.
 Une provision de 1.000.000 FCFA sera constituée pour les
 impôts et taxes diverses de manière constante.

Tableau des annuités

Libellés	Montants	Durée	Annuités
Frais d'études et de création	3000000	3	1000000
Frais de construction -génie civil	77542143	20	3877107.15
Matériel de production	90656000	10	9065600
matériel roulant	30000000	5	6000000
Equipements	36584101	5	7316820.2
matériel de bureau	3500000	3	1166666.667

Tableau des amortissements annuels

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Libellés										
Frais d'études et de création	500000	1000000	1000000	500000						
Frais de construction -génie civil	1938553.553	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15
Matériel de production	4532800	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600
matériel roulant	3000000	6000000	6000000	6000000	6000000	3000000				
Equipements	3658410.1	7316820.2	7316820.2	7316820.2	7316820.2	3658410.1				
matériel de bureau	583333.33	1166666.667	1166666.667	583333.33						
Total des amortissements :	14213096.98	28426194.02	28426194.02	27342860.68	26259527.35	19601117.25	12942707.15	12942707.15	12942707.15	12942707.2

Tableau du fond de roulement (en francs constants)

Années	Hypothèses	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	(mois)										
LIQUIDITES											
Salaires	2	1157000	1157000	1287000	1711667	1711667	1711667	1711667	1711667	1711667	1711667
Aut Ser Cons	1	375000	375000	375000	375000	375000	375000	375000	375000	375000	375000
EFFET A RECEVOIR											
Clients	30 jours	7671333	7671333	8499733	8524542	8524542	8524542	8524542	8524542	8524542	8524542
ACTIFS CIRCULANTS		9203333	9203333	10161733	10611209	10611209	10611209	10611209	10611209	10611209	10611209
EFFETS A PAYER											
Electricité	2	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33	6530601.33
Eau	2	441949	441949	493943	571934	571934	571934	571934	571934	571934	571934
PASSIFS CIRCULANTS		6972550.33	6972550.33	7024544.33	7102535.33	7102535.33	7102535.33	7102535.33	7102535.33	7102535.33	7102535.33
BESOIN EN FOND DE ROULEMENT		2230782.67	2230782.67	3137188.67	3508673.67						
VARIATION DU B.F.R		2230782.67	0	906406	371485	0	0	0	0	0	0
Ratio (B.F.R/CA)		0.03877262	0.01028631	0.024606172	0.04811	0.024009811	0.024009811	0.024009811	0.024009811	0.024009811	0.024009811

TABLEAU DES FLUX FINANCIERS EN FRANCS CONSTANTS

DESIGNATIONS	ANNÉES									
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
INVESTISSEMENTS ET RENOUVELLEMENTS										
Frais d'étude et de création	3000000									
Frais de construction -génie civil	77542143									
Matériel de production	90656000									
matériel roulant	30000000					30000000				
Equipements	36584101					36584101				
matériel de bureau	3500000			3500000			3500000			3500000
Fonds de roulement	2230782.67									
CHARGES D'EXPLOITATION										
Frais de personnel	3471000	6942000	7722000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000
Matières et fournitures consommées	23968686	47937372	48249336	48717282	48717282	48717282	48717282	48717282	48717282	48717282
TOTAL CHARGES	270952712.7	54879372	55971336	62487282	58987282	125571383	62487282	58987282	58987282	62487282
RECETTES										
Ventes	57535000	115070000	127496000	146135000	146135000	146135000	146135000	146135000	146135000	146135000
FLUX FINANCIER NET	-213417712.7	60190628	71524664	83647718	87147718	20563617	83647718	87147718	87147718	83647718
CUMUL DES FLUX	-213417712.7	-153227084.7	-81702420.67	1945297.33	89093015.33	109656632.3	193304350.3	280452068.3	367599786.3	451247504.3

COMPTES D'EXPLOITATION PREVISIONNELS (Capacité Maximum d'Autofinancement)

Désignations	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Matières et fournitures consommées	23968686	47937372	48249336	48717282	48717282	48717282	48717282	48717282	48717282	48717282
Autres services consommés	2250000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000	4500000
Frais personnel	3471000	6942000	7722000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000
Frais financiers	22159685.46	22159685.46	22159685.46	17727748.37	13295811.27	8863874.183	4431937.091	0	0	0
Ammortissement	14213096.98	28426194.02	28426194.02	27342860.68	26259527.35	19601117.25	12942707.15	12942707.15	12942707.15	12942707.15
Impôts et taxes	500000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
TOTAL CHARGES	66562468.44	110965251.5	112057215.5	109557891.1	104042620.6	92952273.43	81861926.24	77429989.15	77429989.15	77429989.15
CHIFFRES D'AFFAIRE	57535000	115070000	127496000	146135000						
Résultat brut	-9027468.44	4104748.52	15438784.52	36577108.95	42092379.38	53182726.57	64273073.76	68705010.85	68705010.85	68705010.85
Impôts	0	1436661.982	5403574.582	12801988.13	14732332.78	18613954.3	22495575.82	24046753.8	24046753.8	24046753.8
Résultat net	-9027468.44	2668086.538	10035209.94	23775120.82	27360046.6	34568772.27	41777497.94	44658257.05	44658257.05	44658257.05
Cash Flow net (CAF)	5185628.54	31094280.56	38461403.96	51117981.5	53619573.95	54169889.52	54720205.09	57600964.2	57600964.2	57600964.2
(résultat net + amortissement)										
Cumuls	5185628.54	36279909.1	74741313.06	125859294.6	179478868.5	233648758	288368963.1	345969927.3	403570891.5	461171855.7

Cash Flow net = Capacité Maximum d'autofinancement (CAF) = Résultats net + Amortissement.

TRESORERIE PREVISIONNELLE SUR 10 ans

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cash Flow net (CAF)	5185628.54	31094280.56	38461403.96	51117981.5	53619573.95	54169889.52	54720205.09	57600964.2	57600964.2	57600964.2
Emprunts	170459118.9									
Fonds propres	73053908.1									
TOTAL RESSOURCES	248698655.5	31094280.56	38461403.96	51117981.5	53619573.95	54169889.52	54720205.09	57600964.2	57600964.2	57600964.2
Remboursement emprunts			34091823.78	34091823.78	34091823.78	34091823.78	34091823.78			
Immobilisation +Renouvellement	241282244			3500000		66584101	3500000			3500000
F. D. R	2230782.67	0	906406	371485	0	0	0	0	0	0
TOTAL EMPLOIS	243513026.7	0	34998229.78	37963308.78	34091823.78	100675924.8	37591823.78	0	0	0
FLUX NET DE TRESORERIE	5185628.87	31094280.56	3463174.18	13154672.72	19527750.17	-46506035.26	17128381.31	57600964.2	57600964.2	57600964.2
CUMULS	5185628.87	36279909.43	39743083.61	52897756.33	72425506.5	25919471.24	43047852.55	100648816.8	158249781	215850745.2

EVOLUTION DES RATIOS DE RENTABILITE

Taux de rentabilité financière : R1= résultat net / capitaux propres

Couverture du service de la dette : R2 = recette de trésorerie / remboursement

taux de profitabilité : R3 = résultat brut / chiffre d'affaire

taux de rentabilité économique: R4 = résultat net / capitaux investis

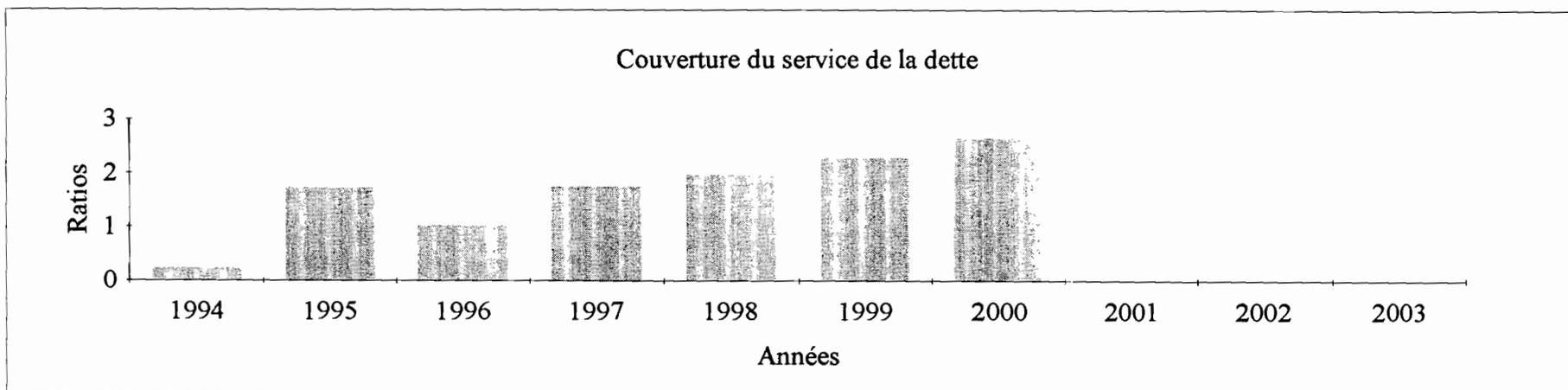
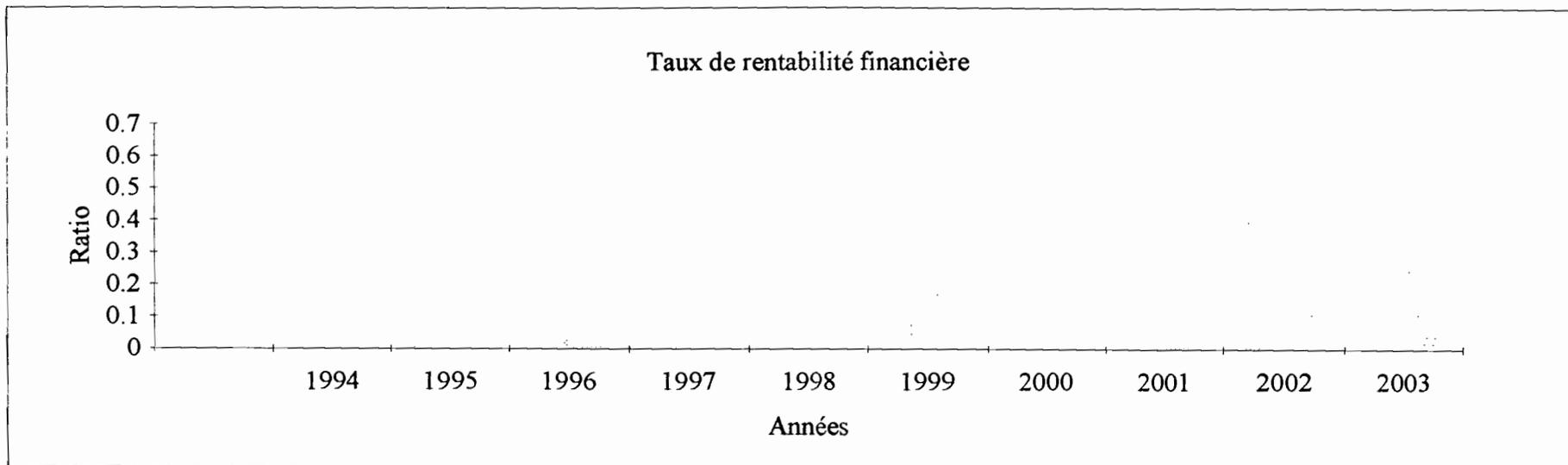
Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Capitaux investis	243513027	243513027	243513027	243513027	243513027	243513027	243513027	243513027	243513027	243513027
Capitaux propres	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1	73053908.1
Recettes de trésorerie	5185628.54	38204062.2	57344457.86	90106481.66	92960874.1	97538196.1	102115518.1	104996277.2	104996277.2	104996277.2
Remboursement emprunt	0	0	34091823.78	34091823.8	34091823.8	34091823.78	34091823.78			
Frais financiers	22159685.46	22159685.46	22159685.46	17727748.37	13295811.27	8863874.183	4431937.091	0	0	0
Chiffre d'affaire	57535000	138084000	183594240	252521280	252521280	252521280	252521280	252521280	252521280	252521280
Résultat brut	-9027468.44	4104748.52	15438784.52	36577108.95	42092379.38	53182726.57	64273073.76	68705010.85	68705010.85	68705010.85
Résultat net	-9027468.44	2668086.538	10035209.94	23775120.82	27360046.6	34568772.27	41777497.94	44658257.05	44658257.05	44658257.05
R1	0	0.03652216	0.137367188	0.325446255	0.374518589	0.473195386	0.571872184	0.611305517	0.611305517	0.611305517
R2	0.23401183	1.724034498	1.019429676	1.738850359	1.961711614	2.270669567	2.65071519			
R3	0	0.02972646	0.084091878	0.14484763	0.166688445	0.21060691	0.254525376	0.272076123	0.272076123	0.272076123
R4	0	0.010956648	0.041210156	0.097633877	0.112355577	0.141958616	0.171561655	0.183391655	0.183391655	0.183391655

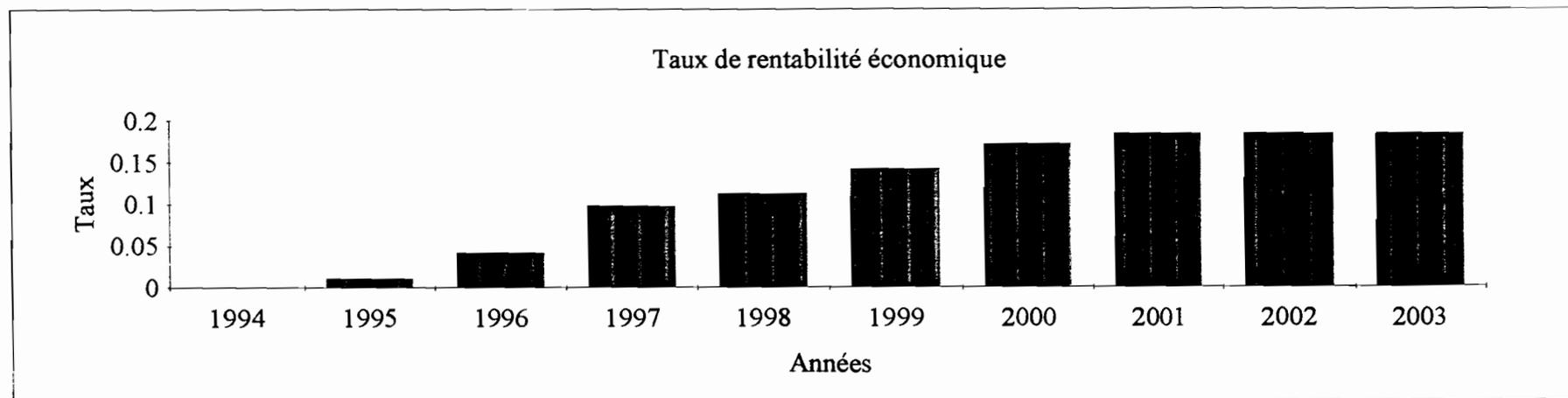
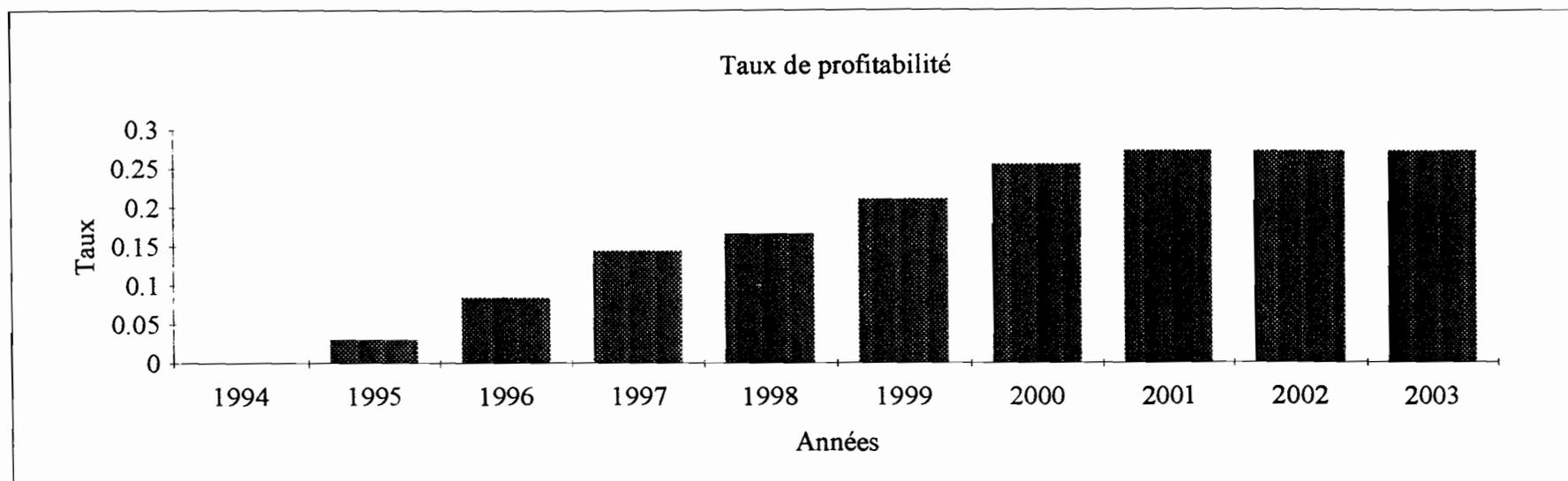
CALCUL DU RATIO BENEFICE /COÛT (avec un taux d'actualisation de 15%)

Années	1994	1995	1996	1997	* 1998	1999	2000	2001	2002
Flux financier	60190628	71524664	83647718	87147718	20563617	83647718	87147718	87147718	83647718
Coefficient d'actualisation	0.86956522	0.75614367	0.65751623	0.57175325	0.49717674	0.4323276	0.37593704	0.32690177	0.28426241
Flux financier actualisé	52339676.5	54082921.7	54999732.4	49826990.6	10223752	36163216.8	32762055.1	28488743.6	23777902.1
Cumul	52339676.5	106422598	161422331	211249321	221473073	257636290	290398345	318887089	342664991

$$\text{Ratio bénéfice/coût} = (342664991 - 213417712.7) / 213417712.7$$

$$= 60.56\%$$





CONTRIBUTION A LA VALEUR AJOUTEE NATIONALE

La valeur ajoutée dégagée par le projet pendant les 10 premières années se résume dans le tableau ci-après:

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Salaires	3471000	6942000	7722000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000	10270000
Intérêts	22159685.46	22159685.46	22159685.46	17727748.37	13295811.27	8863874.183	4431937.091	0	0	0
Cash-flow	5185628.54	31094280.56	38461403.96	51117981.5	53619573.95	54169889.52	54720205.09	57600964.2	57600964.2	57600964.2
Impôts et taxes	500000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
Total V A	31316314	61195966.02	69343089.42	80115729.87	78185385.22	74303763.7	70422142.18	68870964.2	68870964.2	68870964.2
V.A cumulé	31316314	92512280.02	161855369.4	241971099.3	320156484.5	394460248.2	464882390.4	533753354.6	602624318.8	671495283

La valeur ajoutée au bout de 10 ans s'élève à :

671495283 FCFA

ce qui représente 50.75% de la production globale

Taux d'inflation = 20%

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Coefficient d'inflation	1	1.2	1.44	1.728	1.728	1.728	1.728	1.728	1.728	1.728

AMORTISSEMENTS**Tableau des annuités**

Libellés	Montants	Durée	Annuités	Valeur au renouvellement			Annuités des renouvellements			
				1er renou...	2e renou...	3e renou...	1er renou...	2e renou...	3e renou...	
Frais d'études et de création	3000000	3	1000000							
Frais de construction -génie civil	77542143	20	3877107.15							
Matériel de production	90656000	10	9065600							
matériel roulant	30000000	5	6000000	51840000			10368000			
Equipements	36584101	5	7316820.2	63217326.53			12643465.31			
matériel de bureau	3500000	3	1166666.667	6048000	6048000	6048000	2016000	2016000	2016000	

Tableau des amortissements annuels en francs courants

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Libellés										
Frais d'études et de création	500000	1000000	1000000	500000						
Frais de construction -génie civil	1938553.57	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15	3877107.15
Matériel de production	4532800	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600	9065600
matériel roulant	3000000	6000000	6000000	6000000	6000000	8184000	10368000	10368000	10368000	10368000
Equipements	3658410.1	7316820.2	7316820.2	7316820.2	7316820.2	9980142.753	12643465.31	12643465.31	12643465.31	12643465.31
matériel de bureau	583333.33	1166666.667	1166666.667	1591333.33	2016000	2016000	2016000	2016000	2016000	2016000
Total des amortissements :	14213097	28426194.02	28426194.02	28350860.68	28275527	33122849.9	37970172.46	37970172.46	37970172.46	37970172.46

TABLEAU DU FOND DE ROULEMENT (en francs courants)

	Hypothèses (mois)	ANNEES									
		1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
LIQUIDITES											
Salaires	2	1157000	1388400	1853280	2957760	2957760	2957760	2957760	2957760	2957760	2957760
Aut Ser Cons	1	375000	450000	540000	648000	648000	648000	648000	648000	648000	648000
EFFET A RECEVOIR											
Clients	30 jours	7671333	9205600	12239616	14730408	14730408	14730408	14730408	14730408	14730408	14730408
ACTIFS CIRCULANTS											
EFFETS A PAYER											
Electricité	2	6530601.33	7836721.6	9404065.92	11284879.1	11284879.1	11284879.1	11284879.1	11284879.1	11284879.1	11284879.1
Eau	2	441949	530338.8	711277.92	988301.952	988301.952	988301.952	988301.952	988301.952	988301.952	988301.952
PASSIFS CIRCULANTS											
BESOIN EN FOND DE ROULEMENT		6972550.33	8367060.4	10115343.84	12273181.1	12273181.06	12273181.06	12273181.06	12273181.06	12273181.06	12273181.06
VARIATION DU B.F.R		2230782.67	2676939.6	4517552.16	6062986.94	6062986.944	6062986.944	6062986.944	6062986.944	6062986.944	6062986.944
Ratios(B.F.R/CA)		2230782.7	446156.93	1840612.56	1545434.78	0	0	0	0	0	0
		0.03877262	0.023263575	0.035432893	0.04148894	0.041488945	0.041488945	0.041488945	0.041488945	0.041488945	0.041488945

TABLEAU DES FLUX FINANCIERS EN FRANCS COURANTS

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Désignations										
INVESTISSEMENTS ET RENOUVELLEMENTS										
Frais d'étude et de création	3000000									
Frais de construction -génie civil	77542143									
Matériel de production	90656000									
matériel roulant	30000000					51840000				
Equipements	36584101					63217326.53				
matériel de bureau	3500000			6048000			6048000			6048000
Fonds de roulement	2230782.67									
CHARGES D'EXPLOITATION										
Frais de personnel	3471000	8330400	11119680	17746560	17746560	17746560	17746560	17746560	17746560	17746560
Matières et fournitures consommées	23968686	57524846.4	69479043.84	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3
TOTAL CHARGES	270952712.7	65855246.4	80598723.84	107978023.3	101930023.3	216987349.8	107978023.3	101930023.3	101930023.3	107978023.3
RECETTES										
Ventes	57535000	138084000	183594240	252521280	252521280	252521280	252521280	252521280	252521280	252521280
FLUX FINANCIER NET	-213417712.7	72228753.6	102995516.2	144543256.7	150591256.7	35533930.18	144543256.7	150591256.7	150591256.7	144543256.7
CUMULS DES FLUX	-213417712.7	-141188959.1	-38193442.91	106349813.8	256941070.5	292475000.7	437918257.4	587609514.1	738200770.8	882744027.5

COMPTES D'EXPLOITATION PREVISIONNELS (Capacité maximum d'autofinancement)

Désignations/Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Mat et fournitures consommées	23968686	57524846.4	69479043.84	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3	84183463.3
Autres services consommés	2250000	5400000	6480000	7776000	7776000	7776000	7776000	7776000	7776000	7776000
Frais personnel	3471000	8330400	11119680	17746560	17746560	17746560	17746560	17746560	17746560	17746560
Frais financiers	22159685.46	22159685.46	22159685.46	17727748.37	13295811.27	8863874.183	4431937.091	0	0	0
Amortissement	14213097	28426194.02	28426194.02	28350860.68	28275527.35	33122849.9	37970172.46	37970172.46	37970172.46	37970172.46
Impôts et taxes	500000	1200000	1440000	1728000	1728000	1728000	1728000	1728000	1728000	1728000
TOTAL CHARGES	66562468.46	123041125.9	139104603.3	157512632.3	153005361.9	153420747.4	153836132.8	149404195.8	149404195.8	149404195.8
CHIFFRES D'AFFAIRE	57535000	138084000	183594240	252521280						
Résultat brut	-9027468.46	15042874.12	44489636.68	95008647.65	99515918.08	99100532.62	98685147.16	103117084.2	103117084.2	103117084.2
Impôts	0	5265005.943	15571372.84	33253026.68	34830571.33	34685186.42	34539801.51	36090979.49	36090979.49	36090979.49
Résultat net	-9027468.46	9777868.18	28918263.84	61755620.98	64685346.75	64415346.2	64145345.65	67026104.76	67026104.76	67026104.76
Cash Flow net (CAF)	5185628.54	38204062.2	57344457.86	90106481.66	92960874.1	97538196.1	102115518.1	104996277.2	104996277.2	104996277.2
(résultat net + amortissement)										
Cumuls	5185628.54	43389690.74	100734148.6	190840630.3	283801504.4	381339700.5	483455218.6	588451495.8	693447773	798444050.2

TRESORERIE PREVISIONNELLE SUR 10 ans

Années	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Cash Flow net (CAF)	5185628.54	38204062.2	57344457.86	90106481.66	92960874.1	97538196.1	102115518.1	104996277.2	104996277.2	104996277.2
Emprunts	170459118.9									
Fonds propres	73053908.1									
TOTAL RESSOURCES	248698655.5	38204062.2	57344457.86	90106481.66	92960874.1	97538196.1	102115518.1	104996277.2	104996277.2	104996277.2
Remboursement emprunts			34091823.78	34091823.78	34091823.78	34091823.78	34091823.78			
Immobilisation + Renouvellement	241282244			6048000		115057326.5	6048000			6048000
F. D. R.	2230782.67	446156.93	1840612.56	1545434.784	0	0	0	0	0	0
TOTAL EMPLOIS	243513026.7	446156.93	35932436.34	41685258.56	34091823.78	149149150.3	40139823.78	0	0	0
FLUX NET DE TRESORERIE	5185628.87	37757905.27	21412021.52	48421223.09	58869050.32	-51610954.2	61975694.33	104996277.2	104996277.2	104996277.2
CUMULS	5185628.87	42943534.14	64355555.66	112776778.7	171645829.1	120034874.9	182010569.2	287006846.4	392003123.6	496999400.8

BILAN PREVISIONNEL A LA FIN DE L'ANNEE 1997

HYPOTHESES : Nous suggérons que l'unité de fabrique soit une société à responsabilité limitée.
Les dividendes versés aux actionnaires à la fin de l'année 1997 représente 99.5% du bénéfice net déjà réalisé par l'entreprise.

ACTIFS		PASSIFS	
Libellés	Montants	Libellés	Montants
Immobilisations nettes		Capitaux propres	73053908.1
Construction - génie civil	63972267.98	Réserves	477106.39
Matériel de production	58926400	Provisions pour charges	
Equipements	10975230.3	Impôts et taxes	1728000
Matériel roulant	9000000	Dettes à long et moyen terme	
Matériel de bureau	5040000	Emprunt à long terme	102275471.3
Stocks en cours		Emprunt à moyen terme	26591622.54
Produit fini	2571264	Effets à payer	
Effets à recevoir		Fournisseurs	12273181.06
Créances clients	15167908		
Disponibilités	50746219.09		
Total actif	216399289.4	Total passif	216399289.4

Ratio d'équilibre financier :

Pour une entreprise, avoir un bon équilibre financier, c'est être en mesure d'assurer à tout moment, les paiements auxquels elle doit faire face. Autrement dit, elle arrive à ajuster les mouvements d'entrée et de sortie de liquidités.

Il est coutume d'exprimer l'équilibre financier en comparant le niveau des capitaux permanents à celui de l'actif immobilisé. Ce ratio est généralement connu sous le nom de ratio d'équilibre financier. Il est exprimé par : capitaux permanents / actifs immobilisés.

Pour le présent bilan, on a : $202398108.3 / 147913898.3 = 1.368$

Le fait que ce ratio soit supérieur à 1 justifie l'existence d'un fond de roulement net positif. Il exprime aussi la plus ou moins grande couverture d'emploi à long terme par des ressources à long terme.

RESUME DE L'ETUDE FINANCIERE

Base des calculs : 10 ans.

Investissement Initial total = 243.513.027 FCFA

Financement : Capitaux propres : 73.053.908,1 FCFA
Emprunts : 170.459.118,9 FCFA

Cash Flow				
Années	1	2	3	4
Coûts de fabrication	30189686	60379372	61471336	64487182
Amortissement	14213097	28426194	28426194	27342861
Intérêt	22159685	22159685	22159685	17727748
Coût de production	66562468	110965251	112057215	109557891
Vente TTC	57535000	115070000	127496000	146135000
Résultats bruts	-9027468	4104748	15438784	36577109
Impôts	0	1436662	5403574	12801988
Résultats nets	-9027468	2668086	10035210	23775121
Cash flow nets	5185628	31094280	38461404	51117981

Délai de récupération du capital investi = 7.576 ans

Valeur actuelle nette = 110.835.163,5

Taux de rentabilité interne en francs constants = 0.2984

Taux de rentabilité interne en francs courants = 0.558

Taux de rentabilité des fonds propres = 0.5288

Ratio bénéfice/coût = 0.6056

RESUME DES CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS

EQUIPEMENTS	NOMBRE	CARACTERISTIQUES
Fluide frigorigène		- Fréon 22
Compresseur	2	- Puissance moteur : 72 Kw - Coefficient de performance : 3.21 - Rendement frigorifique : 73.24 %
Condenseur	1	- Type : Condenseur à eau - Débit volumique eau : 16.7 m ³ /s - Surface de condensation : 27.8 m ² - Diamètre tube : 5/8 pouces - Longueur tubes : 2.3m - Nombre tubes : 48
Tour de refroidissement	1	- Nombre ventilateurs : 2 - Puissance de chaque ventilateur : 1.95 Kw
Evaporateur	1	- Quantité de chaleur soutirée : 181.87 - Dégivrage par résistances électriques chauffantes
Détendeur	2	- Détendeur thermostatique

FICHE SYNOPTIQUE

Projet : Création d'une Unité de Fabrication de Glace à Thiès.

Promoteurs : A déterminer.

Forme Juridique : S . A . R . L

Investissements total : 243.513.027 FCFA

Fonds de roulement : 2.230.783 FCFA

Capital : 73.053.908,1 FCFA

Emprunt bancaire : 170.459.118,9 FCFA

Emplois créés : 6 permanents et 2 temporaires

Avantages sollicités : Loi 81/51