

**REPUBLIQUE DU SENEGAL
UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR**



Gm.0321

**Ecole Supérieure Polytechnique
Centre de Thiès**

DEPARTEMENT GENIE MECANIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDE

EN VUE D'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION

***IMPLANTATION D'UNE UNITE DE FABRICATION
DE CHAUFFE-EAUX SOLAIRES A THIES***

**Auteurs : M. Ibrahima DIOUF
M. Mamadou SENE**

**Directeur de projet : M. Banda NDOYE
Codirecteurs : M. Salif GAYE
M. Ngor SARR**

Année universitaire 2005-2006

Remerciements

Nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail. Particulièrement nos remerciements vont à l'endroit de nos très chers parents, de M. Banda NDOYE directeur du projet et professeur à L'ESP, M. Paul DEMBA coordonnateur des projets et professeur à l'ESP, M. Salif GAYE professeur à l'ESP, M. Ngor SARR professeur à l'ESP, M. Youssouf Mandjang chef de département du Génie Mécanique et professeur à l'ESP, M. Ousmane SOW professeur à l'ESP, M. Alassane DIENE professeur à l'ESP, qui nous ont assisté pour mener à bien ce projet.

Nous adressons également nos remerciements au corps professoral de l'école, au personnel administratif et du COUD, à nos secrétaires de département, à tous nos amis et camarade de l'Ecole, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

Table des matières

SOMMAIRE.....	I
LISTE DES TABLEAUX.....	II
LISTE DES FIGURES.....	III
INTRODUCTION.....	1
<u>PREMIERE PARTIE : CONCEPTION</u>	
Description de la situation	2
I Description du capteur.....	4
II Conception du capteur.....	4
III Conception du système de stockage de l'eau chaude.....	7
<u>DEUXIEME PARTIE : ETUDE D'IMPLANTATION</u>	
<u>Chapitre I</u> : Etude de marché.....	9
I.1 Description de la situation du marché au niveau national.....	9
I-2 La demande du produit :.....	10
I-3 Evolution de l'offre et de la demande.....	16
I-4 Marché potentiel du projet.....	17
I-5 Calcul des prévisions du marché	18
I-5.1 Choix de la méthode de prévision	18
I-5.2 Calcul de la prévision de la demande	19
I-5.3 Estimation de la part de marché	22
<u>Chapitre II</u> : Etudes techniques.....	23
II.1 Procédés de fabrication	23
II.1.1 Procédés de fabrication du capteur.....	23
II.1.2 Procédés de fabrication du réservoir	32
II.1.3 Synthèse des procédés.....	35
II.2 Caractéristiques des moyens de production	36
II.2.1 Choix des machines.....	36
II.2.2 Autres équipements.....	40

II.3 Besoins de l'entreprise.....	41
II.3.1 Période d'investissement	41
II.3.2 Période d'exploitation.....	42
II.4 La localisation et l'aménagement de l'unité.....	49
II.4.1 La localisation.....	49
II.4.2 L'aménagement général	49
II.4.3 L'aménagement détaillé	50
II.5 Etude des coûts	57
II.5.1 Coût de construction Génie Civil.....	57
II.5.2 Coût des équipements de production.....	58
II.5.3 Coût du matériel roulant.....	58
II.5.4 Coût du matériel et mobilier de bureau.....	58
II.5.5 Coût des matières premières.....	59
II.5.6 Coût du personnel.....	60
II.5.7 Coût de l'énergie.....	60
II.5.8 Coût des équipements divers.....	61
II.6 Détermination de la capacité de l'usine	61
<u>Chapitre III</u> : Etudes financière et économique.....	62
III.1 Etude financière	62
III.1.1 Les investissements.....	62
III.1.2 Les projections financières.....	62
III.1.2.1 Les charges d'exploitation.....	63
a. Les amortissements.....	63
b. Les autres charges.....	64
III.1.2.2 Détermination du besoin en fond de roulement.....	65
III.1.2.3 Compte d'exploitation prévisionnel annuel.....	65
III.1.2.4 L'excédent brut d'exploitation.....	66
III.1.2.5 La trésorerie prévisionnelle.....	67
III.1.2.6 Les recettes d'exploitation.....	67
III.1.2.7 La rentabilité du projet.....	68
III.2 Etude économique.....	72

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	73
LISTE DES ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	

Sommaire

Le but de travail était d'étudier la faisabilité sur le plan technique, financier et quelque peu économique d'une unité locale de fabrication de chauffe eau solaire. La conception détaillée et la spécification des caractéristiques techniques des différents composants du capteur et du réservoir furent aussi faites.

Nous avons dans un premier temps effectué une étude de marché à travers une enquête auprès de certaines structures de commercialisation de chauffe-eaux d'une manière générale (électriques, solaires,...) et auprès de la Division de la Prévision et de la Statistique (DPS) du Sénégal. Cela nous a permis de visualiser l'évolution de la demande de chauffe-eaux des dernières années dans le but de prévoir la demande future.

Dans l'étude technique traitée en deuxième lieu nous avons mis en œuvre les procédés de fabrication du produit, la détermination des caractéristiques des moyens de production sans perdre de vue l'organisation des tâches, l'implantation des besoins et l'aménagement de l'unité de production.

Quant à l'étude financière, elle constitue la phase dans laquelle nous avons étudié la rentabilité du projet à travers la détermination des indices tels que la valeur actuelle nette, le taux de rendement interne, le délai de récupération du capital.

L'évolution de la demande connaît de plus en plus une croissance accentuée dans le marché du pays comme dans la sous région. Quant aux indices de rentabilité financière du projet, ils sont tous favorables pour espérer un gain de profit dans un délai très limité.

Liste des figures

I

Figure 1 : Schéma de principe initial.....	2
Figure 2 : Schéma modifié.....	3
Figure 3 : Les profilés du cadre.....	5
Figure 4 : Le système connecteur.....	6
Figure 5 : Composants du capteur.....	7
Figure 6: Système de stockage de l'eau chaude.....	8
Figure 7 : Courbe d'évolution de la demande annuelle en chauffe-eaux..	16

Liste des tableaux

II

Tableau I.1 Importations en chauffe-eaux électriques	11
Tableau I-2 Importations en chauffe-eaux solaires	12
Tableau I-3 Importations globales en chauffe-eaux	12
Tableau I-4: Masse par catégorie de chauffe-eau électrique obtenue au niveau de la Buhan teisseire.....	13
Tableau I-5 : Données des importations des chauffe-eaux électriques....	14
Tableau I 6 : Masse des chauffe-eaux solaires en fonction de leur volume.....	14
TableauI-7 : Nombre moyen annuel de chauffe-eaux solaires importés..	15
Tableau I.8 : Demande totale en chauffe-eaux.....	15
Tableau I-9 : Paramètres de lissage.....	20
Tableau I-10 : Prévisions de la demande pour les prochaines années.....	21
Tableau I.11 : Estimation de la part de marché.....	22
Tableau II.1 : Besoins en matières premières.....	43
Tableau II.2 : Coût de matière première par année.....	59

INTRODUCTION

L'énergie est actuellement un des problèmes qui préoccupe le monde entier notamment notre pays. Beaucoup d'études et de projets portent sur la recherche d'alternatives à la production d'énergie par les ressources pétrolières. Le solaire constitue une option importante, notamment pour le chauffage de l'eau qui nécessite une consommation importante d'énergie : le recours aux chauffe-eau solaires est alors une solution crédible et rentable. D'ailleurs comme c'est le cas en Occident, les Etats encouragent et appuient les investissements dans le domaine des énergies renouvelables.

Au Sénégal nous ne disposons pas encore d'une structure productrice dans le domaine des chauffe-eaux en général (solaires et électriques) malgré les besoins et les potentialités. C'est ainsi qu'est née l'idée de créer une unité locale de fabrication de chauffe-eau solaires qui aura pour objectif de produire à un coût suffisamment compétitif pour remplacer les importations de chauffe-eau solaires et électriques.

Cette étude permettra ainsi d'établir un rapport dans lequel figurent tous les éléments techniques nécessaires pour la construction et le bon fonctionnement de l'usine mais aussi l'évaluation financière et la rentabilité du projet.

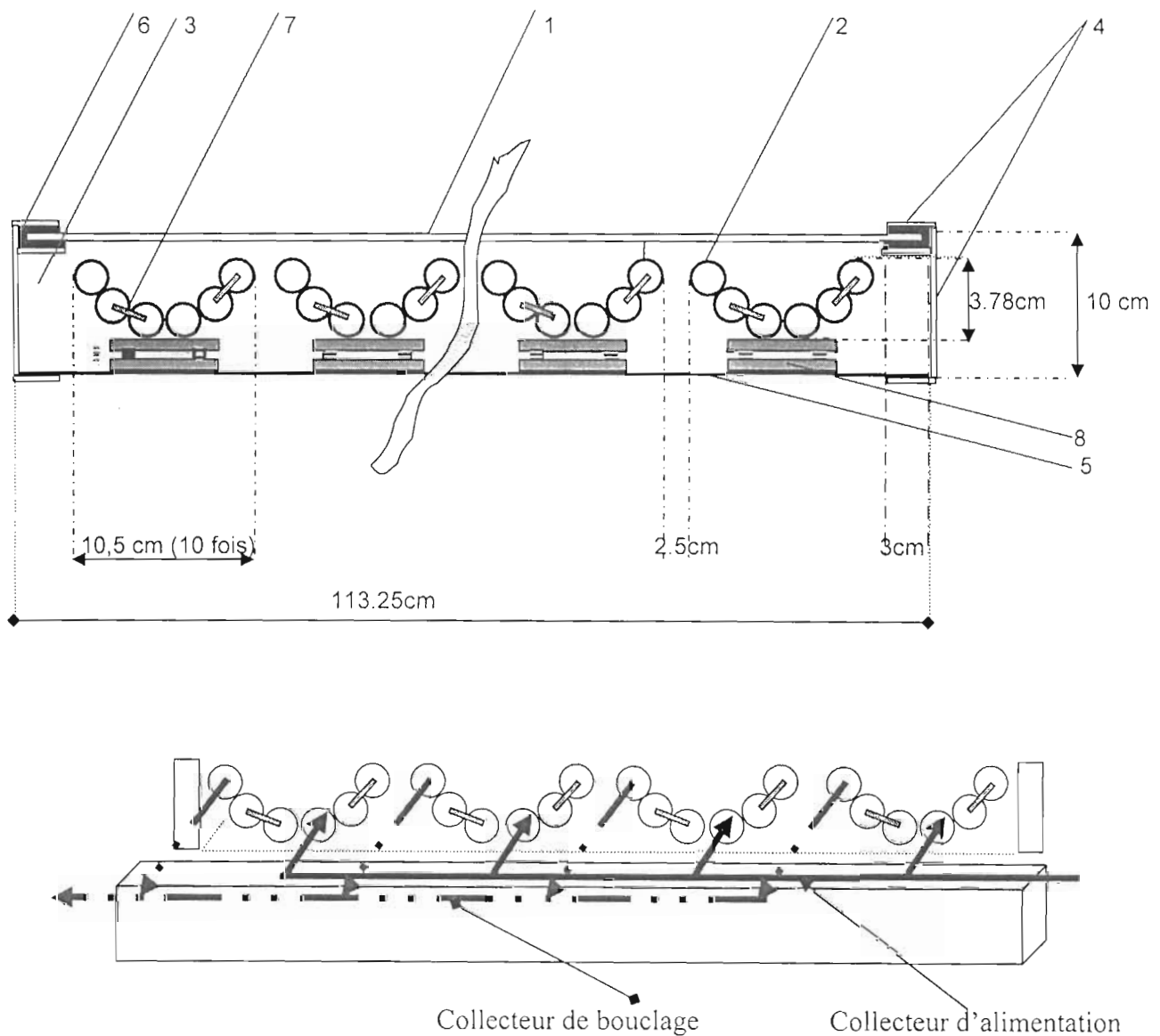
Une descente sur le terrain nous a permis de nous enquérir d'abord de la situation et d'avoir les données nécessaires pour l'étude. Nous allons dans un premier temps procéder à la conception du capteur qui est d'un nouveau type (capteur sans absorbeur) ; ensuite une étude de marché nous permettra de voir la situation du marché des chauffe-eau. Les études techniques déterminent les procédés de fabrication et les coûts liés à l'équipement de l'usine. Enfin une étude financière et économique nous permettra d'avoir une visibilité sur la circulation des fonds investis pour les premières années de fonctionnement.

PREMIERE PARTIE

Conception du produit

Description de la situation

Avant de passer à l'étude de l'implantation de l'unité, il est nécessaire de connaître les détails techniques du capteur. Ainsi, nous ne disposons au départ que d'un schéma illustrant le principe de fonctionnement du capteur fig. 1. Cela nous oblige donc à procéder à une phase de conception du nouveau produit



- 1 couverture en verre trempé
- 2 tube en cuivre noir chrome
- 3 isolant thermique
- 4 profilé en Alu
- 5 tôle
- 6 joint EPT
- 7 boucles d'épingle aux extrémités
- 8 plaques avec vis taraudées

Figure 1 : Schéma de principe initial

Avant de passer à la conception des différents éléments qui composent le capteur, nous avons apporté quelques modifications du schéma initial pour des raisons de difficultés voire même d'impossibilités de réalisation de certaines parties du montage. En effet, comme nous l'indique le schéma de la fig. 1, les collecteurs d'admission et de bouclage se situaient du même côté ce qui serait impossible de réaliser à cause d'un problème d'encombrement. Pour parer à cette situation, la solution adoptée est de mettre de part et d'autre du capteur les collecteurs d'admission et de bouclage. Cette solution exige cependant un nombre impair de tubes par bloc. Ainsi, nous avons ramené le nombre de tubes par bloc de six (6) à cinq (5). Une autre modification apportée est l'élimination des plaques supports. La réalisation des ces dernières est possible mais engendre un coût de fabrication plus ou moins onéreux. C'est pour cela que nous avons adopté la solution de mettre une barre transversale (traversée) que nous verrons plus en détail dans la suite. Nous obtenons donc le schéma de principe modifié dans la figure 2 suivante.

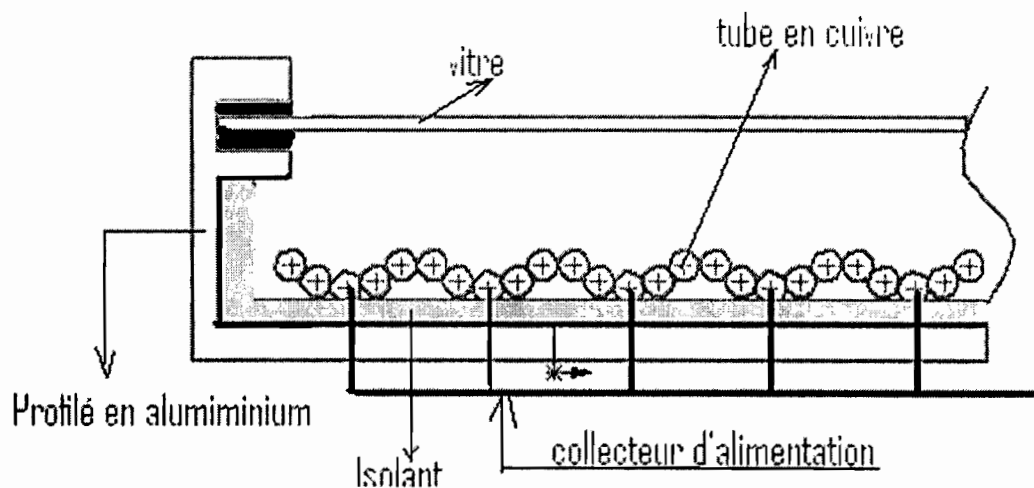


Figure 2 : schéma modifié

I Description du capteur:

La différence fondamentale de ce capteur par rapport aux capteurs classiques est que l'intérieur de celui-ci est abrité par des blocs de tubes sous forme de paraboles pour maximiser l'absorption du rayonnement solaire incident. Chaque bloc est composé de cinq (5) tubes en cuivre qui vont permettre la circulation de l'eau et assurer en même temps le transfert de chaleur à l'eau. Ce capteur ne présente pas de plaque absorbante mais l'ensemble des blocs forment eux mêmes la surface absorbante. L'eau issue du collecteur d'alimentation doit faire cinq trajets avant de s'acheminer dans le collecteur de bouclage.

Quand aux autres caractéristiques, elles restent semblables à celles des capteurs classiques. Le cadre extérieur est composé de profilés en aluminium dont nous allons spécifier les détails dans la suite. La vitre est l'élément qui permet d'obtenir l'effet de serre. Une isolation thermique est faite latéralement et sur la partie inférieure pour minimiser les pertes thermiques.

II Conception du capteur :

Le capteur est essentiellement constitué:

- Du cadre en aluminium
- De la tôle inférieure
- D'une isolation thermique arrière et latérale
- D'une tubulure en cuivre
- D'un joint d'étanchéité
- D'un couvercle transparent (vitre)

1 Conception du cadre

La solution technique à adopter pour la réalisation du cadre doit permettre d'assurer les deux fonctions suivantes :

- ✓ L'obtention de la forme en E de la section du cadre ;
- ✓ Le maintien de la vitre et des joints.

Pour assurer ces deux fonctions et à moindre coût, nous avons choisi la solution à savoir scinder le cadre en E en deux parties : une partie sous forme de profilé en U et une autre sous forme de profilé en L.

Cette solution présente de grands avantages dans la mesure où ces profilés ont des formes standard et ils s'obtiennent facilement dans le marché mais aussi leur combinaison permettra d'assurer le maintien de la vitre et des joints.

C'est ainsi que nous avons fait ce choix en respectant les dimensions standard comme l'indique la figure 3 suivante.

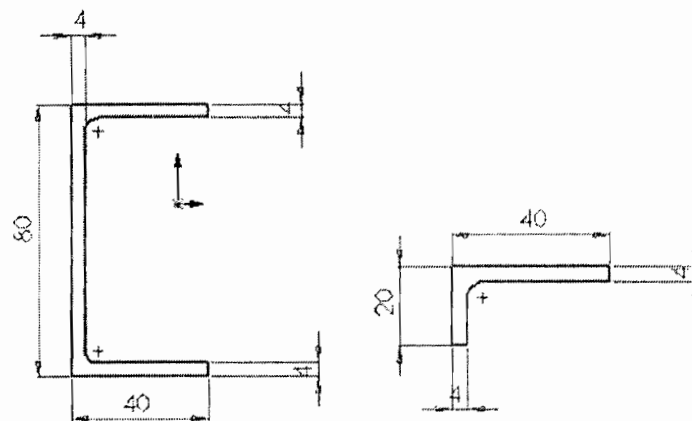


Figure 3 : Les profilés du cadre

2 Conception du système connecteur

L'eau, en circulant dans les blocs de tube doit faire des allers-retours à travers des tubes tangents. Il s'avère très difficile d'obtenir une solution simple et économique qui respecte ces exigences techniques. En effet il n'existe pas de coude sur le marché qui permet d'assurer cette jonction et le recours au soudage avec des pièces intermédiaire coûtera extrêmement cher du moment où il y'en aura une cinquantaine par capteur. C'est ainsi que nous avons adopté la solution montrée par la figure 4 qui demeure toujours chère en terme de coût de réalisation mais qui figure parmi les meilleures. Il s'agira tout simplement de réaliser des bagues intermédiaires entre les tubes à grand diamètre et les tubes à petit diamètre avec des emmanchements forcés après chauffage. Nous obtenons le dessin de montage de la figure suivante.

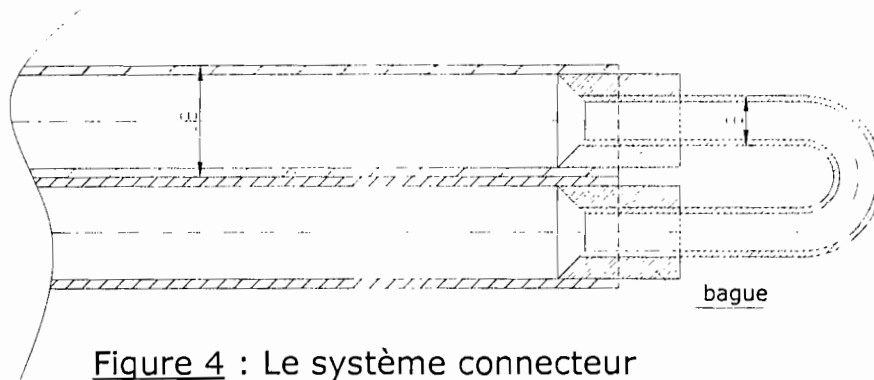


Figure 4 : Le système connecteur

3 Synthèse de l'étude des autres composants:

La couverture inférieure est en tôle galvanisée d'épaisseur 2mm soudée par points. La tubulure est constituée de dix (10) blocs de cinq (5) tubes en cuivre d'un chacun est relié avec un collecteur d'alimentation et un collecteur de bouclage. Les collecteurs d'alimentation et de bouclage sont liés respectivement au réseau urbain et au réservoir par des raccordements hydrauliques. La tubulure est isolée intérieurement sur ses parois latérales et sa partie inférieure par le polystyrène expansé. Le choix de cet isolant est guidé essentiellement par sa non mouillabilité, sa faible conductivité thermique et sa facilité d'approvisionnement.

L'absorbeur constitué par la tubulure repose sur une traversée en profilé d'aluminium qui permet d'éviter l'écrasement de l'isolant et la déformation de la tôle inférieure sous son poids. Le positionnement et l'équilibrage de l'absorbeur sont assurés par les liaisons de raccordement avec quatre (4) trous percés sur le cadre inférieur. La tubulure servant de récupérateur de chaleur est recouverte d'une fine couche de peinture noire mâte thermique sur la surface supérieure pour une bonne absorptivité en réduisant considérablement sa réflectivité et sa diffusivité. Le couvercle transparent est constitué d'un verre d'épaisseur 4mm. Il repose sur le cadre inférieur par l'intermédiaire d'un joint souple EPT et il est immobilisé par le cadre supérieur. Un second joint de même nature est intercalé entre le cadre supérieur et la vitre pour assurer l'étanchéité et permet d'éviter en même temps le contact verre- métal.

DEUXIEME PARTIE

Etude d'implantation de l'unité

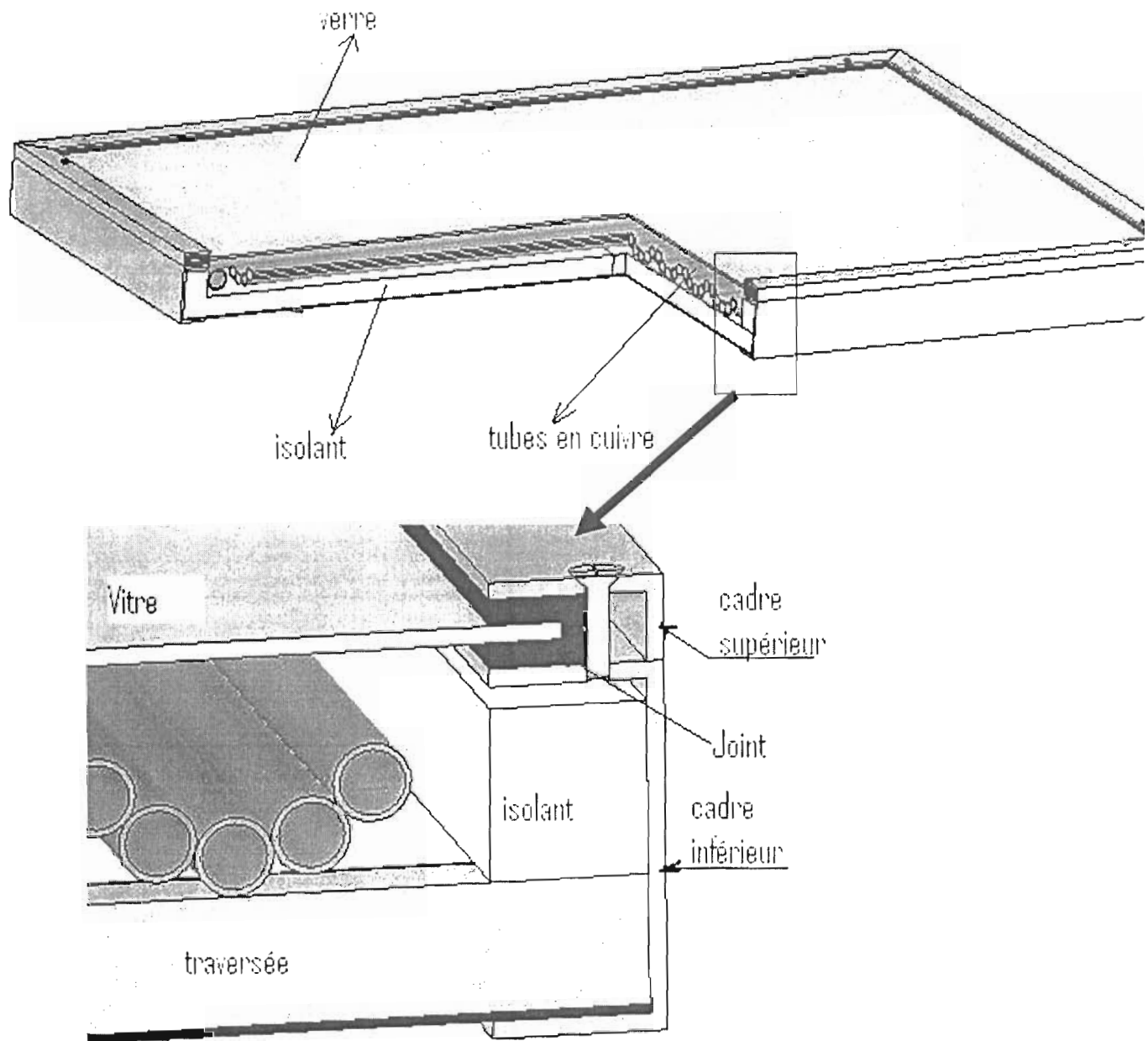


Figure 5 : Composants du capteur

III Conception du système de stockage de l'eau chaude

L'eau chaude est stockée dans un réservoir cylindrique.

Ce réservoir peut avoir différents volumes selon les conditions d'utilisation du chauffe-eau et la surface de captation.

Il est constitué de:

- Un cylindre intérieur
- une enveloppe extérieure

- Des orifices d'entrée et de sortie
- Un isolant thermique.

Le cylindre intérieur est fabriqué à l'aide d'une tôle galvanisée d'épaisseur 2mm. Il est garni intérieurement d'une peinture spéciale anti-rouille. L'isolation thermique est assurée par une couche de polystyrène expansé d'épaisseur 5 cm. Il existe deux raccords hydrauliques reliés avec l'entrée et la sortie du capteur. La circulation de l'eau se fait par thermosiphon. Deux autres raccords hydrauliques sont réalisés pour la liaison avec le réseau urbain et celle vers l'utilisation (voir fig. 6).

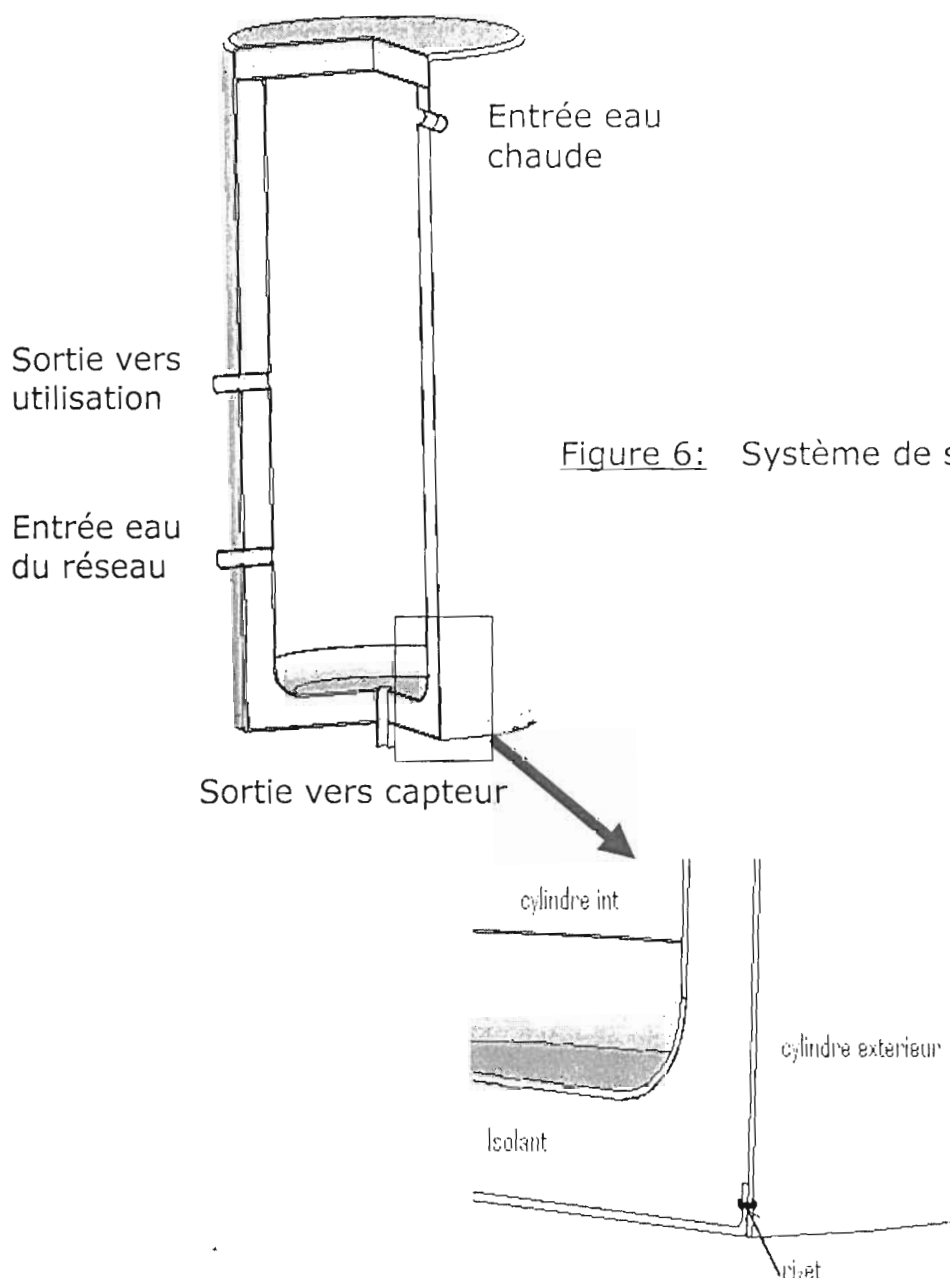


Figure 6: Système de stockage de l'eau chaude

Chapitre I : Etude de marché

Au sens premier on parle de marché pour désigner l'ensemble des données chiffrées relatives à un produit ou un service. Par extension, on désigne aussi par marché l'ensemble des individus concernés de près ou de loin par le produit : consommateurs ou acteurs pouvant influencer les ventes d'un produit ou d'un service. Toute étude de marché est réalisée par rapport à un problème donné, un potentiel à exploiter, et détermine donc par la suite des décisions de la part de l'entreprise.

I.1 Description de la situation du marché au niveau national

L'eau chaude est souvent utilisée dans notre pays et dans plusieurs autres de la sous région. Cette eau chaude est généralement exploitée pour différents services tels que les exploitations domestiques (vaisselles, linge, bain...), les restaurants, les hôtels, les hôpitaux...

Différentes techniques sont actuellement utilisées pour produire cette eau chaude. Ainsi nous distinguons les chauffe-eau à thermoplongeurs électriques, les chauffe-eau solaires, les chauffe-eau à gaz, les résistances chauffantes etc. La différence entre ces principaux chauffe-eau est le mode de fonctionnement. Pour les chauffe-eau électriques c'est une résistance électrique située à l'intérieur d'un réservoir rempli d'eau. Cette résistance est alimentée par une source de tension électrique. La chaleur dégagée par effet joule par la résistance permet le réchauffement de l'eau du réservoir. Pour les chauffe-eau à gaz c'est un gaz qui est utilisé comme combustible pour réchauffer l'eau. Pour les chauffe-eau solaires on utilise le flux solaire avec un capteur solaire pour chauffer l'eau qui traverse ce capteur.

Selon les statistiques dont nous disposons la demande globale des chauffe-eau est de plus en plus élevée d'une année à l'autre. Mais il faut noter surtout l'absence d'une structure locale de fabrication de ces différents types de chauffe-eau. Les statistiques montrent aussi que tous les chauffe-eau (électriques et solaires) vendus au Sénégal sont importés.

Aussi nous avons noté la diversité des fournisseurs d'année en année. Mais plusieurs entreprises importent ces chauffe-eau pour revendre à l'intérieur du pays et même dans la sous région. Cependant on note une certaine domination des chauffe-eau électriques par rapport aux chauffe-eau solaires. Nous expliquons cette domination par le coût d'acquisition assez élevé des chauffe-eau solaires par rapport aux chauffe-eau électriques.

Notre projet concerne les chauffe-eau solaires. L'orientation vers le solaire qui est même une question énergétique à l'ordre du jour présente plusieurs avantages. Les chauffe-eau électriques présentent des coûts d'exploitation très élevés avec les prix de l'énergie électrique de plus en plus croissant. D'ailleurs même nous tendons vers l'épuisement de ce stock énergétique d'où la nécessité de se tourner vers les autres formes d'énergie telle que le solaire d'autant plus que les chauffe-eau solaires ne demandent aucun coût de fonctionnement. Mais aussi nous pouvons remarquer d'autres avantages qui pourront aboutir à un coût acceptable pour notre produit. Il s'agit d'une possibilité de diminution des taxes ou d'octroi de subventions par l'Etat aux entreprises locales travaillant dans le domaine du solaire, ce qui est même à l'origine de l'idée du projet en question. Il faut ajouter à cela des coûts de main d'œuvre locale plus bas que ceux des entreprises européennes.

Ainsi avec un coût d'acquisition assez bas et une conscientisation sur le gain en coût de fonctionnement par rapport aux autres chauffe-eau, nous espérons avoir une part importante du marché actuel. Nous ne situons pas notre part du marché seulement aux chauffe-eau solaires mais à l'intégralité des chauffe-eau importés. Mais nous allons négliger les autres types pour ne retenir que les chauffe-eau solaires et électriques.

I-2 La demande du produit :

Nous avons disposé grâce à la Direction de la Prévention et de la Statistique (DPS), des données (2000-2004) brutes en masse (kg) et en valeur CAF (F.CFA) de toutes les importations de chauffe-eau. Ces

données montrent une bonne croissance du commerce des chauffe-eau. Elles montrent aussi une grande diversité des fournisseurs selon les années et selon les types de chauffe-eau.

Pays	2000	2001	2002	2003	2004
France	62 873 840	59 715 157	73 680 294	58 092 326	55 075 933
Belgique Luxembourg	84 501			105 218	13 119
Italie	51 454 736	60 267 864	54 967 940	73 607 726	68 275 627
Suisse	1 085 017				
Espagne	73 568 770	90 931 934	116 717 098	101 884 147	128 428 427
Turquie	552 150	252 829	501 231	252 953	
Tunisie	27 586			64 235	
Rép. pop de Chine	3 289 237	3 561 988	2 626 193	8 722 193	10 443 373
Taiwan	112 613	1 808 618			869 489
Allemagne		6 124	42 520		
Royaume uni		1 353 234	467 894	144 659	449 558
Portugal		191 400	3 893 704	883 710	580 661
Maroc		266 526			
Sharjah Ajman um Al Qaiwan		1 205 247			
Grèce			6 162 035	559 273	975 860
Emirat Arabes Unis			2 863 685	42 400	1 567 227
Etats Unis d'Amérique				142 074	190 539
Egypte					1 253 567
Arab. Saoudite					126 328
Total F.CFA (CAF)	193 048 450	219 560 921	261 922 594	244 500 914	268 249 708

Tableau I.1 Importations de chauffe-eau électriques en prix CAF (CFA).

Pour les chauffe-eau électriques on observe une évolution du chiffre d'affaire qui passe d'un total de 193 048 450 F.CFA en 2000 à 268 249 708 F.CFA en 2004. Ces données montrent une croissance moyenne annuelle de 18 millions F.CFA du chiffre d'affaire.

Pour les chauffe-eau solaires on observe de grandes fluctuations avec un maximum en 2000 de 32 835 839 F.CFA et un minimum en 2002 de 4 432 818 F.CFA qui constitue un pique considérable. Cette diminution peut s'expliquer par les exploitations des équipements solaires de plus en plus élevé en Europe avec leur politique étatique pour la promotion des énergies renouvelables. Le pique en 2002 est comblé par la quantité de chauffe-eau électrique qui a considérablement augmenté la même année.

Pays	2000	2001	2002	2003	2004
France	14 922 021	18 846 393	1 525 136	3 691 679	3 457 661
Grèce	17 913 818	6 618 055			
Belgique Luxembourg		2 473 146			
Allemagne			2 907 682		
Turquie				892 320	
Australie				9 278 645	7 960 150
Total F.CFA (CAF)	32 835 839	27 937 594	4 432 818	13 862 644	11 417 811

Tableau I-2 Importations de chauffe-eau solaires en prix CAF (CFA)

Ces deux tableaux se résument par le tableau ci-dessous donnant la valeur globale des importations. Rappelons que nous avons négligé l'apport dû aux autres types de chauffe-eau.

Année	2000	2001	2002	2003	2004
Chauffe-eau électriques	193 048450	219 560921	261 922594	244 500914	268 249708
Chauffe-eau solaires	32 835 839	27 937 594	4 432 818	13 862 644	11 417 811
Total F.CFA (CAF)	225 884289	247 498515	266 355412	258 363558	279 667519

Tableau I-3 Importations globales en chauffe-eau en prix CAF (CFA)

Ces données nous ont permis de voir l'évolution du chiffre d'affaire du marché des chauffe-eau dans le cas général (électriques et solaires). Cependant elles ne nous permettent pas de déterminer directement la quantité ou le nombre de chauffe-eau qui sont importés par an. C'est la quantité en nombre qui permettrait d'avoir une estimation plus concrète de la demande. Ces renseignements ne permettent pas non

plus d'avoir une idée sur les types de chauffe-eau vendus au Sénégal. Certaines caractéristiques sont aussi nécessaires (volume, prix unitaire, température de l'eau, durée de stockage...).

Pour cela des enquêtes plus poussées sont effectuées dans certaines structures (CGE, Afri watt, Buhan Teisseire, chambre de commerce de Dakar) pour obtenir des résultats plus probants. Il faut noter aussi que toutes les données ne peuvent pas être rassemblées pour les chauffe-eau du moment où il s'avère impossible de contacter toutes les structures importatrices de chauffe-eau. Cependant ces résultats combinés avec ceux fournis par la DPS nous permettront d'obtenir une approximation de la demande du produit.

Ainsi, à l'issue d'une enquête effectuée au niveau de Buhan Teisseire, nous avons obtenu des résultats de leur vente en chauffe-eau électriques de l'année 2005 selon les catégories qui existent sur le marché. La classification est faite par rapport au volume du réservoir.

En nous basant sur ces résultats, nous allons effectuer des calculs pour obtenir une valeur approchée de la masse moyenne d'un chauffe-eau électrique afin de déterminer le nombre importé par année.

Volume en litre	Masse unitaire en kg	Ventes en 2005	%vente	%vente*Mu
30	23	14	12,61	2,90
50	28	49	44,14	12,36
75	36	14	12,61	4,54
100	42	19	17,12	7,19
150	56	8	7,21	4,04
200	72	7	6,31	4,54
Total	257	111	100,00	35,57

Tableau I-4: Masse par catégorie de chauffe-eau électrique obtenue au niveau de Buhan teisseire.

Mu=masse unitaire

Nous pouvons donc dire que la masse unitaire moyen d'un chauffe eau compte tenu des pondérations est de : Mu moyenne = 35,57 kg

Cela nous permet d'établir le tableau suivant, avec les données fournies par la DPS en divisant la masse totale pour chaque année par la masse unitaire moyenne.

Année	2000	2001	2002	2003	2004
Masse totale (kg)	114 360	118 360	148 644	147052	195022
Nombre de chauffe-eau/an	3215	3328	4179	4134	5484
Prix total (F CFA)	193 048450	219 560921	261 922594	244 500914	268 249708

Tableau I-5 : Données sur les importations de chauffe-eau électriques

Pour les chauffe-eau solaires, une enquête a été menée au niveau de Afri Watt. Les résultats obtenus n'ont pas été très satisfaisants, cependant le catalogue de leur fournisseur permet d'évaluer la masse moyenne d'un chauffe-eau solaire. On pourra donc estimer la demande en chauffe-eau solaire comme précédemment. Ce catalogue nous donne la masse totale du capteur en fonction de son volume. Dans la masse totale donnée est incluse celle du réservoir.

Type de chauffe eau	Masse (kg)
ST 120 (volume=120l)	121
ST160 (volume =160l)	140
ST 200 (volume=200l)	148
ST 260 (volume=260l)	219
ST 300 (volume=300l)	230
Masse moyenne	171,6

Tableau I 6 : Masse des chauffe-eau solaires en fonction de leur volume

Cette masse moyenne trouvée est assez subjective car d'une année à l'autre les fournisseurs changent et par conséquent le type de capteur : notre calcul est basé seulement sur le type MEGASUN produit

par Héliokmi en Grèce. Cependant elle nous sert de base de calcul. A partir de ces données et de la valeur totale des importations en masse, nous avons déterminé le nombre moyen de chauffe-eau solaires importés par an, ce qui nous permettra ensuite d'avoir un aperçu du prix unitaire moyen avec la valeur totale en prix CAF par an fournie par la DPS. Les résultats sont montrés ci-dessous.

Année	2000	2001	2002	2003	2004
Masse totale en Kg	10600	10925	1690	1900	1692
Prix total (F CFA)	32835839	27937594	4432818	13862644	11417811
Nombre de chauffe-eau/an	62	64	10	11	10

Tableau I-7 : Nombre moyen annuel de chauffe-eau solaires importés

Puisque notre étude de marché sera faite par rapport aux chauffe-eau dans le cas général, nous regroupons ainsi les valeurs en nombre des deux types de chauffe eaux. Nous obtenons alors les importations globales de chauffe-eau.

Année	2000	2001	2002	2003	2004
nombre de chauffe électrique/an	3215	3328	4179	4134	5483
Nombre de chauffe-eau solaire/an	62	64	10	11	10
Total	3277	3392	4189	4145	5493

Tableau I.8 : Demande totale en chauffe-eau

A partir de ces données ci-dessus, nous établissons ainsi le graphe d'évolution de la demande de chauffe eaux.

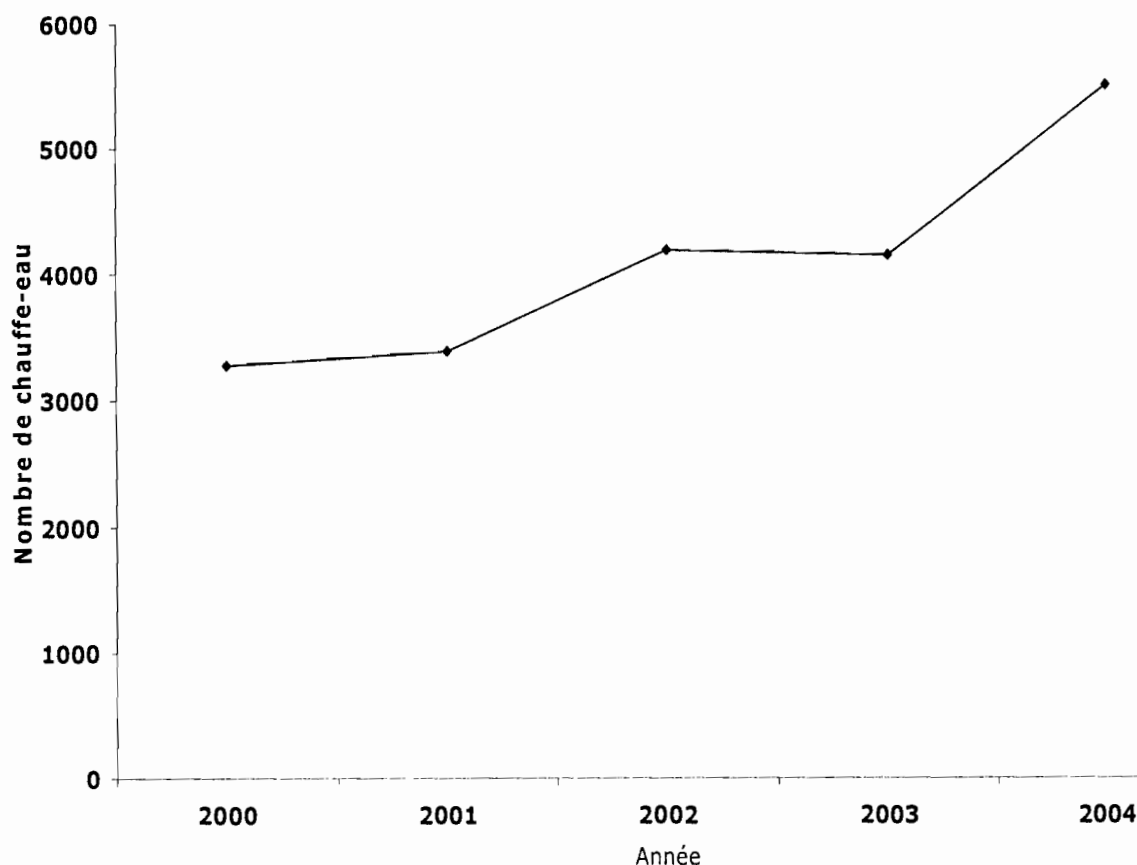


Figure 7 : Courbe d'évolution de la demande annuelle en chauffe-eau.

D'après ce graphe d'évolution de la demande, nous remarquons que cette dernière croît d'année en année sauf pour l'année 2003 où il y'a une légère baisse. Cela nous permettrait d'espérer une demande plus importante de chauffe-eau dans les années à venir et une part de marché considérable pour notre projet.

I-3 Evolution de l'offre et de la demande :

Les données du paragraphe précédent nous ont permis de remarquer une attitude plus ou moins favorable de la clientèle. Les principaux fournisseurs sont la France, l'Italie, l'Espagne et la République populaire de Chine pour les chauffe-eau électriques et la France et l'Australie qui commence à pénétrer ces derniers années pour le solaire. Mais quand nous comparons le nombre de chauffe-eau acquis par an à ce

qui est nécessaire à la population en eau chaude sanitaire, ce nombre reste encore insuffisant. Cela peut être dû à plusieurs raisons. D'abord par l'absence de producteurs nationaux de chauffe-eau et par conséquent on a une offre presque inexistante sinon limitée aux importations. Ensuite le coût encore élevé dû à l'importation peut constituer un frein. La diversité des fournisseurs montre bien la recherche du meilleur fournisseur qui pourrait vendre au prix le plus acceptable. Devant toutes ces difficultés nous sommes bien placés pour remporter une grande part du marché si notre produit répond aux besoins des populations avec un coût raisonnable. Ceci pourrait être atteint par un appui de l'Etat comme dans les pays européens et des coûts d'exploitation de notre usine moins élevés. Mais aussi nous envisageons une extension de notre marché pour toute l'espace UEMOA car une partie des chauffe-eau que nous importons est revendue dans la sous région selon les informations que nous avons reçues à la DPS (Direction de la Prévention et de la Statistique).

I-4 Marché potentiel du projet :

L'objectif principal visé par notre projet est de couvrir la totalité du marché des chauffe-eau au niveau national. Nous envisageons aussi d'étendre notre marché dans toute la sous région de l'espace UEMOA. Mais cela ne peut être réussi que par la qualité de notre produit son coût et une forte politique de marketing. Nous ne doutons point de l'efficacité de notre produit qui présente certains avantages par rapport aux autres chauffe-eau. En effet pour le modèle que nous avons conçu : un capteur dont l'absorbeur est en même temps les conduites d'eau et l'eau parcourant plusieurs fois le capteur avant de sortir par le collecteur, le rendement doit être assez élevé. Tout ceci facilite la capacité pour le capteur à produire de l'eau plus chaude en un temps record. Ainsi il est nécessaire dès à présent de se fixer un seuil de prix de notre produit ce qui va conditionner notre coût de fabrication. Nous comptons aussi sur des projets qui sont en cours et qui vont nous permettre de relancer plus rapidement notre produit.

I-5 Calcul des prévisions du marché :

A partir des données des années 2000 à 2004 (tableau I-8) nous allons évaluer la demande future pour les dix prochaines années.

I-5.1 Choix de la méthode de prévision :

L'allure de la courbe obtenue à partir de ces données montre que la méthode du lissage exponentiel est la plus adaptée pour faire une bonne estimation de la demande future. Nous avons ainsi effectué une comparaison du lissage exponentiel simple, du lissage exponentiel double et du lissage exponentiel triple et c'est le lissage double qui a donné des résultats fiables pour notre cas. Les détails des calculs sont présentés en annexe (I.1 et I.2). La comparaison est faite en calculant pour chaque lissage le biais, l'écart absolu moyen (EAM) et l'écart quadratique moyen (EQM). La méthode de prévision choisie doit être fiable si la valeur absolue du rapport entre le biais et l'écart absolu moyen est inférieure à 0,5. On obtient pour chaque cas :

- Lissage exponentiel simple ;

$$\text{Biais} = 274$$

$$\text{EAM} = 274$$

$$\text{EQM} = 147\,141$$

$$\text{Biais/EAM} = 1 > 0,5 \text{ d'où méthode non fiable}$$

- Lissage exponentiel double ;

$$\text{Biais} = 143$$

$$\text{EAM} = 299$$

$$\text{EQM} = 132\,349$$

$$\text{Biais/EAM} = 0,479 < 0,5 \text{ d'où méthode fiable}$$

- Lissage exponentiel triple ;

$$\text{Biais} = 386$$

$$EAM = 641$$

$$EQM = 863958$$

$$\text{Biais}/EAM = 0,603 > 0,5 \text{ d'où méthode non fiable.}$$

C'est donc avec le lissage exponentiel double que doit se faire la prévision de la demande.

I-5.2 Calcul de la prévision de la demande :

Le choix de la méthode est fiable pour le coefficient de lissage $\alpha=0,52$ donc c'est cette valeur que nous utilisons pour le calcul. Cette valeur est assez élevée mais se justifie selon Adam et Ebert (1978) qui préconise un coefficient de lissage élevé lorsque la demande est très changeante. Ceci s'explique aussi par le fait que le domaine des chauffe-eau est assez prometteur et donc se trouve dans une phase de forte expansion.

Les formules de prévisions sont :

$$P_t^1 = \alpha R_t + (1 - \alpha) P_{t-1}^1 \quad (I.1)$$

Avec :

P_t^1 = lissage exponentiel simple à l'année t

α = coefficient de lissage

R_t = demande réelle à l'année t

C'est la prévision pour le lissage exponentiel simple ;

$$P_t^2 = \alpha P_t^1 + (1 - \alpha) P_{t-1}^2 \quad (I.2)$$

P_t^2 = lissage exponentiel double (lissage du lissage simple) à l'année

C'est le lissage exponentiel double ou lissage du lissage exponentiel simple ;

$$P_t^3 = \alpha P_t^2 + (1 - \alpha) P_{t-1}^3 \quad (I.3)$$

P_t^3 = lissage exponentiel triple (lissage du lissage double) à l'an t.

Cette formule est le lissage triple correspondant au lissage du lissage double.

$$P_t^1 = \alpha R_t + (1 - \alpha) P_{t-1}^1 \quad (I.4)$$

$$P_t^2 = \alpha P_t^1 + (1 - \alpha) P_{t-1}^2 \quad (I.5)$$

$$a_t = 2 P_t^1 - P_t^2 \quad (I.6)$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (P_t^1 - P_t^2) \quad (I.7)$$

a_t et b_t sont les paramètres de lissage

Années	Valeur réelle (R_t)	P_t^1	P_t^2	a_t	b_t
2000	3277	3277	3606	2948	-356,416667
2001	3392	3336,8	3466,016	3207,584	-139,984
2002	4189	3779,944	3629,258	3930,629	163,24256
2003	4145	3969,773	3806,326	4133,220	177,067
2004	5493	4761,851	4303,199	5220,503	496,873

Tableau I-9 : Paramètres de lissage

A partir des ces données nous calculons la demande pour les prochaines années avec la formules de lissage exponentiel triple.

$$P_{t+T} = a_t + b_t.T \quad (I.8)$$

P_t est la prévision à la fin de l'année t (année de départ pour la prévision),

P_{t+T} la prévision de l'année $(t+T)$ calculée avec les données de l'année t .

a_t , b_t et T sont les paramètres de lissage calculés dans le tableau I-9.

L'année de départ pour le calcul de la prévision est 2004 mais le démarrage de l'usine est prévu pour 2007

On obtient ainsi :

Années	a_t	b_t	T	P_{t+T}
2004	5220,503081	496,8729825	0	
2005			1	5717
2006			2	6214
2007			3	6711
2008			4	7208
2009			5	7705
2010			6	8202
2011			7	8699
2012			8	9195
2013			9	9692
2014			10	10189
2015			11	10686

Tableau I-10 : Prévisions de la demande pour les prochaines années

Il faut noter que les données dont nous disposons s'étalent sur cinq années donc à partir de la troisième année de prévision la fiabilité du résultat devient moins précise.

I-5.3 Estimation de la part de marché :

Cette prévision que nous venons de faire représente les ventes en chauffe-eau espérées au Sénégal pour les années à venir. Nous devons maintenant estimer le pourcentage de vente que nous pourrions avoir

durant chaque année ce qui constitue notre part de marché. Cette part de marché dépend de plusieurs facteurs. En effet notre unité n'est pas encore connue, le produit se présenterait aussi comme nouveau pour la clientèle, mais aussi le coût initial peu élevé par rapport à certains chauffe-eau électriques. Mais tous ces facteurs semblant être désavantageux ne le sont pas et une bonne politique de marketing pourrait faire connaître le produit et ses avantages. Ainsi face à toutes ces incertitudes nous allons nous fixer un pourcentage de vente pour la première année de 25 %. Ce pourcentage pourra être réaménagé dès la deuxième année de production en fonction du comportement de la clientèle. Avec la connaissance du produit au fil du temps nous prévoyons une évolution annuelle de 5% du pourcentage des ventes. Les ventes prévues pour notre unité sont donc présentées sur le tableau ci-dessous.

Année	Prévision totale du marché	Pourcentage du marché (%)	Nombre de ventes prévues
2007	6711	25	1 678
2008	7208	30	2 162
2009	7705	35	2 697
2010	8202	40	3 281
2011	8699	45	3 914
2012	9195	50	4 598
2013	9692	55	5 331
2014	10189	60	6 114
2015	10686	65	6 946

Tableau I.11 : Estimation de la part de marché

Chapitre II : Etudes techniques

Elles portent essentiellement sur :

- Les procédés de fabrication
- Les caractéristiques et moyens de production
- Les besoins de l'entreprise
- L'aménagement de l'unité de production

II.1 Procédés de fabrication

Afin de déterminer les caractéristiques et moyens de production, il est nécessaire d'établir les différents procédés de fabrication du produit. Ainsi, les procédés de fabrication adoptés nous guideront dans le choix judicieux des machines et dans l'établissement de la chaîne de fabrication.

II.1.1 Procédés de fabrication du capteur

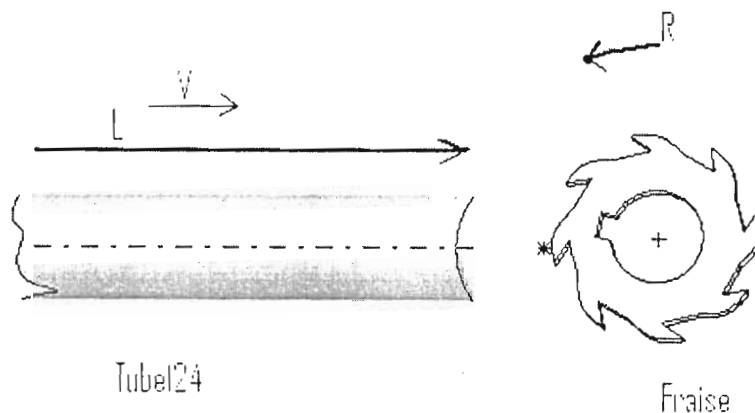
1. Découpage des tubes absorbeurs:

Ce sont des tubes en cuivre de diamètre 18mm et d'épaisseur 1.5mm qui sont découpés à des longueurs de 120 et 124 cm.



2. Fraisage des bouts des tubes124

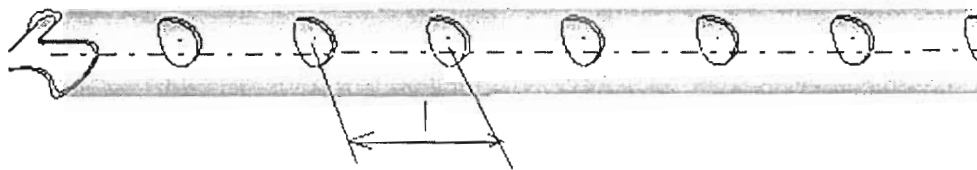
Les tubes124 subiront une opération de fraisage des bouts pour permettre la jonction avec un collecteur cylindrique intitulée piquage. On utilisera une fraise latérale de même diamètre que les collecteurs.



3. Découpage des tubes collecteurs

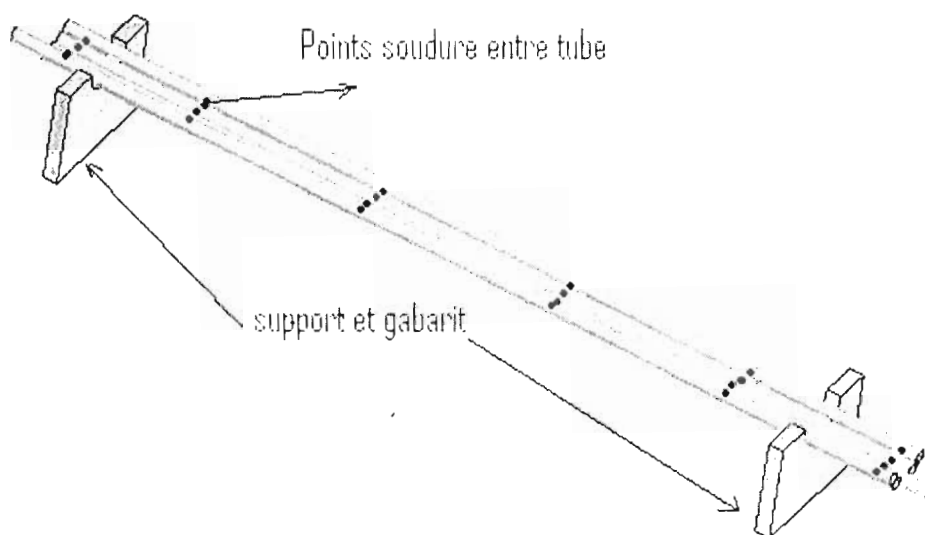


4. Perçage de tubes collecteurs



5. Assemblage des tubes par bloc de 5 tubes :

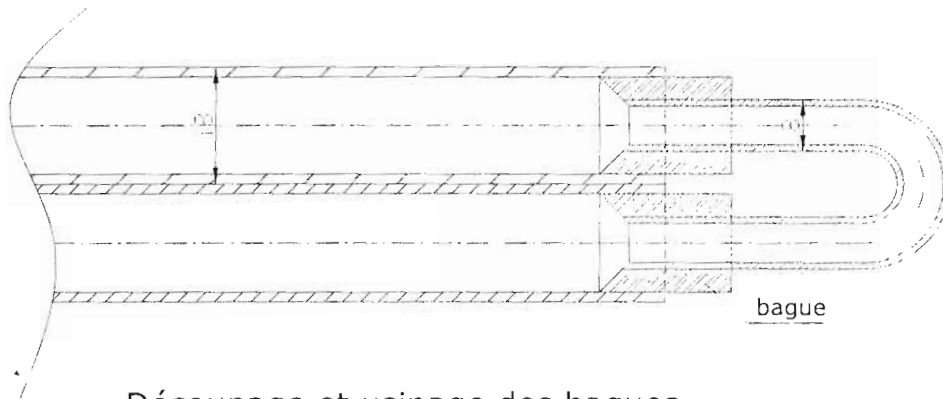
On utilisera des gabarits taillés d'un demi cercle de même rayon que celui de la courbure des bloc de tubes. Des points de soudure seront faits entre les tubes pour les maintenir en bloc.



6. Fabrication des connecteurs

Il s'avère très difficile de réaliser une interconnexion de deux tubes adjacents d'autant plus qu'il n'y a pas de coude fabriqué pour jouer ce rôle.

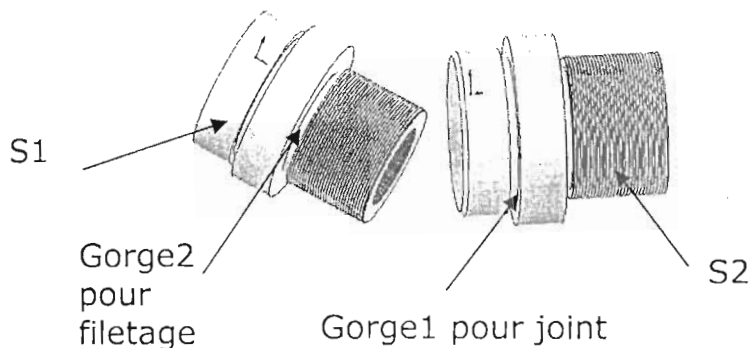
Nous avons donc adopté la technique de réalisation suivante



- Découpage et usinage des bagues
 - Découpage et cintrage des petits tubes
 - Montage bague tube Ø8 par soudo- brasage
 - Ensuite un chauffage des bouts des tubes Ø18 et emmanchement des bagues suffira pour assurer l'étanchéité bague tube Ø18.
- Les bagues seront réalisées avec un diamètre légèrement supérieur au diamètre intérieur des tubes Ø 18

7. Chariotage et filetage des bouchons des collecteurs

Il s'agit de deux bouchons pour chaque collecteur dont l'un sera percé pour permettre la liaison avec les appareils de l'extérieur. L'étanchéité sera assurée par un joint torique et un emmanchement du bouchon dans le tube.

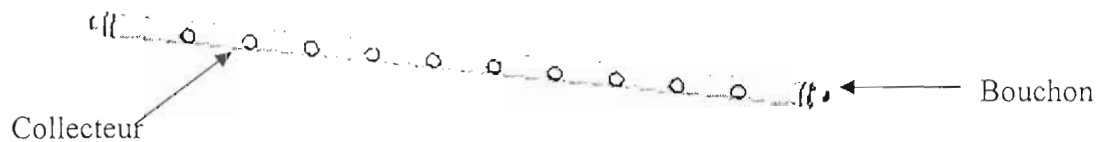


Gamme de fabrication

- ✓ Bouchon non percé
- Chariotage de S1
- Chanfreinage
- Réalisation de la gorge1
- Chariotage de S2
- Chanfreinage
- Réalisation de la gorge2
- ✓ Bouchon percé
- Idem
- Perçage du trou
- Filetage intérieur pour le raccordement

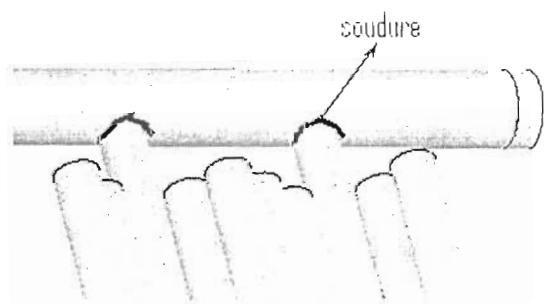
8. Assemblage bouchon-collecteur

Un montage serré est effectué avec un joint torique insérer dans la gorge1 pour assurer l'étanchéité.



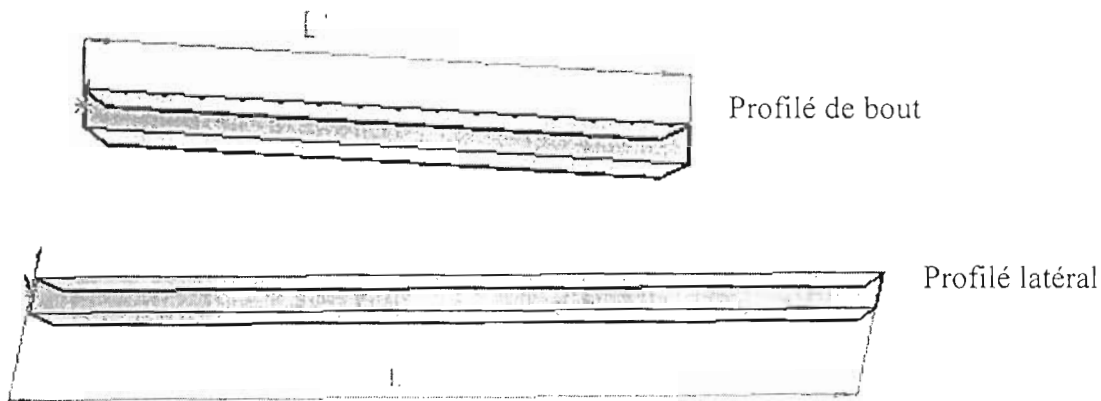
9. Assemblage collecteur- blocs de tubes

On assemble les blocs de tubes avec les collecteurs par soudage MIG.



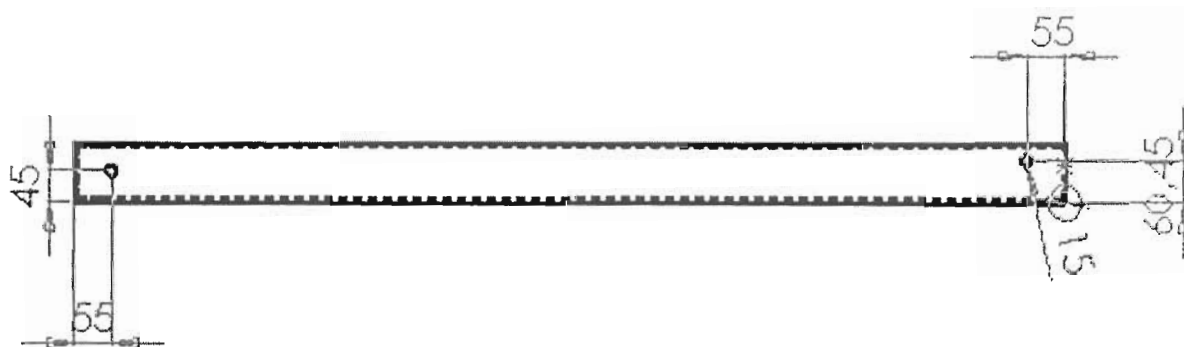
10. Découpage des profilés en U

On découpe les profilés à l'aide d'une scie suivant la forme ci-dessous.



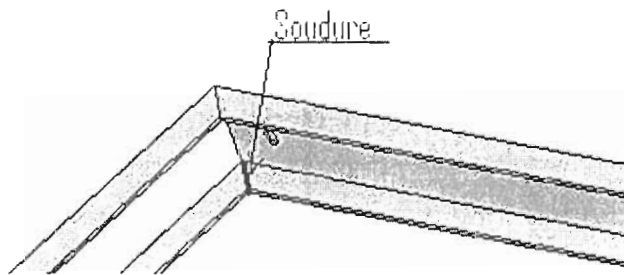
11. Perçage des profilés en U

Les profilés latéraux en U sont percés latéralement et sur la semelle supérieure pour permettre la liaison de la tubulure interne avec l'extérieure mais aussi l'assemblage par vis à tête fraisée avec les profilés en L. Chaque profilé comporte deux trous latéraux de diamètre 15mm et trois taraudés de diamètre 5mm sur la semelle supérieure. Quand aux profilés de bout, on effectuera uniquement deux trous taraudés de diamètre 5mm sur leur semelle supérieure pour le l'assemblage avec les profilés en L et la fixation du verre.

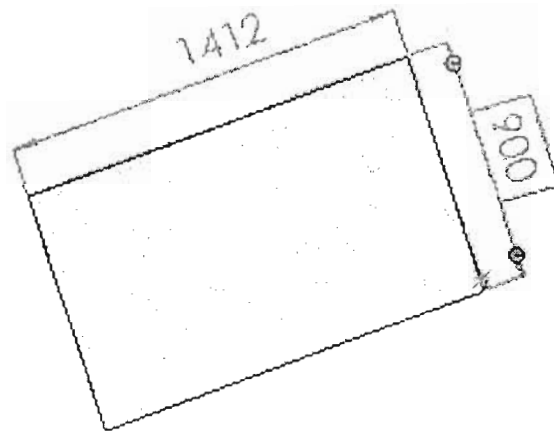


12. Assemblage par soudage de profilés en U

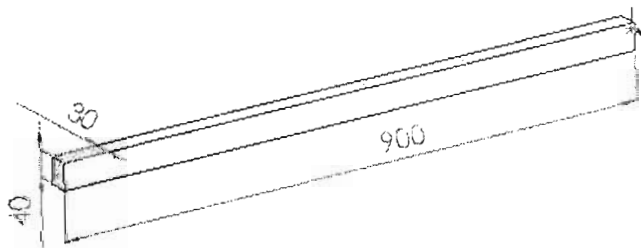
Après avoir effectué les découpages à l'angle des profilés en U, on procède à leur assemblage comme le montre le dessin ci-dessous. Cet assemblage se fait par soudage au Métal Inerte Gaz (MIG)



13. Découpage de la tôle arrière

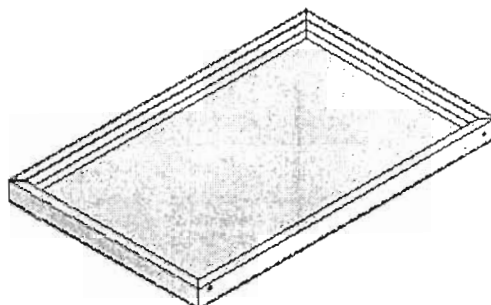


15. Découpage de la traversée support



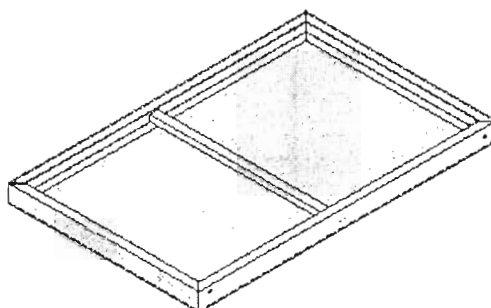
17. Assemblage cadre – tôle arrière

L'assemblage de la tôle arrière et le cadre se fera uniquement par rivetage.

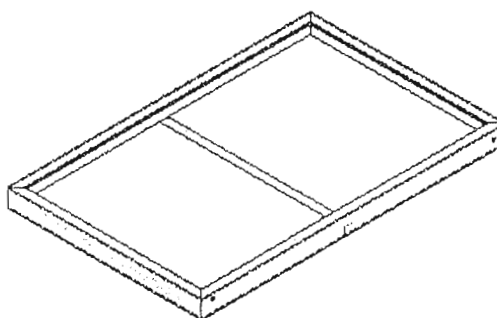


18. Montage de la traversée

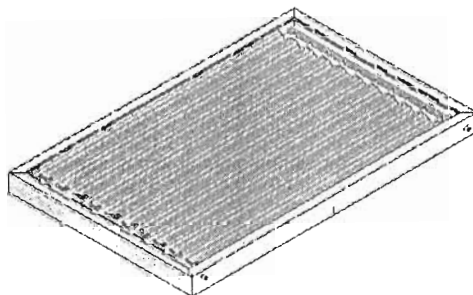
La barre est soudée avec le cadre au niveau de ses extrémités par le procédé de soudage MIG



19. Mise en place de l'isolant.

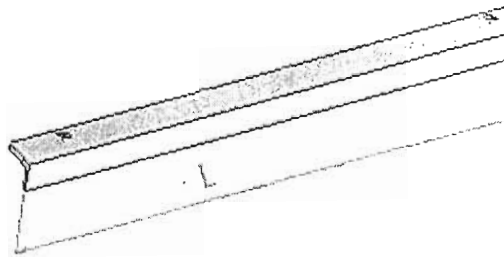


20. Montage de la tubulure



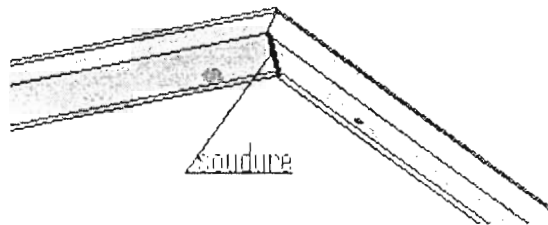
21. Découpage des profilés en L

Les profilés en L sont découpés aux mêmes longueurs que les profilés en U.



22. Assemblage des profilés en L

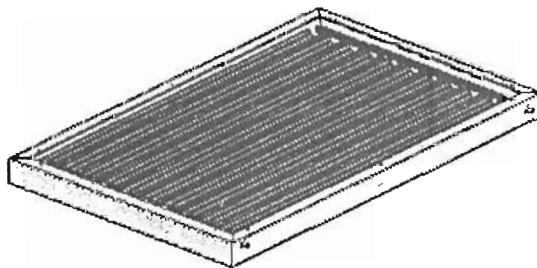
Cet assemblage est fait par soudage (MIG).



23. Perçage des cadres pour passage de vis d'assemblage

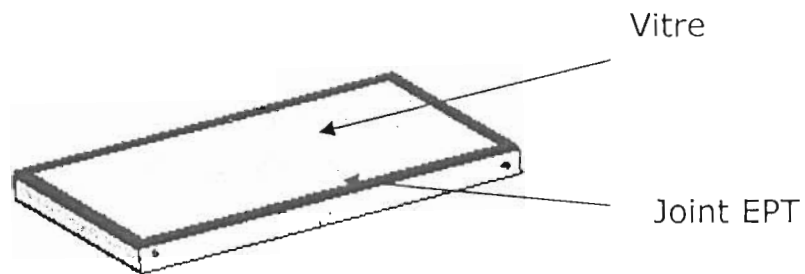
Les cadres supérieurs et inférieurs seront percés sur leur semelle supérieure. En plus on taraude manuellement les trous du cadre inférieur.

24. Peinture de la tubulure



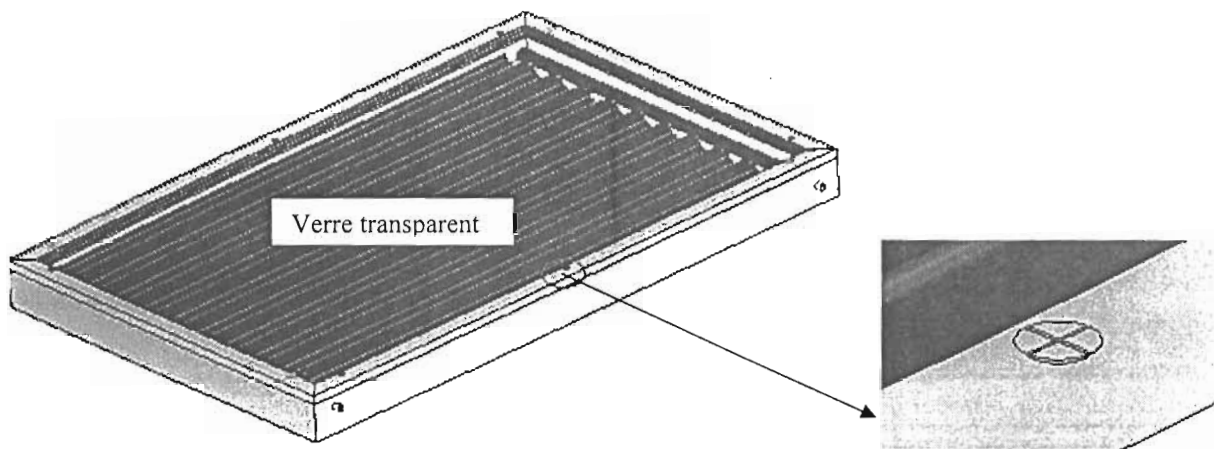
25. Montage de l'ensemble joint EPT- vitre :

On pose le premier joint ensuite le verre puis le deuxième tout en ajustant les trous de passage de la vis.



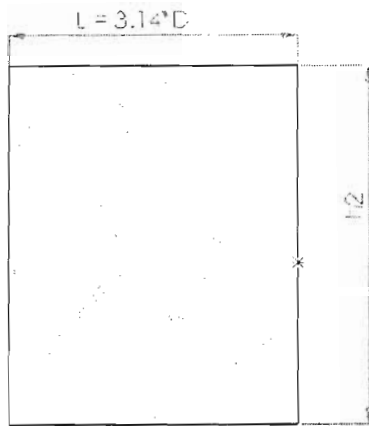
26. Montage du cadre supérieur et serrage

Après avoir posé les joints et le verre, on monte le cadre supérieur et on serre l'ensemble (cadre supérieur, joints et verre) sur le cadre inférieur par dix (10) vis à tête fraisée.

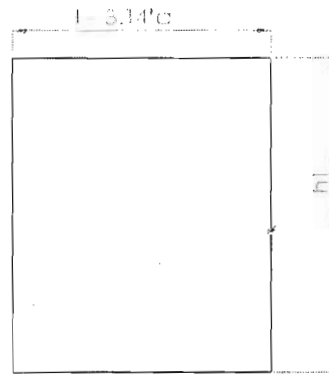


II.1.2 Procédés de fabrication du réservoir :

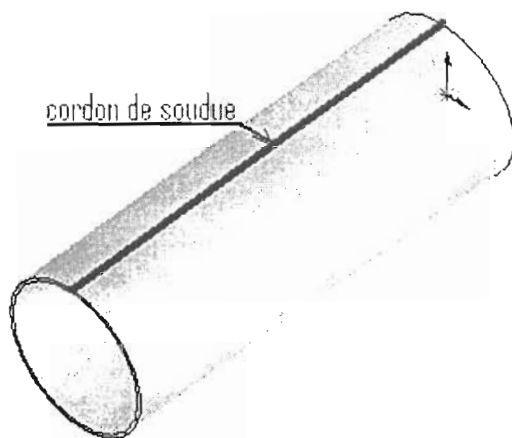
1 Fabrication de l'enveloppe latérale des cylindres



Découpage de la tôle du cylindre



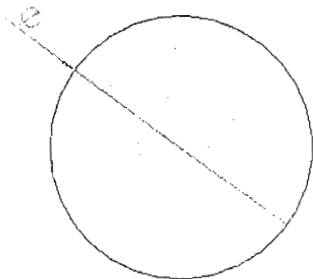
Découpage de la tôle du cylindre



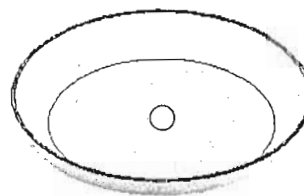
-Cintrage de deux cylindre (même procédé)

-Soudage à l'arc

2 Fabrication du fond de cylindre intérieur

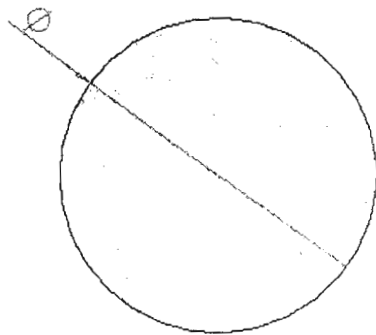


Découpage circulaire de la tôle de fond à un diamètre calculé tel qu'on ait la même aire que la cuve

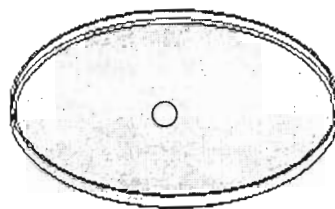


Emboutissage de la tôle puis on effectue un perçage au milieu pour le passage du raccordement hydraulique

3 Fabrication du fond de cylindre extérieure

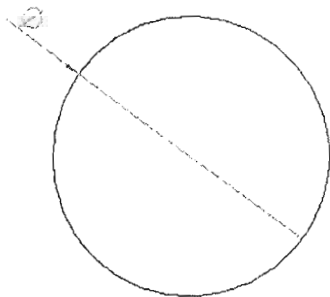


Découpage
circulaire

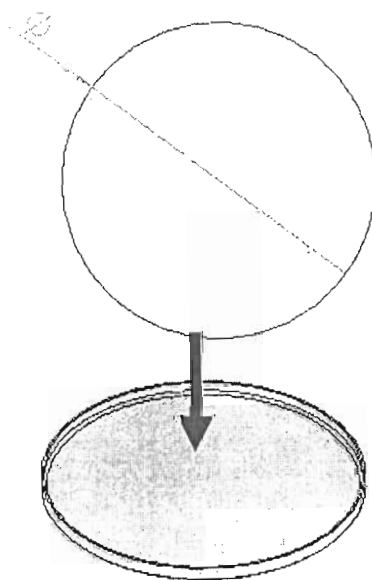


-Emboutissage
-Perçage

4 Réalisation de la couverture supérieure du réservoir

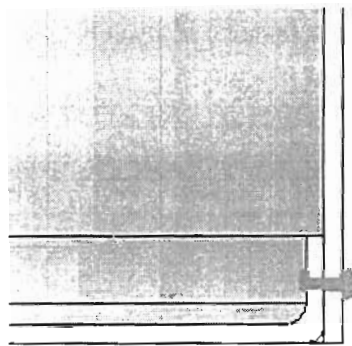


Découpage du
couvercle du
réservoir intérieur



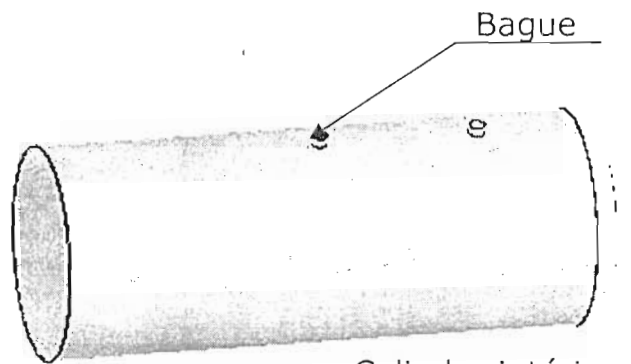
Découpage ; puis
emboutissage du
couvercle du réservoir
extérieur

5 Assemblage des fonds respectifs avec les cylindres



Cylindre extérieur

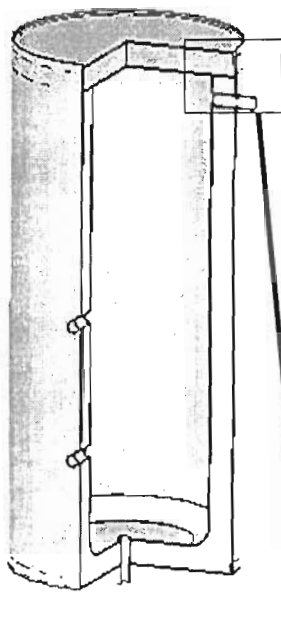
Montage par rivetage du couvercle fond



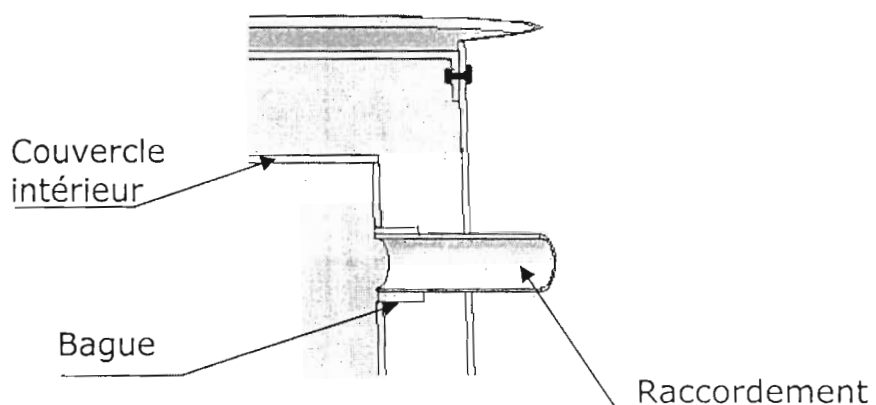
Cylindre intérieur

- Soudage des deux couvercles (supérieur et inférieur)
- Soudage des bagues

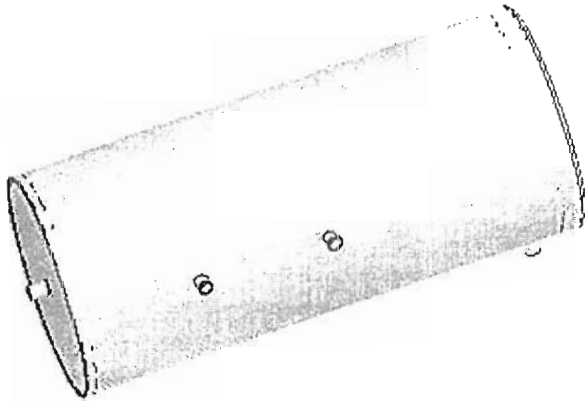
6 Assemblage des deux cylindres avec l'isolant et les raccords hydrauliques :



- Tenir le cylindre extérieur debout
- Mettre la couche de fond d'isolant
- Faire entrer le cylindre intérieur
- Monter les raccords hydrauliques
- Mettre l'isolation latérale
- Mettre l'isolation supérieure
- Assemblage par rivetage du couvercle extérieur



7 Le réservoir résultant



Produit fini de
réservoir de
stockage

II.1.3 Synthèse des procédés

Les divers procédés étudiés ont pour la plupart en commun les mêmes opérations élémentaires rencontrées en ouvrage métallique. Cela constitue un avantage certain dans la mesure où une machine pourra à la fois confectionner plusieurs composants réduisant ainsi le coût des équipements de mise en œuvre.

II.2 Caractéristiques des moyens de production :

La définition des caractéristiques des moyens de production reposera essentiellement sur le choix des équipements de production.

II.2.1 Choix des machines

Le choix des machines est étroitement lié au processus de fabrication et au volume de la production. Il doit reposer sur une analyse aussi précise que possible des conditions futures de fonctionnement.

Après avoir recueilli une documentation à travers certaines structures de ventes locales et les catalogues de certains fabricants étrangers via l'Internet, notre choix porte sur les machines suivantes :

Machine pour découpage et cintrage des tôles

Nous avons choisi la MABI 16-3 Rohrblitz qui entre en ligne compacte de fabrication des tuyaux assistés par ordinateur. Elle permet de planer, couper, poinçonner, moulurer et cintrer. Elle est appropriée à la découpe des tôles droites, au cintrage et assemblage des bords de cylindre.

Cette machine peut mémoriser des dizaines de programmes qui peuvent être appelés séparément en appuyant simplement sur une touche.

Les autres caractéristiques de la machine sont les suivantes :

- ✓ Longueur de tôle max : 10m
- ✓ Largeur de la tôle standard 1m et spécial 1,25m ;
- ✓ Moulurage longitudinal au début ou à la fin de la découpe de tôle ;
- ✓ Moulure des deux cotés ;
- ✓ Plus petit diamètre du tuyau 80mm ;
- ✓ Plus grand diamètre= découpe de tôles pour réservoir ;
- ✓ Détails techniques
 - Courant électrique 380 V
 - Air comprimé 10 bars
 - Longueur 1500mm
 - Largeur 2200mm

- Hauteur 1000mm
- Masse environ 1600kg

Le MABI 16-3 Rohrblitz pourra être utilisé pour la découpe des tôles planes pour fond de capteur, pour la réalisation du cylindre extérieur, le cintrage du cylindre intérieur.

Machine coupe tubes

Nous avons besoin d'une machine pour la découpe des tubes de différents diamètres à une cadence assez élevée. Ainsi nous avons trouvé une machine col de cygne spécialisée dans le découpage à section droite ou en gaille de loup de tubes qui présente les caractéristiques suivantes :

- Alimentation 220/380 V ; 50 Hz
- Puissance du moteur 4,5 kW
- Dimensions 1200 × 1000 × 2300 mm
- Deux tubes par cycle
- Durée du cycle 8 secondes
- Type 40 CCH

Tour parallèle à fileter et à charioter

➤ Caractéristiques

- Entre pointes : 1625 mm
- Hauteur de pointes : 260 mm
- Diamètre au dessus du banc : 530 mm
- Diamètre admis dans le rompu : 770 mm
- Diamètre au dessus du chariot longitudinal : 475 mm
- Diamètre au dessus du chariot transversal : 325 mm
- Alésage de broche : 68 mm
- Puissance moteur : 7 kW
- Type : RAMO ALTAIR 5.3

➤ Equipements

- Mandrin 3 mors AMESTRA Ø 250 mm

- Tourelle à changement rapide avec un porte-outil
- Visualisation numérique 3 axes FAGOR
- Arrosage
- Graissage centralisé des chariots
- Frein électromagnétique

Cette machine sera utilisée pour la réalisation de toutes les opérations pour la fabrication des bouchons des collecteurs et le perçage de bagues de connecteur.

Perceuse à colonne

- Performance de perçage maximum 20mm
- Profondeur de forage 80mm
- Déchargement 170mm
- Plaque de table 290mm
- Réglage d'angle total 90/0/90 degrés sans coupe
- Moteur 450W
- Surface d'appui 440×250mm
- Régime 210 -2760 mn
- Niveau acoustique LPA max 70db
- Type 160 CM

Cette machine sera utilisée pour le perçage des collecteurs.

Poste de soudure à l'arc

Nous avons besoin d'un poste de soudure à l'arc électrique pour la confection des réservoirs. Dans le commerce, nous avons choisi un poste type C2 ayant les caractéristiques suivantes :

- Fréquence 50 Hz
- Intensité primaire à vide 3 A
- Intensité en marche 45 A
- Tension absorbée 220 V
- Tension à vide 65 V
- Intensité de soudage minimale 25 A ; 25 V

- Intensité de soudage maximale 300 A ; 32,5 V
- Facteur de marche à 60% 300 A
- Classe d'isolation C3

Poste de soudure MIG

Les postes de soudure MIG seront utilisés pour toutes les opérations de soudage qui interviennent dans la réalisation du capteur. Nous avons choisi dans le commerce le type de poste de soudure MIG 190 Combi/A adapté pour fil fourré dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Alimentation: 230/400 Volt
- Fréquence: 50/60 Hz
- Puissance maxi: 3,4 kVA (60%)
- Fusible: 16/30 Ampères.
- Puissance de sortie: 17-34 Volt
- Réglage: 30-200 Ampère
- 150 Ampères/35%; 100 Ampères/60%; 85 Ampères/100%
- Diamètres de fils: Acier 0,6-1,0 mm, Alu 0,8-1,0 mm.
- Classe d'isolation: H
- Sécurité: IP 21
- Poids: 69 kg

Presse pour emboutissage

Cette machine est destinée pour la confection des bases des réservoirs. Elle peut être utilisée pour d'autres types de réalisations car la capacité de production n'est pas totalement exploitée au départ. C'est une presse horizontale pour découpage et emboutissage dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Nombre d'heures de fonctionnement 10 000 à 15000 heures
- Dimensions 1300×1480×1150 mm
- Poids 950 Kg
- Force 10 T
- Nombre de coups/minute 150

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| ▪ Puissance du moteur | 5 Ch = 3,8 kW |
| ▪ Alimentation | 3 ~ 220/380 V, 50 Hz |
| ▪ Type | combi 10 |
| ▪ Fabricant | WIRTH/ France |

Compresseur à air

Il est utilisé pour l'alimentation en air comprimé de la MABI 16 -3 et pour tout autre besoin en air comprimé dans l'atelier. Nous avons choisi le compresseur à vis dont les caractéristiques sont :

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| ▪ Niveau acoustique à 1m | 72 dB |
| ▪ Dimensions | 1960×520×1020 mm |
| ▪ Poids | 190 Kg |
| ▪ Débit d'air | 750l/mn |
| ▪ Puissance du moteur | 5,5 kW |
| ▪ Pression de sortie | 10 bars |
| ▪ Capacité de la cuve | 270 litres |
| ▪ Marque | BOTTARINI AIR KRONE |

D'autres machines sont indispensables dans tout atelier d'ouvrage métallique même si elles ne sont pas directement liées au processus de fabrication. Ainsi nous prévoyons les équipements suivants :

- Une meule
- Une cisaille à la main
- Une perceuse manuelle
- Un chalumeau de chauffage

II.2.2 Autres équipements

A côté des machines de production nous aurons besoins de certains équipements tel que :

- Des armoires de rangement des outils et accessoires des machines
- Des tabliers métalliques

II.3 Besoins de l'entreprise

Après avoir choisi notre processus de production et défini les caractéristiques des moyens de production, nous allons déterminer de manière exhaustive les besoins de l'entreprise tant pour la période d'investissement que pour la période d'exploitation.

II.3.1 Période d'investissement

Les besoins en investissement reposent essentiellement sur : les constructions du génie civil, les machines, le matériel roulant, le matériel et mobilier de bureau, le fond de roulement. A cela viennent s'ajouter les équipements divers et imprévus.

a. Les constructions du génie civil

Les besoins en construction du génie civil sont exprimés en surface bâtie présentés sous la rubrique suivante.

- Bâtiments industriels (Atelier de production) 600m²
- Bâtiments administratifs et services annexes (magasins, poste de sécurité etc.).....358m²
- Voirie (bitume).....685m²

b. Les machines :

- ✓ 1 MABI 16-3 Rohrblitz
- ✓ 1 Machine coupe tubes
- ✓ 1 Tour parallèle à fileter et à charioter
- ✓ 1 Perceuse à colonne
- ✓ 1 Poste de soudure à l'arc
- ✓ 3 Postes de soudure MIG
- ✓ 1 Presse pour emboutissage
- ✓ 1 Compresseur à air
- ✓ 1 meule
- ✓ 1 cisaille à la main
- ✓ 1 perceuse manuelle
- ✓ 2 dérouleurs MABI 5 A

c. Le matériel roulant

Il se compose essentiellement d'un camion de liaison, d'un car pour le transport du personnel, d'une voiture de service, et d'un chariot élévateur pour la manutention.

d. Le matériel et mobilier de bureau

On retrouve dans cette rubrique :

- Quatre ordinateurs de bureaux (directeur, secrétariat, ingénieur et service achat et vente) ;
- Une photocopieuse ;
- Une dizaine de table pour bureau et autres services ;
- Une quarantaine de chaises dont dix dans la salle de réunion, cinq dans le bureau d'étude et le reste est réparti dans les bureaux et autres services ;
- Six (6) armoires de rangement pour bureaux ;
- Et les fournitures et matériel divers de bureaux.

e. Fond de roulement

Il représente les actifs disponibles pour garantir la capacité de l'entreprise à faire face à ses dettes à court terme. Ainsi pour la période d'investissement, il sera tenu compte du fond roulement pour la première année.

II.3.2 Période d'exploitation

Les besoins d'exploitations sont les besoins liés à l'activité normale de l'entreprise. Ils regroupent les matières premières, l'eau, l'énergie, les ressources humaines, les équipements d'exploitation et les services annexes.

a. Les matières premières (voir annexe II.1)

L'ensemble capteur réservoir nécessitera :

- 2×4,656 m de profilés en U (40×80×40×4) et en L (40×20×4) d'aluminium ;
- 60,8 m de tubes Ø18 en cuivre ;
- 1,772 m de tubes Ø30 en cuivre ;
- 5,08 m² de tôle galvanisée d'épaisseur 2 mm ;
- 0,9 m de profilé plein rectangulaire en aluminium de section 30×40mm.
- 1,26m² de verre d'épaisseur 4 mm ;
- 155,3 dm³ de polystyrène expansé ;
- Et des composantes annexes (bagues, bouchon ...).

Ces résultats combinés avec ceux de la prévision de la demande nous permettent d'établir le tableau II.1 qui donne les besoins en matières premières des dix (9) prochaines années.

Années	Dem/a n	Profilés en U (m)	Profilés en L (m)	tubeØ18 (m)	tubeØ30 (m)	Tôle galva (m ²)	Traver- sé(m)	Verre (m ²)	Isolant (m3)
2007	1678	7812	7812	102009	2973	8523	1510	2114	261
2008	2162	10068	10068	131474	3832	10985	1946	2725	336
2009	2697	12556	12556	163960	4779	13699	2427	3398	419
2010	3281	15275	15275	199466	5813	16666	2953	4134	509
2011	3914	18225	18225	237994	6936	19885	3523	4932	608
2012	4598	21407	21407	279543	8147	23356	4138	5793	714
2013	5331	24820	24820	324113	9446	27080	4798	6717	828
2014	6114	28465	28465	371703	10833	31056	5502	7703	949
2015	6946	32340	32340	422315	12308	35285	6251	8752	1079

Tableau II.1 : Besoins en matières premières.

b. L'eau :

L'eau est essentiellement utilisée dans l'usine pour les besoins domestiques et pour l'arrosage de l'espace vert. Nous supposons que l'unité n'a pas un besoin en eau en quantité considérable. Ainsi il sera inclus dans les majorations pendant l'étude financière.

c. L'énergie :

Les besoins en énergie repose sur l'électricité et le carburant pour le fonctionnement des véhicules.

➤ Estimation du besoin en carburant.

On considère que le camion fera au maximum 200 km/j ce qui fera en moyenne un aller-retour (140km) sur Dakar et quelques trajets annexes. Quant au car du personnel on estimera le trajet journalier de 20km ce qui correspond environ à quatre parcours par jour entre l'usine et la ville et la voiture de service à 30km/j.

La consommation moyenne du camion en carburant est de 0,13l/km, celle du car personnel est 0,115l/km et celle de la voiture de service 0,1l/km.

Le temps de fonctionnement de l'unité est de 8 heures par jour ouvrable et nous avons 5 jours ouvrables dans la semaine et 52 semaines par an. Nous aurons donc :

- Consommation annuelle du camion
 $200 \times 0,13 \times 5 \times 52 = 6760 \text{ l de gasoil par an.}$
- Consommation annuelle du car personnel
 $20 \times 0,115 \times 5 \times 52 = 598 \text{ l de gasoil par an.}$
- Consommation annuelle de la voiture de service
 $30 \times 0,1 \times 5 \times 52 = 780 \text{ l de gasoil par an.}$

Total consommation : 8238 l de gasoil par an.

➤ Estimation des besoins en électricité :

L'électricité est consommée par les équipements de production, les équipements de bureau et par l'éclairage.

Consommation des équipements de production :

- 1 MABI 16-3 Rohrblitz 5kW ; coef d'utilisation = 0,8
Puissance réelle $5 \times 0,8 = 4 \text{ kW}$
- 1 Machine coupe tube CCH 4,5 kW ; coef d'utilisation = 0,8
Puissance réelle $4,5 \times 0,8 = 3,6 \text{ kW}$
- Un tour parallèle Type : RAMO ALTAIR5.3 7kW ; Coef d'utilisation = 0,6
Puissance réelle $7 \times 0,6 = 4,2 \text{ kW}$
- 1 Perceuse à colonne type 160 CM 0,45 kW ; Coef d'utilisation = 0,8
Puissance réelle $0,45 \times 0,8 = 0,36 \text{ kW}$
- 1 Presse pour emboutissage type combo 10 3,8 kW ; coef d'utilisation = 0,8
Puissance réelle $3,8 \times 0,8 = 3,04 \text{ kW}$
- 1 Poste de soudure à l'arc
Puissance installée : $300 \times 32,5 = 9,775$
Facteur d'utilisation = 60%
Puissance d'utilisation max $0,6 \times 9,775 = 5,85 \text{ kW}$
- 3 Postes de soudure MIG type combi/A 3,4 kW
Puissance maxi à 60% : $3 \times 3,4 = 10,02 \text{ kW}$
- 1 Compresseur à air 5,5 kW ; Coef d'utilisation = 0,8
Puissance réelle $0,8 \times 5,5 = 4,4 \text{ kW}$

Puissance consommée par les équipements de production = **35,47 kW**

Puissance consommée par les lampes et équipements de bureau $\approx 5 \text{ kW}$

Consommation totale électrique = 40,47 kW

d. Les besoins en ressources humaines :

➤ **Composition :**

Le personnel de l'unité sera composé de :

Un directeur d'usine ;

Un ingénieur en génie mécanique (bac +5ans minimum);

Un technicien supérieur en génie mécanique et productique ;

Un technicien supérieur en comptabilité et finance ;

- Une secrétaire de direction (Bac plus formation en bureautique) ;
- Deux gardiens (Société de gardiennage) ;
- Deux chauffeurs plantons (Permis C, BFEM) ;
- 9 ouvriers ;
- Un technicien de surface (jardinier).

➤ **Définition des fonctions :**

Le directeur de l'usine

Il sera responsable de l'unité. Il décide et oriente les programmes de prévention et les activités nécessaires afin de protéger la santé et la sécurité du personnel qui oeuvrent dans son entreprise.

Il s'assure d'une implication et d'un engagement formel des membres de son équipe de gestion et s'assure d'un déploiement uniforme pour l'ensemble de son usine sur ses orientations. De plus, il planifie, organise, dirige et contrôle les ressources et les actions nécessaires à l'application des programmes de prévention.

L'ingénieur en génie mécanique :

Il sera à la fois le responsable de la production et le chef de maintenance des équipements. Il aura la charge d'assurer une marche continue et efficace de l'unité. Il établit les plans de production, les plans de maintenance, la gestion des stocks, la gestion de la main d'œuvre. Il propose et conçoit de nouveaux produits qu'il soumet au directeur de l'unité. En outre, il fait l'analyse de faisabilité de nouveaux projets.

Le technicien supérieur en Génie mécanique et productique :

Jeune et dynamique, il sera le chef d'atelier et le responsable technique de l'atelier. Il assure la bonne marche des équipements de production. Il gère le planning de maintenance (préventive) de ceux-ci et s'assure de la Salubrité et l'ordre dans l'atelier.

Le technicien supérieur en comptabilité et finance :

Il est le responsable du service achat et vente. Il s'occupera des salaires, de la gestion courante des besoins de l'atelier. Il met à jour les divers documents comptables de l'unité, gère le compte bancaire de la société, négocie les contrats avec les partenaires en coordination avec l'ingénieur, effectue les dépenses des achats nouveaux, établit les comptes de résultat comptables. Il doit assurer le volet marketing et informe les clients des nouvelles opportunités de l'entreprise.

La secrétaire de direction :

Elle s'occupe du traitement du courrier (arrivé et départ), classe les documents, reçoit les appels téléphoniques, les fax et joue un rôle d'intermédiaire entre le directeur et le reste de l'usine. Elle maintient le contact avec les fournisseurs et les clients. Elle saisit les documents (lettres, circulaires, note de service...).

Les ouvriers :

Ils auront le profil d'un BEP technique (chaudronnerie, ouvrages métalliques) et devront être jeunes et dynamiques. Ils subiront une petite formation interne à la conduite du MABI car ils devront être polyvalents dans l'atelier. Le choix du nombre d'ouvriers est basé sur la répartition et la chronologie des différents travaux opérés dans l'atelier.

Les gardiens :

Ce seront des agents d'une société de gardiennage de la place. Ils seront postés à l'entrée principale de l'usine et s'occuperont de la sécurité et de l'accueil des visiteurs avant leur intronisation ; ils relèveront les entrées et sorties du camion de liaison ainsi que les horaires et l'identité des visiteurs.

Les chauffeurs - plantons :

Ils seront au nombre de deux et seront titulaires d'un permis de catégorie C. Ils conduiront et entretiendront le car du personnel et le camion de liaison. Ils assureront à travers le camion l'acheminement des produits finis vers les succursales de vente à l'intérieur du pays, s'occuperont de l'approvisionnement en matière première de l'unité. Ils seront aussi chargés du transport permanent du personnel à travers le car. Enfin, ils effectueront les petits achats de l'unité avec la voiture de service, le transfert des courriers et le règlement des différentes factures.

Le technicien de surface :

Il sera chargé de la salubrité du bâtiment administratif et ses alentours et de l'entretien permanent de l'espace vert. Pour une bonne conduite de ses tâches il devra avoir un niveau minimum de BFEM et une formation ou expérience en jardinage. Il doit périodiquement assurer un nettoyage global de toute l'usine.

e. Les équipements divers d'exploitation

Ils constituent l'ensemble des équipements nécessaires pour l'exploitation continue des machines. Ils se composent essentiellement de :

Les bouteilles de gaz pour les soudages MIG ;

Les rouleaux de fils fourrés (MIG);

Les baguettes de soudage à l'arc ;

Les casques de soudage ;

Les outils de coupe pour tournage et perçage;

Les tenues des ouvriers ;

Les réglettes ;

Les pinces à rivet ;

Les limes ;

Etc.

II.4 La localisation et l'aménagement de l'unité

II.4.1 La localisation

Le terrain prévu pour cette usine se trouve dans la localité de Keur Madaro Niang qui est un village sur la route nationale situé de 3 à 5 km de Thiès en allant vers Diourbel. En effet un terrain de $32\,729\text{m}^2$ est affecté à un projet d'industriel qui doit regrouper deux usines : notre usine et une autre qui est une usine de séchage solaire dont les études ont été déjà faites. Ce site présente certains avantages d'autant plus qu'il participera à la décentralisation du tissu industriel mais aussi la proximité du monde ouvrier. IL y a aussi la facilité d'accès avec la route nationale et la position centrale par rapport au pays pour les ventes du produit.

Notre unité doit disposer du 1/3 de l'espace disponible. Ainsi nous disposons d'un maximum de $10\,910\text{m}^2$ de terre pour nos ateliers et les différents services. Les données topographiques du terrain global donnent

Longueur maximale = 234,47m

Largeur maximale = 199,49m

Notre unité se situera à la partie ouest du terrain avec les dimensions :

Longueur maximale = 199,49m

Largeur requise = 50m

Le calcul de l'aire totale occupée pour ces dimensions donne $10\,783\text{m}^2$.

II.4.2 L'aménagement général :

C'est la disposition générale des bâtiments, des services et des équipements importants. La forme de l'espace disponible va influencer sur la disposition de nos infrastructures. Cependant l'aire allouée pour l'implantation est largement supérieure au besoin de l'unité. Il est donc nécessaire de scinder une partie dont la disposition est justifiée par son accessibilité et l'optimisation de l'exploitation du terrain. Nous avons donc

utilisé la partie nord en face de la route nationale de dimensions 50×80m (voir Plan du terrain).

Les différents locaux qui constituent l'usine sont le bâtiment administratif, l'atelier de fabrication, le bâtiment abritant les magasins et les vestiaires, le poste de sécurité, le poste électrique et le poste de compresseur d'air. Un atelier de maintenance et un service médical sont aussi prévus dans l'aménagement en cas de besoin d'extension. En effet, au départ, la santé du personnel sera assurée par une structure externe avec une prise en charge de l'entreprise de même que la maintenance des gros œuvres sera effectuée par sous-traitance. La disposition des différents locaux est illustrée au dessin plan de masse de la structure. Les règles de proximité entre les différents locaux sont établies avec la méthode SLP.

La circulation à l'intérieur de l'usine est facilitée par un espace goudronné qui relie les différents services et les deux parkings.

On observe dans le flanc gauche de l'entrée de l'usine le bâtiment administratif devant lequel est aménagé un espace vert avec un parking d'exposition des produits fabriqués. Tout juste après le bâtiment administratif se trouve l'atelier de production.

En face de l'atelier de production sont alignés les magasins de matières premières et de produits finis, les vestiaires et les toilettes pour les ouvriers.

On retrouve également un poste de sécurité à l'entrée de l'usine, un poste de transformateur et un local compresseur derrière l'atelier de production.

II.4.3 L'aménagement détaillé :

Cette phase est présentée sous forme d'un ensemble de dessins et de plans qui montrent l'emplacement de chaque élément.

Ainsi nous avons établi les plans détaillés du bâtiment administratif et de l'atelier de fabrication.

Pour ce qui est du bâtiment administratif, il abrite six (6) bureaux composés :

Du bureau du directeur ;

Du service achat et vente ;

Du bureau d'étude ;

Du bureau de l'ingénieur ;

Du secrétariat du directeur ;

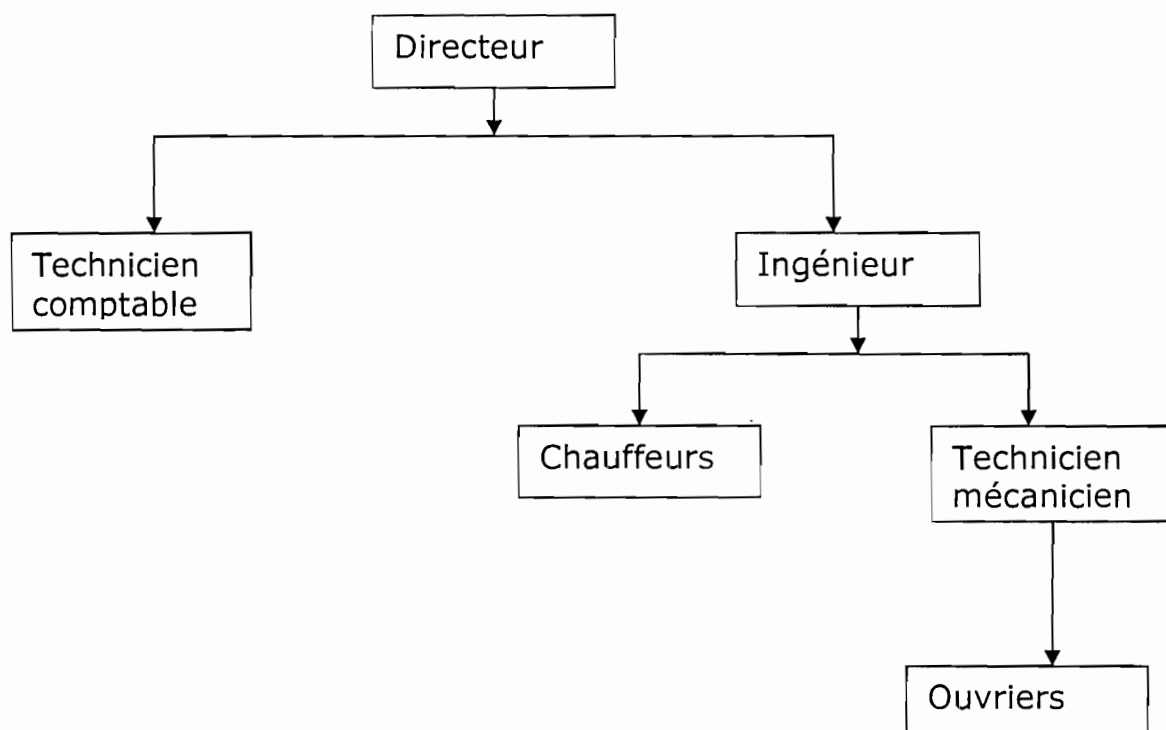
D'une salle de réunion ;

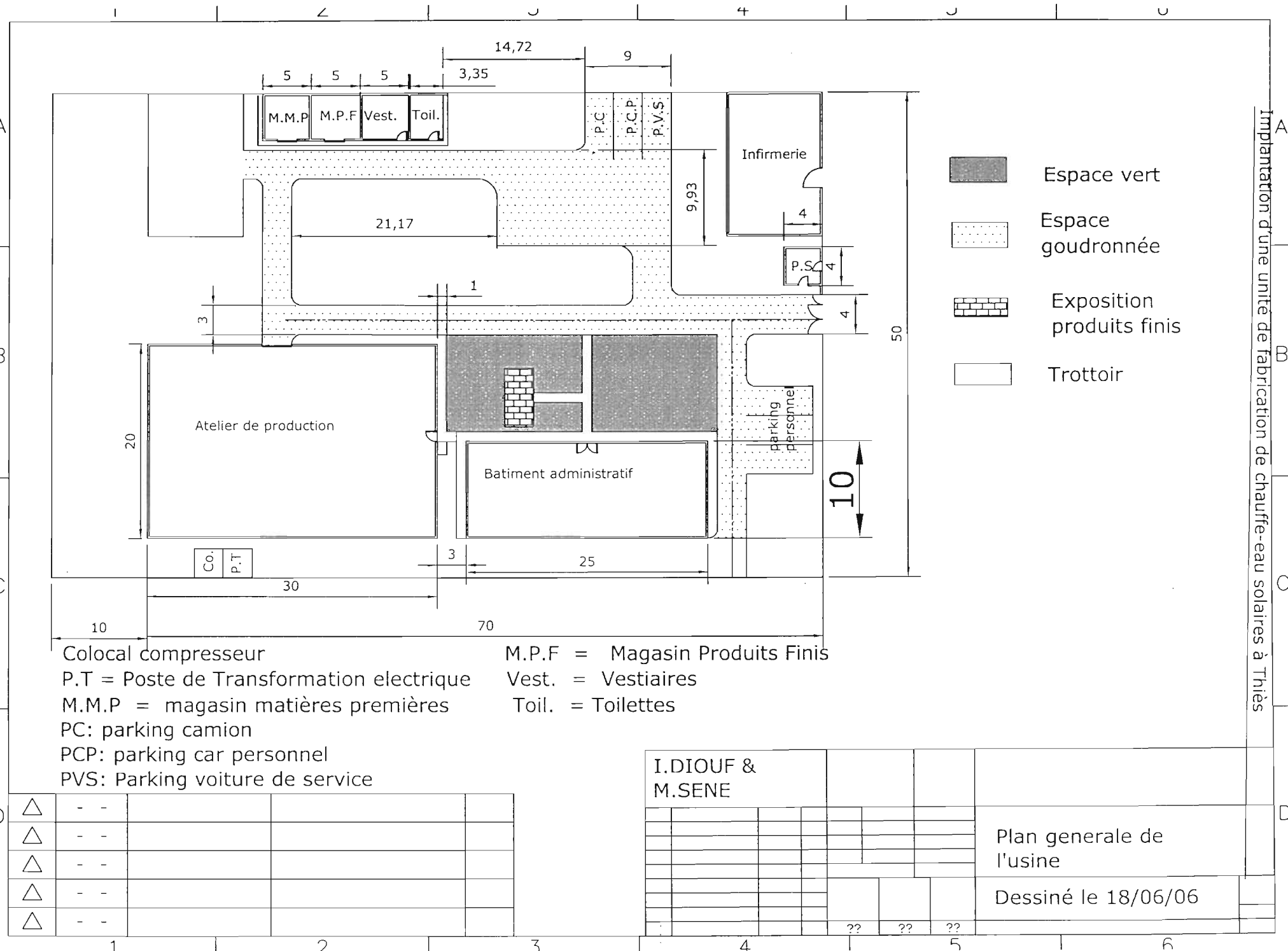
Et de deux toilettes (pour hommes et pour femmes)

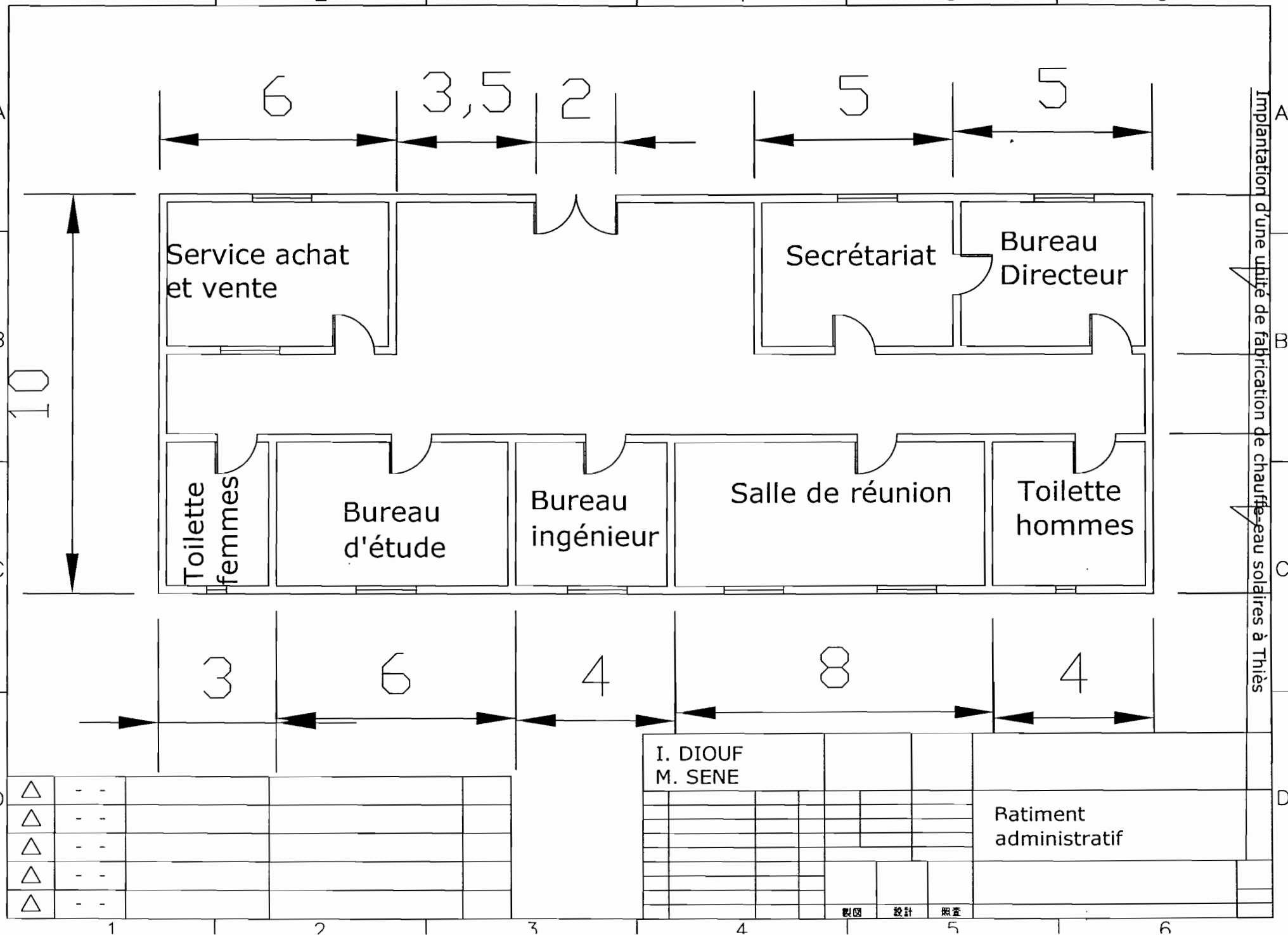
A l'entrée du bâtiment administratif est aménagé un hall qui servira d'un lieu d'attente des visiteurs et d'affichage des informations.

Quant à l'atelier de production, il possède une capacité portante des planchers courants. La structure est relative aux normes des constructions industrielles, l'aération et la luminosité ne posent aucun problème. La disposition des machines dans l'atelier prend en compte la circulation des produits et des personnes.

Organigramme de l'unité.







Implantation d'une unité de fabrication de chauffe-eau solaires à Thiès

A

B

C

D

1

2

3

4

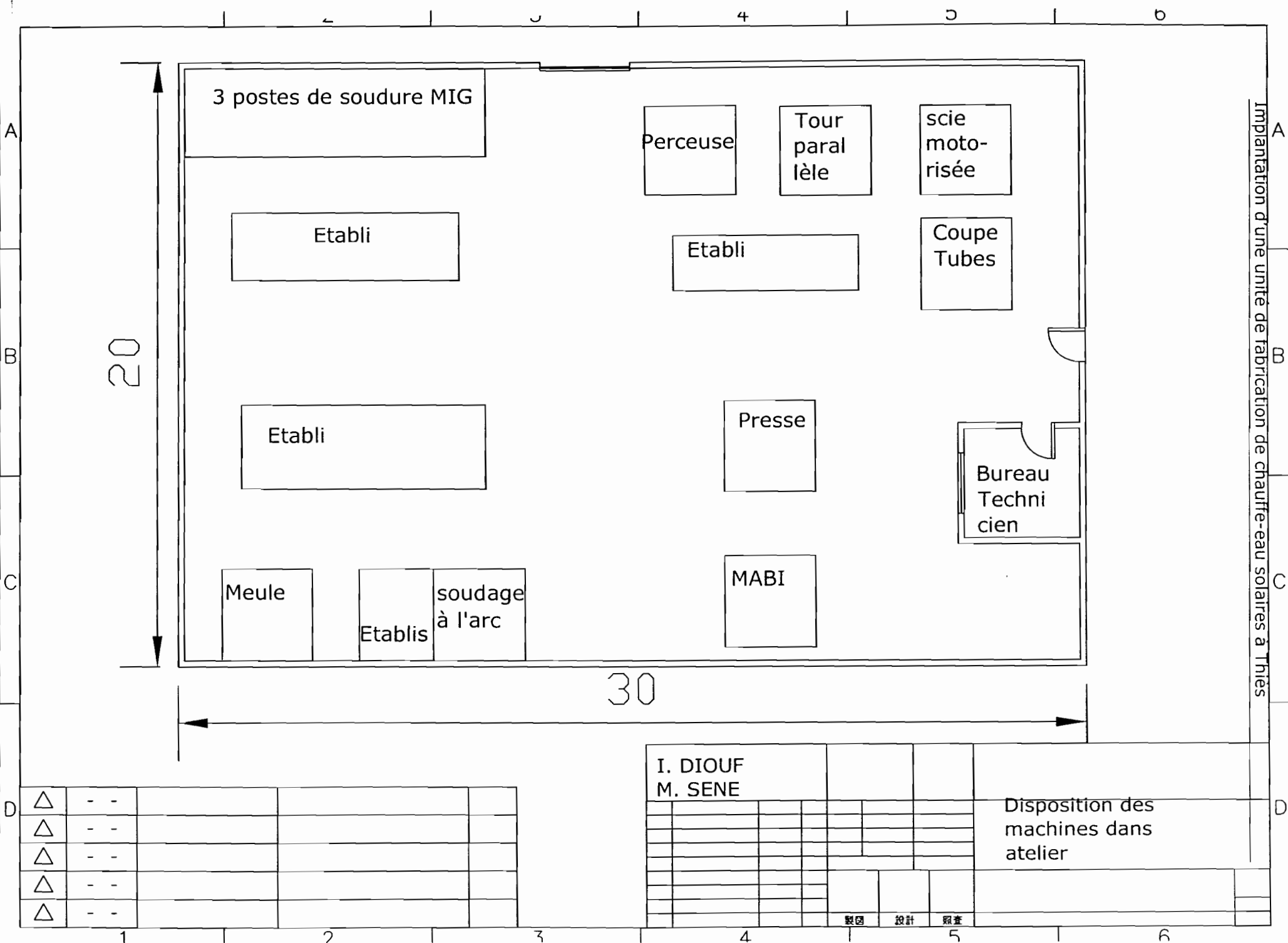
5

6

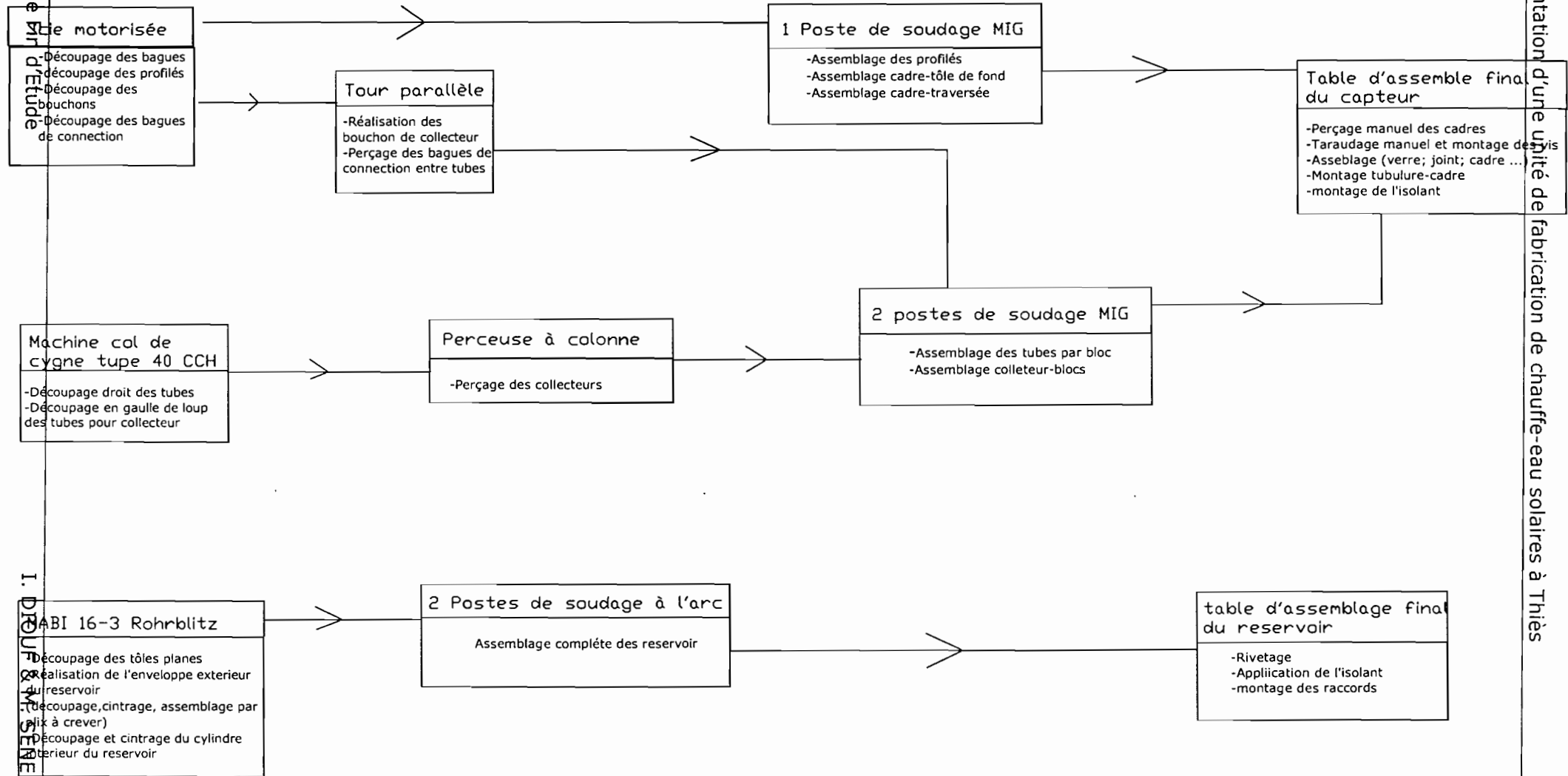
製図

設計

照査



processus de fabrication



II.5 Etudes des coûts :

Avant de faire une analyse de rentabilité financière, il faut d'abord avoir une idée sur les coûts et les recettes. Les études techniques et les études des coûts sont intimement liées ; les impossibilités techniques ne sont bien souvent que des impossibilités économiques. Ainsi ; les coûts des divers éléments ont été obtenus auprès des fournisseurs éventuels et après un métré pour ce qui est de la construction Génie Civil.

II.5.1 Coût de construction Génie Civil

A partir des données fournies par l'institut sénégalaise de normalisation évaluées en mètre carré bâti, nous allons estimer le coût de la construction.

- Bâtiment industriel120 000 Fcfa
- Bâtiment à usages domestiques.....80 000 Fcfa
- Voirie (bitume)17 500 Fcfa

Devis estimatif

- Bâtiments industriels 600m² => 72 000 000 Fcfa
- Bâtiment à usages domestiques ; 357,75 m²=> 28 620 000 Fcfa
- Voirie ; 685,04 m² => 11 988 200 Fcfa
- Total** **112 608 200 Fcfa**
- Réseau divers (5%).....5 630 410 Fcfa
- Aménage divers1 500 000 Fcfa
- Total** **119 738 610 Fcfa**
- Majoration (10%).....11 973 861 Fcfa

Nous avons retenu la somme de **130 000 000 Fcfa** comme coût du génie civil.

II.5.2 Coût des équipements de production

• 1 MABI 16-3 Rohrblitz	103 740 000 Fcfa
• 1 Machine coupe tubes	7 000 000 Fcfa
• 1 Tour parallèle à fileter et à charioter	7 500 000 Fcfa
• 1 Perceuse à colonne	250 000 Fcfa
• 1 Poste de soudure à l'arc	1 879 000 Fcfa
• 3 Postes de soudure MIG 3*600 000 =	1 800 000 Fcfa
• 1 Presse pour emboutissage	3 300 000 Fcfa
• 1 Compresseur à air	2 640 000 Fcfa
• 1 meuleuse	148 000 Fcfa
• 1 cisaille à la main	33 800 Fcfa
• 1 perceuse manuelle	118 000 Fcfa
• 2 dérouleurs MABI 5 A 2*720 000	1 440 000 Fcfa
Total	129 848 800 Fcfa

II.5.3 Coût du matériel roulant

• Camion de liaison	10 000 000 Fcfa
• Car du personnel	15 000 000 Fcfa
• Chariot élévateur frontal (2500 kg)	1 500 000 Fcfa
• Voiture de service (4×4)	7 000 000 Fcfa
Total	33 500 000 Fcfa

II.5.4 Coût du matériel et mobilier de bureau

• 4 ordinateurs de bureaux 4*400 000 =	1 600 000 Fcfa
• Une photocopieuse OKI FAX 5680	500 000 Fcfa
• 10 tables pour bureau 10*30 000	300 000 Fcfa
• 40 chaises 40*5000	200 000 Fcfa
• 6 armoires de rangement 6*50 000	300 000 Fcfa
Somme	1 900 000 Fcfa
• Fournitures et matériel divers (5%)	95 000 Fcfa

Total 1 995 000 Fcfa

II.5.5 Coût des matières premières (voir annexe II.1)

Les données suivantes sur les coûts unitaires de matières premières pour chaque élément ont été obtenues à l'issue des enquêtes menées sur le marché. Ces données combinées avec celles fournies par le tableau II.1 des besoins permettront de déterminer les coûts de matières premières pour chaque année montrées au tableau II.2

- Profilé Al en U 40×80×40×4 6534 Fcfa/m
- Profilé Al en L 40×20×4 1254 Fcfa/m
- Profilé Al rectangulaire 40×30×2 2805 Fcfa/m
- Tube cuivre Ø 16/18 6000 Fcfa/m
- Tube cuivre Ø 27/30 7000 Fcfa/m
- Verre clair 5000 Fcfa/m²
- Tôle galva 2500 Fcfa/m²
- Isolant (polystyrène expansé) 53 514 Fcfa/m³

Années	Demande/an	Coût de Mat.Prem/an
2 007	1 678	743 759 859
2 008	2 162	958 590 948
2 009	2 697	1 195 448 409
2 010	3 281	1 454 332 242
2 011	3 914	1 735 242 447
2 012	4 598	2 038 179 024
2 013	5 331	2 363 141 974
2 014	6 114	2 710 131 296
2 015	6 946	3 079 146 990

Tableau II.2 : Coût de matière première par année

II.5.6 Coût du personnel

Nous supposons que les salaires bruts du personnel sont répartie comme suit :

• Directeur	600 000 Fcfa
• Ingénieur	400 000 Fcfa
• Deux Techniciens	2×200 000 Fcfa
• Secrétaire	125 000 Fcfa
• Deux chauffeurs	2×80 000 Fcfa
• Deux gardiens	2×75 000 Fcfa
• Neuf ouvriers	9×80 000 Fcfa
• Technicien de surface	70 000 Fcfa
Total	2 625 000 Fcfa/mois

La masse salariale de l'entreprise sera alors de **31 500 000 Fcfa/ an**

II.5.7 Coût de l'énergie

Le tarif appliqué par la SENELEC pour les industries en dehors des heures de pointe est 61.47 Fcfa par kWh et le prix actuel du litre de gasoil est de 555 Fcfa.

• Gasoil	555*8238	=	4 572 090 Fcfa
• Electricité	61,47×40,47×8×5×52	=	5 174 397 Fcfa
	TVA 18%	=	931 391.4 Fcfa
	Taxe communale 2,5%	=	129360 Fcfa

Le coût annuel de l'énergie est donc de **10 807 238,4 Fcfa**

La consommation électrique pourrait augmenter lors de l'annexion d'autres équipements tels que les conditionneurs d'air pour les bureaux et d'autres appareils de fonction. Ce paramètre d'extension future sera pris en compte lors du dimensionnement des installations électriques.

II.5.8 Coût des équipements divers et de maintenance

Nous supposons que ces coûts sont évalués globalement à **2 000 000** de Fcfa par an. Ces équipements concernent les bouteilles de gaz, les fils fourrés, les baguettes, les casques, les outils de coupe, les tenues, les réglettes etc.

Remarque sur les coûts :

Les coûts de matière première dominant largement sur les autres coûts de fonctionnement. Cela se justifie par la quantité énorme de tubes en cuivre par capteur (plus de 60 m) à 6 000 Fcfa le mètre. Ainsi, ces coûts représentent environ 80% des coûts de matières premières

Chapitre III : Etudes financière et économique

III.1 Etude financière :

L'étude financière a pour but de veiller à la rentabilité des capitaux investis et à l'équilibre financier des services chargés de gérer le projet.

Sur la base des informations disponibles, l'analyse financière cherchera à savoir si l'entreprise peut recouvrer les fonds investis à partir des recettes générées par le projet.

III.1.1 Les investissements

Un investissement est un engagement des ressources d'une organisation fait immédiatement dans l'espoir de réaliser des bénéfices pour plusieurs années à venir.

Avant tout investissement dans un projet, il faut s'assurer de sa rentabilité et de sa faisabilité.

L'investissement de notre projet se présente comme suit :

• Construction Génie Civil	130 000 000 Fcfa
• Equipements de production	129 848 800 Fcfa
• Matériel roulant	33 500 000 Fcfa
• Matériel et mobilier de bureau	1 995 000 Fcfa
• Matériel divers	2 000 000 Fcfa
Total	297 343 800 Fcfa

III.1.2 Les projections financières

Le taux d'imposition actuel mis en vigueur aux entreprises sénégalaises est de 35% et nous allons considérer dans la suite de nos calculs un taux d'actualisation de 12%. En effet, le taux d'actualisation est le taux de rendement employé pour convertir une somme, payable ou recevable ultérieurement, à sa valeur actuelle.

III.1.2.1 Les charges d'exploitation

Les charges d'exploitation traduisent une destruction de richesse nécessaire à la création des produits d'exploitation. Les principales charges d'exploitation sont : la consommation de matières premières, l'énergie, les frais de personnel ainsi que les amortissements

a. Les amortissements (voir annexe II.3)

L'amortissement est une constatation comptable de la perte subie sur la valeur d'actif des immobilisations qui se déprécient par l'effet du temps, de l'usage et du changement technologique.

L'amortissement fiscal est une écriture comptable qui permet de répartir les coûts d'acquisition d'un actif sur la durée de vie enfin de mieux faire coïncider les revenus et les dépenses encourues.

L'amortissement est une dépense qui n'entraîne aucune sortie de fond ; elle est donc déductible d'impôts ; elle influence les flux monétaires en diminuant l'impôt payé. Il existe trois modes de calcul des amortissements.

- L'amortissement linéaire ou constant :

$$Amort = \frac{Valeur\ d'origine}{Durée\ Normale\ d'utilisation}$$

L'amortissement de la première année est calculé prorata temporis, celui de la dernière année est égal à la valeur résiduelle si ce dernier est inférieur à l'annuité de l'amortissement.

- L'amortissement accéléré

La première annuité sera augmentée d'une annuité réduite prorata temporis.

- L'amortissement dégressif

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

L'amortissement dégressif peut être utilisé pour les biens d'équipements neufs et autres sauf les immeubles d'habitation, les chantiers et les locaux servant à l'exploitation de la profession acquis ou fabriqués depuis le 1^{er} Janvier 1987 par les entreprises industrielles.

Dans le cadre de ce projet, nous allons utiliser l'amortissement dégressif car il varie avec le temps permettant de payer moins d'impôts lors des premières années où les recettes engendrées sont faibles et plus d'impôts pendant les dernières années où les recettes sont plus substantielles.

Avec l'amortissement linéaire, on risque de payer beaucoup d'impôts lors des premières années alors que les recettes ne sont pas encore importantes.

Dans l'amortissement dégressif le taux d'amortissement est obtenu à partir du taux linéaire affecté d'un coefficient égal à :

2 si la durée normale d'utilisation est inférieure ou égale à 5 ans ;

2.5 si la durée normale d'utilisation est supérieure à 5 ans.

Lorsque l'amortissement calculé à partir du taux devient inférieur au quotient de la valeur résiduelle sur le nombre d'années d'utilisation normale restant à courir, il convient de terminer le tableau d'amortissement en prenant constantes égales au quotient de la valeur résiduelle sur le nombre d'années d'utilisation restantes (voir annexe II.3).

b. Les autres charges

Ce sont les charges de matières premières, du personnel et de l'énergie. Elles ont été calculées précédemment.

III.1.2.2 Détermination du besoin en fond de roulement : (Voir annexe II.4)

Dans une démarche prévisionnelle, nous n'avons qu'un Besoin en fonds de Roulement d'exploitation ou besoin du cycle d'exploitation, qui doit au moins être en partie financé par des ressources stables pour assurer l'équilibre financier de l'entreprise et éviter le recours excessif à des concours bancaire à court terme. Le BFR est calculé ainsi :

$$\mathbf{BFR = Stocks MP + stocks PF + clients - fournisseur}$$

On peut l'exprimer aussi de la manière suivante

$$\mathbf{BFR = Actif circulant - passif circulant}$$

Les stocks de produits finis étant exprimés en coûts de production ; dans cette approche prévisionnelle, il est à remarquer que le BFR s'accroît lorsque, toutes choses égales par ailleurs, le niveau d'activité (donc le chiffre d'affaire) s'accroît.

III.1.2.3 Compte d'exploitation prévisionnel (voir annexe II.4)

Les comptes d'exploitation annuels permettront de déterminer les flux de trésorerie prévisionnelle du projet pendant sa durée de vie. Il trace les variations des dépenses de l'entreprise d'une année à une autre et les variations des ressources correspondantes en montrant la façon dont les dépenses ont été effectuées. On doit également s'inquiéter des variations de prix attendues (pour les matières premières, les salaires, les différents services). A partir de là, les coûts de production des produits finis peuvent être déterminés, ce qui permet de déterminer la valeur des stocks et donc la variation de stocks de produits finis. Il est évident que ces comptes d'exploitation prévisionnels sont simplifiés par rapport à des comptes réels constatant le passé et ne peuvent représenter que des estimations. Ils

permettent de déterminer l'excédent brut d'exploitation (EBE) et la capacité d'autofinancement (CAF).

Détermination des cash-flows :

Bénéfice imposable = résultat brut = Recettes d'exploitation - charges d'exploitation - Amortissement = Chiffre d'affaires - Ensemble des charges

Résultat net = Résultat brut - Impôts = Résultat brut $\times$ (1-35%).

Cash-flow = Compte de résultats = Résultat net + Amortissements.

III.1.2.4 L'excédent brut d'exploitation

L'excédent brut d'exploitation (ou résultat brut) est le solde généré par l'activité courante de l'entreprise sans prendre en compte sa politique d'investissement et sa gestion financière. Cet indicateur donne une vision objective de l'entreprise et permet de déterminer la rentabilité de son exploitation courante. L'excédent brut d'exploitation se calcule à partir de la valeur ajoutée, de laquelle sont déduites les charges de personnel, les impôts et taxes et sont ajoutées les subventions d'exploitation et certaines provisions. Dans le cas où cet indicateur est négatif, on parlera d'Insuffisance Brute d'Exploitation.

EBE = Valeur ajoutée - Frais de personnel - Impôts.

Ou bien EBE = chiffre d'affaire - total charges - Impôts.

La valeur ajoutée traduit le supplément de valeur donné par l'entreprise, dans son activité, aux biens et aux services en provenance des tiers. Elle est égale à la somme de la marge commerciale et de la marge sur consommation de matières, diminuée des consommations de biens et de services en provenance des tiers.

III.1.2.5 La trésorerie prévisionnelle (Annexe II.5)

Il s'agit de l'ensemble des décaissements et encaissements prévus au cours de la première année qui sont ventilés mois par mois.

Le créateur détermine le solde de trésorerie du mois puis un solde de trésorerie cumulée d'un mois sur l'autre. Une impasse de trésorerie à un certain moment devra obligatoirement faire l'objet d'un réajustement avant la création de l'entreprise. Si le solde cumulé est faiblement positif voire négatif il conviendra d'en rechercher les causes et d'étudier avec les partenaires bancaires la mise en place de crédits de court terme.

III.1.2.6 Les recettes d'exploitation (Annexe II.2)

Elles représentent le montant des ventes qui s'est concrètement traduit en cash. Pour pouvoir les déterminer, il faut connaître le prix de vente unitaire des produits.

C'est ainsi que nous allons déterminer le prix de vente unitaire en se basant sur la notion du seuil de rentabilité. En effet, le seuil de rentabilité nous permettra d'avoir une approximation du prix de revient afin d'en déduire un prix de vente. Il faut noter que cette méthode n'est pas exacte car elle ne tient pas en compte la dépréciation de la valeur dans le temps.

Détermination du prix de vente du produit

Nous allons considérer une durée d'amortissement de l'investissement de cinq (5) ans. Nous supposons que la vente annuelle est constante et est égale à la moyenne des ventes des cinq premières années, soit 2746 unités par an de 2007 à 2011.

$$P = \frac{CF}{Q} + CV \quad \text{Avec}$$

P : Prix de revient ;

CV : Coût variable ;

CF : Coût fixe

Q : Quantité de produits.

Détermination des coûts variables

Ce sont les coûts qui sont directement liés au volume de production. Ils se composent essentiellement des coûts de l'énergie, de maintenance des équipements, de la matière première et de la main d'oeuvre. Nous aurons donc:

Energie par capteur = coût énergie/quantité	=	3936Fcfa
Equipement divers et maintenance = 400 000 /Quantité	=	146Fcfa
Coût annuel de mat.Prem/Quantité	=	434989 Fcfa
Main d'œuvre 8 640 000/Quantité	=	3 146 Fcfa
Total = CV	=	442 217 Fcfa

Détermination des coûts fixes

Ce sont tous les coûts qui sont indépendants de la quantité produite. Ils sont constitués de la dépréciation de l'investissement dans le temps et des salaires du personnel de la direction.

Amortissement = investissements/5	=	59 468 760 Fcfa/an
Personnel de la direction		22 860 000 Fcfa/ an
Total = coût fixe		82 328 760 Fcfa/an

AN : P = 472 198 Fcfa

Nous fixons donc le prix de vente unitaire de notre produit à 500 000 Fcfa. On calculera donc toutes recettes à partir de ce prix fixé (voir annexe II.2).

III.1.2.7 La rentabilité du projet

Nous allons donner ici quelques critères de rentabilité des projets d'investissements industriels.

Délai de récupération du capital investi (payback ou DRC)

C'est le délai nécessaire pour que les recettes du projet équilibrent le montant des dépenses d'investissement.

$$DRC = \frac{\text{Déboursés requis}}{\text{Total des encaissements annuels nets}}$$

Si les entrées de fonds ne sont pas constantes d'une année à une autre, on détermine la période de recouvrement en ajoutant aux montants encaissés durant l'année les montants encaissés précédemment jusqu'à ce que la somme soit égale à l'investissement original. Ce critère tient compte de l'impact que peut avoir un projet sur la liquidité de l'entreprise. C'est aussi une façon de tenir compte du risque, si on accepte l'hypothèse que le risque augmente avec le temps.

Le temps requis pour que les montants deviennent égaux correspond au *payback*.

Pour notre étude, le capital investi est de 297 343 800 Fcfa,
A la fin de la cinquième année, le capital récupéré est de 244 368 083 Fcfa
Il reste donc à récupérer 52 975 717 Fcfa.

Le temps requis pour récupérer cette somme est de

$$52\,975\,717 / 71\,257\,950 = 0,74 \text{ ans}$$

Avec 71 257 950 le flux net actualisé de la sixième année.

Le Délai de Récupération du Capital est donc de 5,74 ans.

Valeurs actuelle net du projet (VAN)

Elle s'évalue par la valeurs actualisée des rentrées de fonds moins la valeur actualisée des sorties de fonds pour la durée du projet. Elle traduit aussi la richesse supplémentaire apportée par le projet.

$$VAN = -\text{Investissement} + \sum \text{recettes nettes} \times (P / F_n, i\%, n) \\ - \sum \text{coûts nets} \times (P / F_n, i\%, n)$$

$i\% = 12\%$ = taux d'actualisation. C'est le taux d'intérêt dont on se sert pour déterminer la valeur actuelle d'un montant futur en l'actualisant.

n = durée du projet

P = valeur actuelle

F_n valeur futur en l'année n

$(P/F_n, i\%, n)$ = Valeur actuelle P du montant futur F_n à l'année n au taux de $i\%$.

$$(P/F_n, i\%, n) = 1 / (1+i)^n.$$

- Si $Van > 0$ le projet est rentable
- Si $VAN < 0$ le projet n'est pas rentable
- Si les projets sont exclusifs, choisir celui dont la VAN est le plus élevée même si elles sont négatives.

Il importe de noter que les amortissements engendrent des économies d'impôts dont il faut tenir compte dans le calcul de la VAN par la méthode fiscale.

La valeur actuelle des économies d'impôts dus à l'amortissement est donnée par :

$$VAEI = \sum Amort \times t \times \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i}$$

Amort= annuité de l'amortissement

t = taux d'impôt = 35%

Pour notre étude il est plus aisé d'utiliser la méthode des cash-flows pour calculer la VAN :

$VAN = \text{Valeur actuelle des cash_flows} - \text{Investissement}$

En appliquant cette relation, on trouve **$VAN = 296\ 336\ 404\ \text{Fcfa}$**

Le Taux de Rendement Interne (TRI):

Il est un critère fondamental dans le choix de projet d'investissement à caractère macro économique. Il constitue le taux d'actualisation pour lequel la VAN est nulle. Autrement dit c'est le taux pour lequel la valeur actuelle des revenus futurs est égale au capital investi.

- Si $TRI > \text{au coût du capital} = 12\%$, le projet est retenu ;
- Si $TRI < \text{au coût du capital}$, le projet est rejeté.

Dans notre étude, **$TRI = 27,5\% > 12\%$** donc le projet est acceptable.

Le taux de rendement externe (TRE):

C'est un critère important dans les projets d'investissement privés en micro-économie comme le notre. Il traduit le réinvestissement des recettes générées par ce projet et équivaut à :

$$TRE \text{ est tel que: } I = \frac{\sum VF(\text{flux financiers})}{(1 + TRE)^n}$$

Avec VF = Valeur Finale

- Si TRE > taux d'actualisation, projet rentable
- SI TRE < taux d'actualisation, projet non rentable

On a **TRE = 20,97%** > 12% donc le projet est acceptable selon ce critère.

Indice d'enrichissement (IR) :

C'est la valeur actuelle des entrées divisée par la valeur actuelle des sorties. IL indique le rendement par CFA investi. On accepte tous les projets dont l'indice d'enrichissement est supérieur ou égal à 1. Ce critère présente les résultats sous forme d'analyse coûts/bénéfices.

$$IR = \frac{\sum \text{Recettes nettes } (P_0 / F_n, i\%, n)}{\sum \text{Coûts nets } (P_0 / F_n, i\%, n)}$$

Nous avons **IR = 1,927** > 1 donc le projet est accepté selon ce critère.

Synthèse de l'étude financière

Au vu des résultats de cette analyse de rentabilité financière, il en ressort que le projet est rentable car tous les indicateurs obtenus le confirment. Il pourrait encore mieux l'être en réaménageant la politique des prix, c'est à dire offrir des services et produits de bonne qualité en augmentant le prix ; du moment où le prix de vente fixé est largement en dessous du prix moyen des chauffe-eau solaires sur le marché.

III.2 Etude économique et environnementale :

L'évaluation économique vise à apprécier la contribution du projet au développement économique du pays.

Pour ce qui est de l'effet du projet sur l'emploi, 19 emplois sont créés avec une masse salariale au moins de 31 500 000 Fcfa par an.

Les finances enregistreront des recettes fiscales qui s'élèveront au montant de 496 007 207 Fcfa sur 9 ans.

L'inconvénient est qu'il y'aura un accroissement accentué des importations dû à la matière première.

En revanche, il y'aura un accroissement des exportations vers les pays de la sous-région. Cet effet peut être sans conséquence puisqu'il n'existe plus de frais de douanes entre les pays de l'espace UEMOA.

Pour ce qui est de l'impact environnemental, l'usine n'est pas du tout polluante. Elle se trouve sur un lieu dégagé donc ne crée aucun gêne sur la population.

Quant au produit, son utilisation n'a aucun impact négatif sur l'environnement, d'ailleurs il contribuera à la protection de l'environnement car il prendra une place sur la production énergétique qui est souvent source de pollution.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Au terme de cette étude de pré investissement, nous espérons avoir atteint les objectifs visés par le projet dans la mesure où nous avons fait le design financier. Ce dernier nous permet d'apprécier qualitativement le comportement de l'usine pendant sa production.

Tous les indicateurs de rentabilité financière que nous avons étudiés ont fourni des résultats favorables et donc confirment la nécessité de mettre en place cette unité locale de fabrication de chauffe eau solaire. Nous avons vu aussi que cette usine aura des effets positifs remarquables dans le développement économique et social de notre pays avec une masse salariale annuelle de 31 500 000 Fcfa et une contribution fiscale de 496 007 207 Fcfa sur 9 ans.

Nous signalons au passage qu'on peut envisager la fabrication d'autres produits d'ouvrages métalliques car les équipements sélectionnés ont une capacité énorme de production. Ces produits feront tout simplement l'objet d'études préalables de faisabilité assurées par l'ingénieur de la place.

Le capteur en question certes présente un avantage coté rendement énergétique, cependant sa réalisation engendre des coûts de fabrication onéreux vue la complexité de la forme intérieure et la quantité de tubes en cuivre (qui coûtent excessivement chères) par capteur. Néanmoins, il faut remarquer que le prix de notre produit reste toujours largement en dessous de la moyenne des prix sur le marché.

Il ne reste qu'à trouver un financement de 297 343 800 Fcfa nécessaire à l'investissement pour rendre effectif l'implantation de cette unité, une de nos ambitions.

Nous recommandons ainsi de:

- Procéder à une réalisation d'un prototype d'essai pour déterminer les performances du produit avant de se lancer dans la production sérielle.
- Orienter la gestion de l'unité vers le modèle que nous avons préconisé.
- De faire une étude plus poussée sur les fluctuations saisonnières de la demande de chauffe-eau.

Bibliographie

- UNITED NATION, Manual for the Preparation of Industrial feasibility Studies, New York, 1978
- PHILIPPE GOREE, Guide du créateur d'entreprise ,13eme édition, 1996
- LTS-katalog 2000 (Différent types de capteurs avec leurs fabricants)
- PNUD/FEM /S DIOP/SEM, Statistique des importations des produits énergétiques (chauffe-eau électriques pages 51 à 53) de 1991 à 1995
- M. Ngor SARR, cours de gestion de la production et gestion des projets d'ingénierie, ESP, édition 2004.
- Catalogue d'un fournisseur d'un type de capteur (MEGASUN) en Grèce
- NOLLET, KELADA, DIORIO, La gestion des opérations et de la production, une approche systémique, 1^{ere} édition Gaétan Morin éditeur, 1986
- Le catalogue ESAB Internationale pour le soudage et le coupage, 1st Edition.
- M. Salif GAYE et M. Mamadou Syll KEBE, Equipement du CFP Dakar Marine d'un chauffe-eau solaire pour la production d'eau chaude sanitaire, mémoire de fin d'étude ENSUT, 1986.
- Astou Madjiguene TOURE et Charles Camille THIEMTORE, Implantation d'une unité de chaudronnerie à la CGE, projet de fin d'étude ESP, 2000.

ANNEXES

Besoin unitaire

	Profils en U	Profils en L	tube 18	tube30	Toile galva	Traversée	Verre	Isolant
Long totale(mm)	4656	4656	60800	1772		900		
Surface(m²)					5.079912		1.26	
Volume (dm3)								155.2986

besoin annuel

Années	Demande/an	Profils en U (m)	Profils en L(m)	tube 18(m)	tube30(m)	Toile galva(m²)	Traversé(m)	Verre(m²)	Isolant(m3)
2007	1 678	7811.746042	7811.746042	102009.0548	2973.027059	8522.977332	1510.002457	2114.003439	260.5569639
2008	2 162	10068.12743	10068.12743	131473.829	3831.770148	10984.79411	1946.158653	2724.622114	335.8174602
2009	2 697	12555.85288	12555.85288	163959.5909	4778.55913	13699.01798	2427.033418	3397.846785	418.7943244
2010	3 281	15274.92239	15274.92239	199466.3406	5813.394004	16665.64896	2952.626752	4133.677452	509.4875565
2011	3 914	18225.33597	18225.33597	237994.0779	6936.274771	19884.68705	3522.938653	4932.114115	607.8971564
2012	4 598	21407.0936	21407.0936	279542.803	8147.20143	23356.13223	4137.969124	5793.156773	714.0231242
2013	5 331	24820.19529	24820.19529	324112.5159	9446.173982	27079.98452	4797.718162	6716.805427	827.8654598
2014	6 114	28464.64105	28464.64105	371703.2164	10833.19243	31056.24391	5502.18577	7703.060078	949.4241633
2015	6 946	32340.43086	32340.43086	422314.9047	12308.25676	35284.9104	6251.371945	8751.920723	1078.699235

Charges de matières premières

Années	Demande/an	Profils en U (F)	Profils en L(F)	tube 18(F)	tube30(F)	Toile galva(F)	Traversé(F)	Verre(F)	Isolant(F)	Total (F)
2 007	1 678	51 041 949	9 795 930	612 054 329	20 811 189	21 307 443	4 235 557	10 570 017	13 943 445	743 759 859
2 008	2 162	65 785 145	12 625 432	788 842 974	26 822 391	27 461 985	5 458 975	13 623 111	17 970 936	958 590 948
2 009	2 697	82 039 943	15 745 040	983 757 545	33 449 914	34 247 545	6 807 829	16 989 234	22 411 359	1 195 448 409
2 010	3 281	99 806 343	19 154 753	1 196 798 043	40 693 758	41 664 122	8 282 118	20 668 387	27 264 717	1 454 332 242
2 011	3 914	119 084 345	22 854 571	1 427 964 468	48 553 923	49 711 718	9 881 843	24 660 571	32 531 008	1 735 242 447
2 012	4 598	139 873 950	26 844 495	1 677 256 818	57 030 410	58 390 331	11 607 003	28 965 784	38 210 233	2 038 179 024
2 013	5 331	162 175 156	31 124 525	1 944 675 095	66 123 218	67 699 961	13 457 599	33 584 027	44 302 392	2 363 141 974
2 014	6 114	185 987 965	35 694 660	2 230 219 299	75 832 347	77 640 610	15 433 631	38 515 300	50 807 485	2 710 131 296
2 015	6 946	211 312 375	40 554 900	2 533 889 428	86 157 797	88 212 276	17 535 098	43 759 604	57 725 511	3 079 146 990

Tableau des recettes d'exploitation

P = 500 000

Années	Demande/an	Coût de Mat.Prem/an	Recettes
2 007	1 678	743 759 859	838 890 254
2 008	2 162	958 590 948	1 081 199 252
2 009	2 697	1 195 448 409	1 348 351 899
2 010	3 281	1 454 332 242	1 640 348 195
2 011	3 914	1 735 242 447	1 957 188 141
2 012	4 598	2 038 179 024	2 298 871 735
2 013	5 331	2 363 141 974	2 665 398 979
2 014	6 114	2 710 131 296	3 056 769 872
2 015	6 946	3 079 146 990	3 472 984 414

AMORTISSEMENTS

Libellés	Montant	Durée (ans)	Taux constant	Taux dégressif
Frais de construction Génie civil	130000000	20	0.05	0.125
Materiel de production	129848800	10	0.1	0.25
Materiel roulant	33500000	5	0.2	0.4
Equipement imprévus	2000000	5	0.2	0.4
Materiels et Mobiliers de bureau	1995000	5	0.2	0.4

tableau des amortissements dégressifs

Libellés	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Frais de construction Génie civil									
Annuités	16250000	14218750	12441406.25	10886230.47	9525451.66	8334770.203	7292923.927	6381308.436	5583644.88
Cumul	16250000	30468750	42910156.25	53796386.72	63321838.38	71656608.58	78949532.51	85330840.95	90914485.8
Valeur Résiduelle	113750000	99531250	87089843.75	76203613.28	66678161.62	58343391.42	51050467.49	44669159.05	39085514.2
VR/Nb d'années restant		5238486.842	4838324.653	4482565.487	4167385.101	3889559.428	3646461.964	3436089.158	3257126.18
Materiel de production									
Annuités	32462200	24346650	18259987.5	13694990.63	10271242.97	7703432.227	5777574.17	4333180.627	4333180.63
Cumul	32462200	56808850	75068837.5	88763828.13	99035071.09	106738503.3	112516077.5	116849258.1	121182439
Valeur Résiduelle	97386600	73039950	54779962.5	41084971.88	30813728.91	23110296.68	17332722.51	12999541.88	8666361.25
VR/Nb d'années restant		8115550	6847495.313	5869281.696	5135621.484	4622059.336	4333180.627	4333180.627	4333180.63
Materiel roulant									
Annuités	13400000	8040000	4824000	2894400	2170800	2170800	13400000	8040000	4824000
Cumul	13400000	21440000	26264000	29158400	31329200	33500000	13400000	21440000	26264000
Valeur Résiduelle	20100000	12060000	7236000	4341600	2170800	0	20100000	12060000	7236000
VR/Nb d'années restant		3015000	2412000	2170800	2604960			3015000	2412000
Equipement imprévus									
Annuités	800000	480000	288000	172800	129600	129600	800000	480000	288000
Cumul	800000	1280000	1568000	1740800	1870400	2000000	800000	1280000	1568000
Valeur Résiduelle	1200000	720000	432000	259200	129600	0	1200000	720000	432000
VR/Nb d'années restant		180000	144000	129600	155520			180000	144000
Materiels et Mobiliers de bureau									
Annuités	798000	478800	287280	172368	129276	129276	798000	478800	287280
Cumul	798000	1276800	1564080	1736448	1865724	1995000	798000	1276800	1564080
Valeur Résiduelle	1197000	718200	430920	258552	129276	0	1197000	718200	430920
VR/Nb d'années restant		179550	143640	129276	155131.2			179550	143640
Total amortissement	63710200	47564200	36100673.75	27820789.09	22226370.63	18467878.43	28068498.1	19713289.06	15316105.5

FONDS DE ROULEMENTS (Actif circulant - passif circulant)

Libellés	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
LIQUIDITES (1mois)									
Salaires	2625000	2625000	2625000	2625000	2625000	2625000	2625000	2625000	2625000
Carburant	381007.5	381007.5	381007.5	381007.5	381007.5	381007.5	381007.5	381007.5	381007.5
Autres services	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
EFFETS A RECEVOIR									
Clients	69907521.14	90099937.64	112362658.2	136695682.9	163099011.7	191572644.6	222116581.6	254730822.7	289415368
ACTIFS CIRCULANTS	73013528.64	93205945.14	115468665.7	139801690.4	166205019.2	194678652.1	225222589.1	257836830.2	292521375
EFFETS A PAYER									
Electricité (1mois)	519595.6667	519595.6667	519595.6667	519595.6667	519595.6667	519595.6667	519595.6667	519595.6667	519595.667
Fournisseur	61979988.28	79882579	99620700.73	121194353.5	144603537.2	169848252	196928497.8	225844274.7	256595583
PASSIF CIRCULANT	62499583.95	80402174.66	100140296.4	121713949.1	145123132.9	170367847.7	197448093.5	226363870.3	257115178
Fond de roulement	10513944.68	12803770.48	15328369.35	18087741.3	21081886.32	24310804.42	27774495.59	31472959.83	35406197.2
Variation du FDR	10513944.68	2289825.796	2524598.871	2759371.946	2994145.021	3228918.097	3463691.172	3698464.247	3933237.32

COMPTES D'EXPLOITATION PREVISIONNELS

Désignation	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Matières et fournitures	743759859.4	958590948	1195448409	1454332242	1735242447	2038179024	2363141974	2710131296	3079146990
Personnel	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000
Matériel divers et Maintenance	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000
Energie	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238
Amortissement	63710200	47564200	36100673.75	27820789.09	22226370.63	18467878.43	28068498.1	19713289.06	15316105.5
Total charge	851777297.4	1050462386	1275856321	1526460269	1801776056	2100954141	2435517710	2774151823	3138770334
Chiffre d'affaire	838890253.6	1081199252	1348351899	1640348195	1957188141	2298871735	2665398979	3056769872	3472984414
Valeur ajoutée	18612956.21	62236865.76	103995578.5	145387926.5	186912085.2	229417594.6	261381268.9	314118048.9	365714080
Résultat brut	-12887043.79	30736865.76	72495578.47	113887926.5	155412085.2	197917594.6	229881268.9	282618048.9	334214080
Impôts	0	10757903.02	25373452.46	39860774.27	54394229.82	69271158.09	80458444.13	98916317.13	116974928
Résultat Net	-12887043.79	19978962.75	47122126	74027152.21	101017855.4	128646436.5	149422824.8	183701731.8	217239152
Cash-flow	50823156.21	67543162.75	83222799.75	101847941.3	123244226	147114314.9	177491322.9	203415020.9	232555258
Valeur actuelle des cash-flow	45377818.05	53844995.81	59236345.03	64726207.95	69932083.65	74532690.29	80288060.65	82155915.25	83861757.3
Cumul	45377818.05	99222813.86	158459158.9	223185366.8	293117450.5	367650140.8	447938201.4	530094116.7	613955874

VALEUR ACTUELLE NETTE DU PROJET POUR 9 ans

Valeur actuelle des investissements	318619470
Valeur actuelle des cash-flows	= 613955874
VAN₉	= 295336404
IR	= 1.926925163

Calcul du TRI par itération

Taux(%)	VAN(Fcfa)
15	213803898.7
30	-27193985.41
27	5843213.78
28	-5773064.002
27.4961477	-0.012309372

Donc TRI = 27.4961477

Annexe II.5

TRESORERIE PREVISIONNELLE

Mois par mois

Libellés	Mois1	Mois2	Mois3	Mois4	Mois5	Mois6	Mois7	Mois8	Mois9	Mois10	Mois11	Mois12
Cash-flow	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.02	4235263.02	4235263.02
Investissement	297343800											
Total ressources	301579063	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.02	4235263.02	4235263.02
Immobilisation et renouvellement	297343800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Variation de FDR	10513944.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total dépenses	307857744.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flux net de trésorerie	-6278681.667	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.018	4235263.02	4235263.02	4235263.02
Cumul	-6278681.667	-2043418.649	2191844.369	6427107.387	10662370.4	14897633.42	19132896.44	23368159.46	27603422.48	31838685.5	36073948.5	40309211.5

Année par année

Libellés	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cash-flow	50823156.21	67543162.75	83222799.75	101847941.3	123244226	147114314.9	177491322.9	203415020.9	232555258
Investissement	297343800								
Total ressources	348166956.2	67543162.75	83222799.75	101847941.3	123244226	147114314.9	177491322.9	203415020.9	232555258
Immobilisation et renouvellement	297343800					37495000			
Variation de FDR	10513944.68	2289825.796	2524598.871	2759371.946	2994145.021	3228918.097	3463691.172	3698464.247	3933237.32
Total dépenses	307857744.7	2289825.796	2524598.871	2759371.946	2994145.021	40723918.1	3463691.172	3698464.247	3933237.32
Flux net de trésorerie	40309211.53	65253336.95	80698200.88	99088569.36	120250081	106390396.8	174027631.7	199716556.6	228622020
Cumul	40309211.53	105562548.5	186260749.4	285349318.7	405599399.7	511989796.5	686017428.2	885733984.9	1114356005

TABLEAU DES FLUX FINANCIERS

Libellés	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Investissement et renouvellement									
Frais de construction Génie civil	130000000								
Matériel de production	129848800								
Matériel roulant	33500000					33500000			
Equipement divers imprévus	2000000					2000000			
Matériels et Mobiliers de bureau	1995000					1995000			
Total investissement	297343800					37495000			
Charges d'exploitation									
Matières et fournitures	743759859.4	958590948	1195448409	1454332242	1735242447	2038179024	2363141974	2710131296	3079146990
Personnel	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000	31500000
Matériel divers et Maintenance	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000	2000000
Energie	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238	10807238
Total charges d'exploitation	788067097.4	1002898186	1239755647	1498639480	1779549685	2082486262	2407449212	2754438534	3123454228
Recettes	838890253.6	1081199252	1348351899	1640348195	1957188141	2298871735	2665398979	3056769872	3472984414
Flux financier	50823156.21	78301065.76	108596252.2	141708715.6	177638455.8	216385473	257949767	302331338	349530186
Flux financier net	33035051.54	50895692.75	70587563.94	92110665.12	115464996.3	140650557.4	167667348.6	196515369.7	227194621
Cumul des flux financier Net	33035051.54	83930744.29	154518308.2	246628973.3	362093969.6	502744527.1	670411875.7	866927245.4	1094121866
Flux financier net actualisé	29495581.73	40573734.65	50242833.75	58537992.9	65517939.79	71257949.61	75844193.57	79369261.86	81928657.9
Cumul des flux fin Net actualisé	29495581.73	70069316.38	120312150.1	178850143	244368082.8	315626032.4	391470226	470839487.9	552768146

DELAI DE RECUPERATION DU CAPITAL INVESTIS (payback)

Investissement = 297343800

Récupération de l'investissement à partir de la sixième année

DRC - 5ans = 0.74343589 par interpolation

Donc DRC = 5,74 ans