

ECOLE POLYTECHNIQUE de

Thiès

Gm. 0373

PROJET DE FIN
D'ETUDES

juin 85

titre: IMPLANTATION D'UNE
USINE DE TRANSFORMATION
D'AGRUMES

directeur:
CHRISTIAN
MASCLE

auteur:
MAMADOU THIAW

A MA GRAND MERE

A MES PARENTS

A MES AMIS

REMERCIEMENTS

A la suite de ce travail je tiens particulièrement à exprimer ma reconnaissance à :

- Mr CHRISTIAN MASCLE, directeur du projet pour son soutien multiforme à l'élaboration de ce rapport.
- Mr REJAN BOISCLAIR, co-directeur du projet pour sa parfaite disponibilité.
- Mr YOUSSEF A. YOUSSEF qui a bien voulu nous proposer un sujet d'intérêt national.

Mes remerciements sont adressés également à :

- Mr SENY S. SENGHOR, chimiste à l'ITA qui a bien voulu m'aider à concrétiser ce rapport en mettant à ma disposition toute la documentation nécessaire

- Tous ceux qui de près ou de loin ont bien voulu participer à la mise en œuvre de ce projet.

SOMMAIRE

Le but de ce travail est d'étudier la possibilité de transformation industrielle des agrumes

Cette étude que nous venons d'effectuer ici s'articule en 4 étapes principales.

La première étape concerne la détermination des INTRANTS et de leurs caractéristiques. A ce sujet nous sommes arrivés à une étude statistique qui nous a permis de déterminer les quantités dont nous sommes capables de récupérer, en faisant une analyse mathématique des données, grâce à la méthode des moindres carrés. Connaissant les caractéristiques de la matière à traiter et son volume, nous avons choisi le système de transformation approprié.

C'est la nature du système, sa capacité qui nous ont permis de déterminer les quantités nécessaires en équipements, matériel humain, service, espace physique grâce à la méthode du SLP. C'est cette méthode qui nous a permis par la suite de déterminer les emplacements physiques des équipements et des services.

Tout cela nous a permis d'aboutir à une étude de rentabilité à partir de laquelle nous avons tiré des conclusions sur la faisabilité de l'usine.

Coût du projet: 243 millions de CFA; chiffre d'affaire
1^{re} Année: 65 millions CFA.

Surface totale de l'usine tenant compte des extensions.
futures: 45x70 m avec une zone d'exploitation de
18x33,5 m

TABLE des MATIERES

Page - titre	i
Remerciements	iii
Sommaire	iv
INTRODUCTION	1
<u>Chapitre 1</u> : Etude Statistique.	3
I) - Introduction	
II - Analyse des données sur la production	4
1 - Analyse basée sur des suppositions optimistes	
2 - Analyse basée sur des suppositions pessimistes	6
III - Flux commercial.	9
1 - Exportations	
2 - Flux à l'intérieur du pays	
IV - Evolution future de la production	10
V - Conclusion	11
<u>Chapitre 2</u> . Etude des agrumes et de leurs produits	13
I - Les agrumes	
1 - Citrons et limes	
2 - Oranges	14
3 - Pamplemousses	
4 - Mandarines	
II - Les produits des agrumes	15
1 - Les jus	
2 - Pulpe.	

3 - Ecorces et huiles essentielles	16
4 - Produits dérivés	17
<u>Chapitre 3</u> : Etude du Processus de trans- formation	18
I - Circuit général des produits	
1 - Schéma du processus	
2 - achat et cueillette.	
3 - Transport vers l'usine	19
4 - Traitement à l'usine	
5 - Commercialisation	20
II - Etude du procédé de transformation et connaissance des équipements	21
1 - Définition	
2 - Schéma du procédé	22
3 - Stockage M.P	23
4 - Lavage	
5 - Triage.	24
6 - Extraction des huiles essentielles	25
7 - Extraction du jus	
8 - Traitement du jus	27
9 - Conditionnement du jus	29
10 - Stockage P.F.	31
<u>Chapitre 4</u> : Détermination des quantités INPUT et des quantités OUTPUT.	32
I - Quantités INPUT	
II - Quantités OUTPUT.	34
<u>Chapitre 5</u> : Contrôle de la qualité	36
I - Contrôle sur le produit brut	
II - Contrôle sur le produit fini	38

III - Contrôle sur le processus	39
IV - Plan d'échantillonnage	
<u>Chapitre 6: Implantation de l'usine.</u>	43
I - choix du site	
II - Organigramme administratif.	45
1 - Service Entretien	46
2 - Service Production	
3 - Service administratif	47
4 - Service du Personnel	48
5 - Directeur	
6 - Plan général de travail dans l'usine	49
III - Implantation de l'unité de traitement.	50
1 - Analyse Produit quantité	
2 - Diagramme de cheminement	
3 - Tableau relationnel	
4 - Diagramme relationnel	53
5 - Calcul des équipements	56
6 - Calcul des espaces	63
7 - Implantation détaillé	68
IV Implantation de l'USINE	
1) Analyse de la circulation et de la relation entre les activités	
2 - Tableau relationnel	69
3 - Diagramme relationnel	
4 - Détermination des équipements	74
5 - Calcul d'espace	
<u>Chapitre 7: Étude de rentabilité</u>	77
I - Analyse du marché	

A - Analyse qualitative	77
1- Etendue du marché	
2- Genre de produit favorables	78
3- Forces et faiblesses	80
B - Analyse quantitative	81
1- Circulation des produits	
2- Exportations	82
3- Importations	84
II - Analyse technique	88
1- Investissements fixes	
2- Dépenses de fonctionnement	90
III - Analyse Financière	95
1- Calcul du Prix de revient	
2- calcul des Ventes	
3- Besoin de Financement.	96
4- Evaluation de la faisabilité du projet	98
5- Flux monétaire	99
Conclusion	101
Annexes	103
Appendices	135
BIBLIOGRAPHIE	136

Introduction

Un nouveau souffle est né dans les pays sous-développés en général et au Sénégal en particulier, celui des industries agro-alimentaires.

Dans les séminaires comme dans les communiqués du Président de la République ou celles des ministres du développement rural et du développement industriel, on entend ce slogan : « consommer localement » ou « notre priorité est de développer une industrie de transformation des produits locaux ».

Les agrumes classés parmi les fruits les plus abondants au Sénégal ne peuvent pas manquer à cette mesure.

En effet aussi bien dans les marchés que dans les boutiques de vente de fruits ; ce sont les citrons, les mandarines, les oranges qui pourrissent malgré leur grande résistance aux bactéries.

La production de ces fruits provient en majeure partie des régions de Thiès et de Casamance. Ce dernier fournit plus de la moitié de la production nationale. Un entretien de ces arbres grâce à l'irrigation ferait passer de la récolte annuelle à plusieurs récoltes par an.

Dès lors la transformation industrielle de ces fruits devient plus qu'une nécessité : création d'emploi, absorption des surplus de production etc...

Mais une telle industrie aux yeux des hommes d'affaires détenteurs de capitaux nécessite une étude de rentabilité exhaustive et des statistiques pertinentes.

Bien que les agents de l'agriculture n'aient jusqu'alors pas trouvé des données statistiques fiables, des avant-projets peuvent être élaborés pour aider à l'essor de ce secteur industriel.

Les calculs seront basés sur des chiffres estimés d'une manière ou d'une autre dépendamment des facteurs influants et du critère de design choisi. Ces calculs permettent d'avoir une idée approximative de ce que pourrait être une telle usine.

L'objectif d'une usine de transformation de produits agricoles tels que les agrumes serait de mettre au point des produits transformés compétitifs afin de minimiser les pertes après la récolte et d'étaler la consommation des produits durant toute l'année grâce aux procédés industriels.

Ainsi elle contribuera au développement en absorbant le surplus de production et en accroissant les perspectives d'exploitation, ce qui se traduit par une amélioration des revenus monétaires des producteurs.

L'implantation de l'usine de transformation conduit alors à la réduction des exportations.

L'implantation de l'unité dans une région autre que le Cap-Vert réduit l'exode rural et contribue à la décentralisation industrielle.

Chapitre 1: Étude Statistique

I > Introduction

Au Sénégal une étude statistique sur les fruits ne peut être entièrement fiable. Ce manquement est lié, d'une part à l'absence d'un organisme de commercialisation capable de contrôler tout au moins le flux des fruits aussi bien à l'intérieur que de l'intérieur vers l'extérieur du pays, d'autre part à la défaillance du système formé par la direction des statistiques agricoles du ministère du développement rural avec les services régionaux de l'agriculture.

Ainsi le commerce des fruits est jusqu'alors laissé entre les mains des « banas-banass » (marchands ambulants) qui négocient les prix avec les propriétaires de verger (paysans et autres...)

Le manque d'organisation du commerce des fruits représente un fléau pour ce secteur économique.

D'ailleurs une maîtrise du commerce des fruits ne permet pas de donner des chiffres exacts sur la production nationale puisque ces quantités n'incluent pas le volume autoconsommé.

Compte tenu de ces facteurs, deux études seront faites :

- L'une porte sur les chiffres qui nous sont communiqués par la direction des statistiques agricoles du ministère du développement rural.
- L'autre étude concerne les quantités commercialisées dont la source est la direction des statistiques : Commerce Spécial.

II) Analyse des données sur la production

1) Analyse basée sur des suppositions optimistes

Nous supposons dans un premier temps que les statistiques qui nous sont fournies ont le même degré de fiabilité quelque soit l'endroit de leur provenance.

La productivité des agrumes dépend de la nature des pluies et de la fertilité des sols.

La production quant à elle, augmente aussi bien avec les pluies, la fertilité des sols qu'avec le nombre d'arbres plantés.

Nous allons supposer que les variations de la production sont identiques pour toutes les régions.

Ayant les données de la production d'agrumes de 11 années de la région de Thiès comprises entre 1970 et 1984, ayant au moins une donnée sur chaque région; On obtient la production des autres années de chaque région de la manière suivante:

Soit T_i = production annuelle de la région de Thiès à l'année i .

T_c = production annuelle de la région de Thiès à l'année c tel que c soit l'année pour laquelle on connaît la production de la région concernée.

R_{c_j} = production annuelle connue de la région j .

R_{ij} = production annuelle de la région j à l'année i .

on a : $R_{ij} = T_i + R_{c_j} - T_c$

La production nationale est de :

$$P_i = T_i + \sum_j R_{ij}$$

Ayant les productions nationales, on peut traiter ces données expérimentales par la méthode des moindres

carrés.

Preons y (en ordonnée) = production nationale
 x (en abscisse) = rang de l'année compté à partir
 de l'année 1970 qui a pour rang zéro.

Nous allons établir la forme de $y = f(x)$ en dispo-
 sant sur le plan des coordonnées les points corres-
 pondants aux valeurs expérimentales (Annexe A₃)
 Tenant compte du fait que les résultats experimen-
 taux sont entachés d'erreurs, il est naturel de sup-
 poser que la fonction cherchée $y = f(x)$ peut être
 recherchée sous forme de la fonction linéaire
 $y = ax + b$ vue la disposition des points.

Cherchons alors les paramètres a et b
 La méthode des moindres carrés consiste en ce
 qui suit :

$$\text{on calcul } S(a, b) = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)]^2$$

avec $n = 11$

On détermine a et b en cherchant le minimum de
 la fonction S pour les paramètres cherchés

$$\text{c'est à dire } \begin{cases} \frac{\partial S}{\partial a} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial b} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i x_i - a \sum_{i=1}^n x_i^2 - b \sum_{i=1}^n x_i = 0 \\ \sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i - bn = 0 \end{cases}$$

Ce qui donne Annexe A₄ $\sum x_i = 83$

$$\sum y_i = 239078$$

$$\sum y_i x_i = 1902538$$

$$\sum x_i^2 = 825$$

$$n = 11$$

$$\text{d'où l'on a } \begin{cases} 825a + 83b = 1902538 \\ 83a + 11b = 239078 \end{cases}$$

Ainsi la valeur la plus basse et la valeur la plus haute se situent dans notre marge de $\pm 50\%$.

2°) Analyse basée sur des suppositions pessimistes

Toutes les opinions s'accordent au Sénégal pour dire que la Casamance est la région la plus fertile et la plus favorable pour les fruits et les légumes.

Il pleut beaucoup plus en Casamance que dans les autres régions ce qui accentue l'immigration vers cette partie Sud du pays où on observe un plus grand nombre de plantations.

Compte tenu du manque d'eau qui s'évit dans les autres régions, de l'aridité des sols, du fait que nous amasserons qu'une partie de la production; nous allons faire les suppositions suivantes :

- Les productions des régions exceptées celles de Thiès et de Casamance sont négligées.
- La production de la Casamance subit les mêmes lois de variation que celle de Thiès.

L'Annexe A2a donne alors les totaux.

En utilisant la méthode des moindres carrés comme dans le cas précédent, on s'aperçoit (voir Annexe A5) qu'on a une fonction de la forme

$$y = f(x) = ax + b,$$

y et x ayant les mêmes significations que précédemment

Le Tableau Annexe A6 donne :

$$\begin{aligned} \sum x_i &= 83 & ; & & \sum y_i &= 229\,732 & ; & & \sum x_i y_i &= 1823\,325 \\ \sum x_i^2 &= 825 & ; & & n &= 11 \end{aligned}$$

et dont la solution est: $b = 17991,2$

$$a = 496,086$$

Notre production suit une évolution de la forme $y = 496,086x + 17991,2$

Ce qui donne pour l'année 1985 $y = 25432,46t$

Remarque importante

Ce calcul nous donne une idée de ce qu'est la production en se basant sur des suppositions optimistes. Il n'a nullement la prétention de représenter la réalité, mais plutôt de donner une limite supérieure de la production, pour ensuite former avec le calcul basé sur des suppositions pessimistes les courbes limites de la production. En admettant une erreur de $\pm 50\%$ de la valeur trouvée, nous pouvons estimer que notre production se situe pour 1985 entre 12716 tonnes et 38143 tonnes.

Ainsi tous les points expérimentaux se trouvent dans cette bande.

Nous pouvons de même prendre le point le plus éloigné en dessus et le point le plus éloigné en dessous et calculer son écart pourcent par rapport au point correspondant sur la droite.

Ainsi on a:

$$\text{- Pour le point le plus haut: } \text{Ecart \%} = \frac{|21959,89 - 32329|}{21959,89} \times 100$$

$$\text{Ecart \%} = 47\%$$

$$\text{- Pour le point le plus bas: } \text{Ecart \%} = \frac{|18487,3 - 17311|}{18487,3} \times 100$$

$$\text{Ecart \%} = 6\%$$

$$\text{d'où on a : } \begin{cases} 825a + 83b = 1823325 \\ 83a + 11b = 229732 \end{cases}$$

$$\Rightarrow a = 452,34 \text{ et } b = 17471,6$$

Ce qui donne $y = 452,34x + 17471,6$

L'évolution de la production est alors croissante

On en déduit la production en 1985; c'est à dire:

$$y_{15} = 24256,7 \text{ tonnes}$$

Nous pouvons alors dire que la production d'agrumes se situe entre 24000 tonnes/an et 25000 tonnes/an environ.

Pourtant certains organismes spécialisés dans les projets fruitiers estiment que la production nationale d'agrumes se répartit de la manière suivante:

Casamance : plus de 50%

Thiès : 21%

Cap Vert : 24%

Autres Régions : environ 5%

Cela vaudrait dire que la Casamance et Thiès regroupent les 71% de la production nationale

Si l'on fait le rapport des deux études précédentes, on trouve que la production de la Casamance et de Thiès représente environ 96% de la production nationale.

Ceci nous conduit à négliger pour les besoins de la transformation les productions des autres régions et à ne récupérer dans un premier temps que la production de la Casamance et celle de Thiès ensuite.

III) Flux commercial

1) Exportations

Bien que le Sénégal importe d'importantes quantités d'agrumes (moyenne : 3 801,4 tonnes), une certaine partie de la production sert à l'exportation. Ces quantités sont utilisées comme provision de bord par les navires en transit ou réexportées. De 1971 à 1975 la moyenne des exportations est estimée à 357,4 tonnes.

Si l'on compare les quantités exportées aux quantités importées, il semblerait, compte tenu des productions qui pourrissent chaque année, que les exportations doivent chercher une issue autre que celle empruntée jusqu'alors.

Il s'agit alors de transformer les fruits non seulement pour pouvoir les conserver plus longtemps, mais pour les rendre beaucoup plus aptes à la consommation.

2) Flux à l'intérieur du pays

Le tableau Annexe A7 donne les exportations d'agrumes de la Casamance vers les autres régions. Ces quantités sont déterminées à partir des certificats délivrés aux « Banas-Banas ». Le flux d'agrumes de la Casamance vers les pays tels que la Mauritanie et le Mali n'est pas considéré ici. De telles quantités dépassent largement les exportations Sénégalaises d'agrumes. Pourtant le blocage de cette région demeure faute d'infrastructures routières : ainsi les produits y pourrissent.

IV) Evolution future de la production

Il est impossible de demander impunément à une machine un rendement élevé si l'on ne connaît pas les rouages qui le composent et la façon dont ils s'articulent. Dans le cas particulier d'un verger, outil vivant de production, cette connaissance est encore plus nécessaire parce que les différentes parties de l'outil ont une vie à la fois individuelle et solidaire et que toute modification de l'une entraîne la modification des autres.

Pour cela il faudrait faire une étude des modes de gestion des vergers et une étude du milieu dans lequel évoluent ces vergers : climat, sol etc...

Analyser l'évolution de la production de fruits constitue dès lors une science à part dont les détails n'entrent pas dans le cadre de ce sujet.

Dans certains pays industrialisés, gros agriculteurs, les augmentations ou les baisses de la production d'un pays donné se négocient avec beaucoup d'agitation au sein des groupements économiques (tel que C.E.E. par exemple); mais peut-il en être le cas dans nos pays sous-développés en général, et dans ce sahel en particulier frappé par le fléau naturel de la sécheresse? L'agriculture au Sahel et en particulier au Sénégal a besoin d'évoluer et d'évoluer sans arrêt ne serait-ce que dans le but de lutter contre la désertification qui érode nos sols, et contre la malnutrition. Cette évolution est, pour le

Cas des agrumes, marquée par une légère augmentation de la production de 1970 à 1984

Aujourd'hui la tendance est certainement à la baisse si l'on en croit les services affiliés aux statistiques agricoles.

Peut-on à l'avenir compter sur cette espèce fruitière ?

Disons que Oui, mais à condition de jouer au moins sur les facteurs suivants:

- Remise des sols en vie.
- Irrigation des vergers avec l'avènement des barrages (Fleuve Sénégal, Fleuve Gambie).
- Ecoulement des produits par la création d'usines de transformation.
- Augmentation des plantations de citronniers (ou limiers), Orangers, Pamplemoussiers, Mandariniers.
- Reconversion des mentalités par rapport à la nécessité de se tourner vers les cultures fruitières.

On peut tout de même dire, compte tenu de l'analyse faite par certains spécialistes du domaine agricole (Experts, Ingénieurs agronomes etc..), que la Casamance est la région d'avenir des agrumes.

V > Conclusion

Nous prendrons quatre hypothèses de base. Compte tenu des analyses que nous venons de faire ceci permettra à l'usine de démarrer progressivement sans à-coups majeurs..

L'implantation de l'usine et par conséquent le

flux des agrumes vers ce dernier permettra au fil du temps d'avoir des données plus précises sur la production.

Chaque hypothèse correspond à une phase d'exploitation. d'où on a :

- première phase : basée sur les exportations sénégalaises d'agrumes, 400 tonnes / an
- deuxième phase : basée sur le flux des agrumes de la Casamance vers les autres régions ; transformation de 1200 tonnes / an
- troisième phase : basée sur les données de la direction des statistiques agricoles par transformation du quart de la production soit : 600 tonnes / an.
- Quatrième phase : récupération de la moitié de la production : 1200 tonnes / an.

Ces successions de phases nous permettent d'être en sécurité au cas où la production réelle serait au dessus des valeurs que nous avons estimées, mais aussi dans certains cas, d'être dans l'incapacité d'absorber les surplus de production. Dans ce dernier cas il s'agira dans un premier temps d'augmenter les heures de travail, et dans un deuxième temps de faire une expansion de l'usine.

Chapitre 2 : Etude des agrumes et de leurs produits

I > Les agrumes

On regroupe sous le nom « agrume » les fruits suivants : Oranges - mandarines - satsumas - citrons (et limes) - pomelos (pamplemousses) - kumquats.

Ils ont des caractéristiques communes parmi lesquelles on peut citer :

- Aspect : forme caractéristique de la variété du type commercial.
- Etat sanitaire : fruits entiers, sans traces apparentes d'attaques d'insectes, de maladies, de grêle, de gelée, de coups de soleil ou de sirocco.
- Maturité : coloration de l'épiderme.
- Qualité extra : granulation, forme, couleur, maturité : parfaite sans défaut.
- Qualité standard : bonne maturité, forme normale sans défaut.

1) Citrons et limes

Ce sont des agrumes très acides
pourcentage minimum de jus : 25%

Les limes se distinguent des citrons par leur forte acidité et leurs petits diamètres

Calibres : Citrons : 6 calibres, diamètre entre 45 et 70mm

Limes : 3 calibres, diamètre entre 38 et 46mm

Critère de maturité commerciale : coloration spécifique de la maturité sur la moitié de l'épiderme.

2) Oranges

On distingue cinq variétés :

- les oranges fines
- les oranges fines sanguines
- les oranges communes
- les oranges amères
- les oranges douces

Le pourcentage minimum de jus est de : 30%

Calibres : 11 calibres diamètre de 57 à 92 mm et plus

Critères de maturité commerciale : coloration spécifique de la maturité sur les $\frac{3}{4}$ de la surface, le $\frac{1}{4}$ restant étant coloré mais sans tache verte

3) Pamplemousses

Aspect, État sanitaire, maturité communes aux agrumes

Coloration de la surface de l'épiderme à 100% en jaune

Pourcentage minimum de jus : 40%

Calibres : 11 calibres ; diamètre de 76 à 135 mm

4) Mandarines

Agrume d'aspect, d'état sanitaire et de maturité communs aux autres agrumes.

On distingue les mandarines à peau lisse et les mandarines à peau verruqueuse.

Pourcentage minimum de jus : 33%

Critère de maturité commerciale : coloration spécifique de la maturité sur les $\frac{2}{3}$ de la surface, le $\frac{1}{3}$ restant étant coloré.

Calibres : 5 calibres, diamètre entre 57 et 67 mm

II > Les produits des agrumes

Puisque le jus des agrumes en général et celui du citron en particulier ne représente que 25% du poids de la matière, on pourrait se poser la question sur la nécessité d'exploiter un tel fruit. En effet certains agrumes sont cultivés pour leur jus, mais d'autres tel que le citron le sont pour leur jus et leurs huiles essentielles. L'acide ascorbique des agrumes représente 90% de la vitamine C du régime alimentaire.

Avec les nouvelles découvertes des procédés de transformation, la totalité du fruit peut être utilisée.

1) Les jus

Ils sont en pourcentages différentes dépendant du type de fruit à traiter.

Un jus de fruit idéal est celui qui conserve toutes les propriétés du fruit fraîchement pressé.

On note les caractéristiques suivantes en fonction de l'espèce

	citrons	Oranges	Pamplemousses	Mandarines
densité à 10°C ≥	1,030		1,038	
Acidité titrable en milliequiv/l	780 à 1170		140 à 270	
Teneur en pulpe ≤	15%-		15%-	
Teneur en huiles essentielles ≤	0,9ml/l		0,2ml/l	

Teneur en anhydride sulfureux	50 mg/l		50 mg/l	
degré Brix minimum		9,5°		9,5°
Rapport mini extrait soluble total divisé par acidité		7		6

2) Pulpe

C'est la matière solide provenant du jus brut. La pulpe est utilisée comme matière de base excellente et pleine de saveur pour la fabrication de confitures, de gélées et de boissons non alcoolisées.

3) Écorces et huiles essentielles

- Les huiles essentielles

Elles sont obtenues de différentes manières dépendamment de la méthode utilisée et du type de machine.

Les huiles tirées des écorces d'agrumes sont en majorité (90% à 98%) constituées de terpènes et de sesquiterpènes qui ne constituent à l'arôme que dans une faible mesure. Elles rendent plutôt amères les jus.

Les huiles essentielles sont utilisées dans les industries du parfum (fabrication des essences artificielles), dans les industries chimiques (pharmaceutiques), dans les pâtisseries et confiseries (parfumer les produits comestibles).

- Les écorces

Sur une tonne de fruits, on a 500 à 600 kg de déchets

d'écorce . C'est dire combien cette matière est importante pour une entreprise de transformation d'agrumes si on parvient à la traiter et à la revendre. A partir de l'écorce on obtient des aliments desséchés pour le bétail, de la mélasse d'agrumes, des fruits confits.

4) Les produits dérivés

A partir du jus on obtient :

- les boissons gazeuses ou non
- les sirops
- les jus naturels concentrés ou non

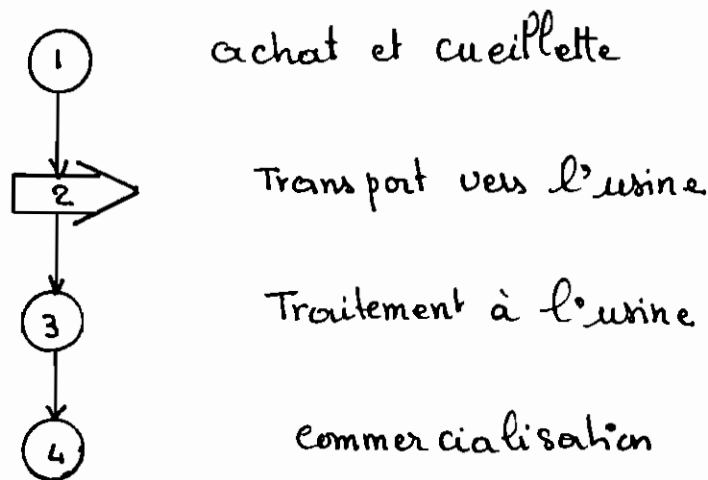
A partir de la purée on obtient les marmelades

Chapitre 3: Etude du Processus de Transformation

I > Circuit général des produits

Pour les raisons que nous évoquerons à chaque étape, les produits suivront le cheminement suivant :

1) Schéma du Processus



2) achat et cueillette

En l'absence d'un système de commercialisation des fruits et légumes au Sénégal, il s'agit de créer à l'instar de la loi SONACOS (pour les récents bouleversements de l'ex-système de commercialisation des arachides : SONAR) un organe autonome d'achat des agrumes. La récolte sera assurée par des saisonniers engagés par période de récolte et payés sur place.

Les prix seront fixés en fonction de la qualité des fruits. (Voir chapitre : Contrôle de la qualité)

Le fonctionnement de cet organe sera assuré par le service approvisionnement qui programme les achats et les cueillettes en fonction du niveau de stock désiré et

des périodes de récolte favorables.

Avantages du système

- pallier aux éventuelles ruptures de stock.
- contrôler soi-même la cueillette et par conséquent diminuer les pertes par moisissure et par fatigue excessive des fruits dues aux nombreuses manœuvres.
- s'approvisionner en fruits frais.
- s'impliquer dans la décision de fixation des prix.
- transcender un aspect économique important; le problème des intermédiaires ("banas-banas") entre producteurs et consommateurs.

- Soit P = prix aux producteurs du kg de fruits
 B = le pourcentage de bénéfice brut : on l'estime entre 50% et 100% ou plus. Prenons $B = 75\%$.

P est estimé entre 20 CFA et 30 CFA. Prenons la plus grande valeur soit $P = 30 \text{ CFA/kg}$

T = production annuelle d'agrumes

on a :

BA = bénéfice brut annuel

$$BA = P \times B \times T$$

Ce qui, pour les différents niveaux de production, donne :

Production en tonnes	400	1200	6000	12000
BA (en millions de CFA)	9000	27000	135000	270000

Ces chiffres sont assez importantes pour représenter les de coûts de la cueillette, du transport et le Profit brut.

3) Transport vers l'usine.

Soit N = nombre de Camions nécessaires pour assurer

l'approvisionnement

P_c = poids de chargement d'un camion = 20 tonnes

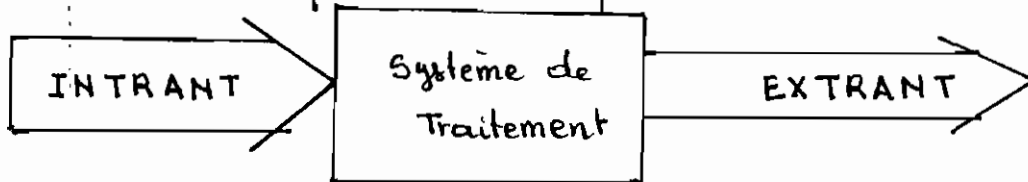
Q_s = quantité à commander au cours de la période de rotation des stocks.

on a :

$$N = \frac{Q_s}{P_c}$$

4) Traitement à l'usine

Un bon système de traitement se caractérise par sa capacité de transformer un INTRANT donné en EXTRANT de qualité bien définie.



Compte tenu de cela nous aurons 7 étapes principales :

- stockage M.P
- Lavage triage
- extraction des huiles essentielles
- extraction du jus
- conditionnement
- stockage P.F.

Ces étapes seront vues en détail dans l'étude du procédé de transformation.

5) Commercialisation

Le service administratif sera chargé de l'achat des fruits et de la commercialisation des produits extraits. Nous verrons le rôle de ce service dans les chapitres qui

suivent. Notons tout simplement que son potentiel clientèle comprend : les magasins grossistes, les supermarchés, les chaînes hôtelières, les industries de parfumerie, les brasseries, les pâtisseries, les propriétaires de bétail etc

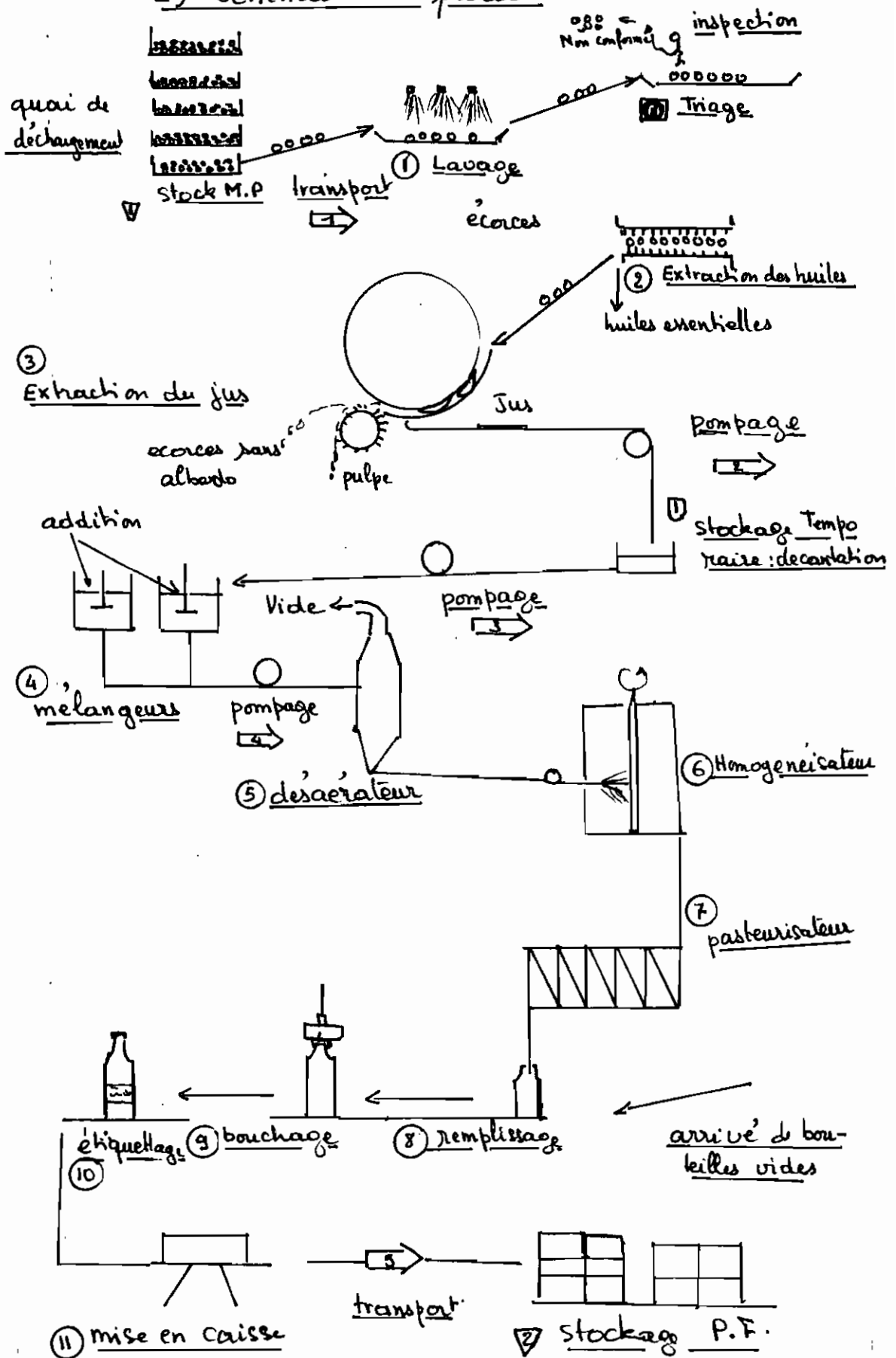
La livraison se fera sur commande du client
Le responsable du service administratif veillera à la politique de prospection de nouveaux marchés.

II) Étude du procédé de transformation et connaissance des équipements

A) Définition

C'est l'étude des différentes techniques qui interviennent dans les processus d'obtention des jus d'agrumes en utilisant les équipements appropriés

2) schéma du procédé



3 > Stockage M.P.

* but

Le but de l'entrepôt est d'assurer

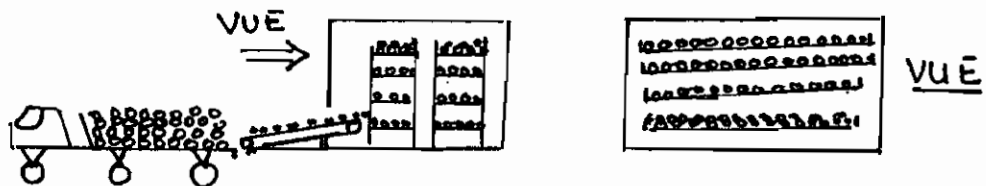
- un approvisionnement continu de l'unité de traitement en M.P.
- la meilleure conservation possible des fruits à l'état frais.

Les calculs du dimensionnement de cet entrepôt seront vus dans le chapitre réservé à l'implantation.

* mode de stockage

Dans des bacs en grille métallique pour faciliter la circulation de l'air.

Les étagères sont légèrement inclinées (voir dessin).



* durée de stockage

Fonction de :

- la durée maximale d'entreposage des produits
- la qualité désirée

4 > Lavage

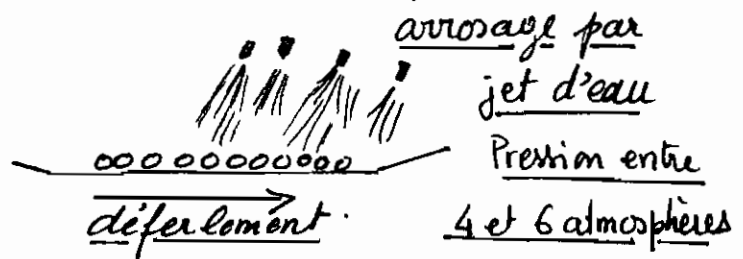
Il se fait avant le triage pour permettre aux opérateurs de la ligne de pouvoir discerner les fruits qui répondent à un niveau de qualité tel que défini dans le chapitre concernant le contrôle de la qualité

but

son but est de débarrasser les fruits des micro-

organismes, des moisissures ou des impuretés (brindilles, pierres) se trouvant à l'extérieur des fruits.

* Procédé



Laveuse BERTUZZI

La laveuse choisie est du type Bertuzzi (voir nos catalogues)

La laveuse peut être équipée d'un électroaimant qui permet de retenir les débris de fer ou de fonte dangereux pour la rapeseuse (Citropren) ou la presseuse (Citronic)

Un bon lavage améliore la qualité du jus et évite un entretien compliqué

Caractéristiques

consommation en eau = 300 l/h

" d'électricité = Puissance moteur = 0,37 kW

débit de travail = 100 à 500 kg/h

5) Triage

Sur des tapis horizontaux dont la vitesse d'avancement est réglable, s'accomplit en général une opération onéreuse: le triage manuel qui a pour but d'éliminer les qualités insuffisantes (calibre, maturité, meurtrissure) et les débris ayant échappé à la laveuse.

5) Extraction des huiles essentielles

Lorsque les huiles essentielles se mélangent au jus, ce dernier devient amer et par conséquent difficile à consommer directement.

Pour pallier à cela l'extraction des huiles essentielles se fera avant celle du jus. Ce procédé est réalisé grâce à une machine capable de râper légèrement le flavedo pour sortir les huiles essentielles des alvéoles. Un jet d'eau nebulisé entraîne les huiles au fond de la machine (voir schéma annexe B₁)

fonctionnement du Citroreap modèle CK 2/4

C'est le modèle choisi pour notre ligne.

Les agrumes sont amenés dans la trémie de chargement et sont entraînés par l'hélice jusqu'à la goulotte de déchargement. Pendant ce parcours les fruits sont poussés par l'hélice contre les rouleaux de raclage qui piquent et râpent légèrement les écorces. Les rouleaux tournent rapidement et ontu le rapage entraînent la rotation des fruits pour obtenir un rapage homogène sur toute la surface.

Les larges possibilités de traitement, selon la variation de vitesse de rotation de l'hélice d'alimentation et des rouleaux de rapage rendent cette machine utile pour tous les agrumes.

7) Extraction du jus

Le procédé industriel est analogue au procédé artisanal.

Les sous opérations sont:

- couper les fruits en branches
- Presser les fruits
- filtrer le jus pour le séparer des matières solides telles que la pulpe et les pépins.

On utilise une machine appelée Citronic.

L'intérêt d'une telle machine est qu'elle permet d'utiliser entièrement les agrumes pour la production:

- de jus pulpeux de bonne qualité pour la concentration
- d'écorces sans albedo pîtes pour être coupées en cubes ou en branches
- pulpe pour pressurage éventuel pour obtenir un jus de qualité inférieure pour préparer les communautés

La machine peut traiter tous les agrumes étudiés dans ce texte

Traitement des fruits au Citronic

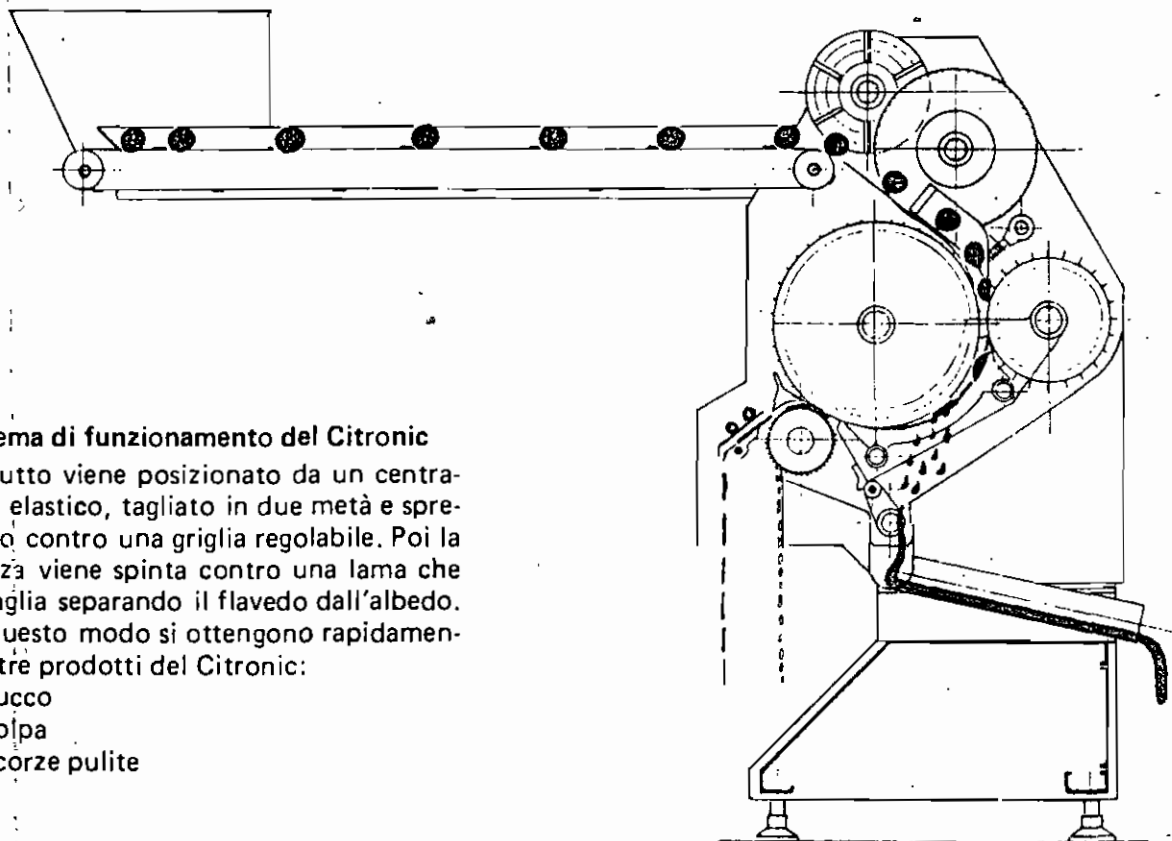
Après le Citrorap, les fruits sont conduits de la trémie de chargement au groupe de centrage et poussés par le même groupe par un couteau roulant qui coupe les fruits en deux moitiés.

Les quartiers sont retournés pendant la chute et placés entre les rouleaux; ensuite les fruits sont traités par le rouleau de pressurage contre une grille avec des trous de grandes dimensions qui permettent l'écoulement du jus.

Les écorces sont traitées par un rouleau denté qui les conduit contre un couteau pour le découpage et la séparation de l'albedo du flavédo

La machine est réglable pour des calibres différents.

Schema du fonctionnement



Schema di funzionamento del Citronic

Il frutto viene posizionato da un centratore elastico, tagliato in due metà e spremuto contro una griglia regolabile. Poi la scorza viene spinta contro una lama che la taglia separando il flavedo dall'albedo. In questo modo si ottengono rapidamente i tre prodotti del Citronic:

- Succo
- Polpa
- Scorze pulite

8) Traitement du jus

Étalonner la consommation du jus toute l'année suppose qu'on l'ai garanti contre toute altération

Sans doute l'homme n'a pas manqué d'apporter des solutions à un tel problème en inventant un ensemble de techniques mises en pratique par des machines telles que :

- les réservoirs avec mélangeurs
- les désaérateurs
- les homogénéisateurs

- les pasteurisateurs

Les opérations effectuées par ces machines permettent de répondre aux exigences sanitaires multiples, esthétiques, d'apparence des produits

- Cuve de stockage temporaire

Le jus à la sortie du citronic est pompé dans une cuve pour stockage temporaire où une partie des matières solides se déposent au fond : decantation

- réservoir avec mélangeur

Un nouveau pompage amène le jus dans deux réservoirs avec mélangeurs. Ces derniers effectuent le mélange du jus avec les additifs (sucre pour les boissons sucrées, colorant etc...)

- Désaération

C'est le procédé par lequel on élimine l'air introduit dans le jus au cours de l'extraction pour améliorer sa bonne tenue (couleur aspect) et son goût car l'oxygène présent est certainement l'ennemi le plus actif des boissons de fruits, surtout si elles sont très oxydables.

Ce procédé permet entre autre d'éviter l'inactivation rapide des vitamines.

La S. A Bertuzzi dispose de 3 modèles de débits et de caractéristiques de construction différents.

- Homogénéisation

C'est un procédé d'affinage des jus.
Les homogénéisateurs sont équipés de pompes à très hautes pressions qui injectent le liquide sur un cône d'acier inoxydable ou d'agate ou les cellules se brisent.

La pression des homogénéisateurs choisis peut aller jusqu'à 220 bars.

Ce procédé évite la décantation trop rapide en bouteille qui rendrait le jus invendable.

- Pasteurisation

Elle a pour but d'obtenir la stabilisation des produits du point de vue microbiologique soit enzymatique.

Toutefois le traitement thermique doit être effectué sans altérer les caractéristiques organoleptiques du produit.

Les pasteurisateurs "Thermoflash" HV 1100 sont des machines de pointe aptes à répondre à ce besoin.

Leur procédé consiste à élever la température du produit à la température de pasteurisation (115°C) et à refroidir très rapidement.

3) Conditionnement

C'est :

- le remplissage
- le bouchage
- l'étiquetage

- la mise en course

- Le remplissage

Il dépend du type d'emballage désiré
Le procédé d'emballage le plus actuel est l'emballage en carton imperméable.

Avantages des emballages en carton

- très économique
- facile à manipuler
- incassable

Dans nos catalogues nous disposons plutôt de remplisseuses pour bouteilles jusqu'à 2 litres.

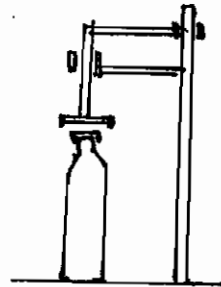
Bien que dans nos catalogues nous utiliserons les remplisseuses figurant dans nos catalogues, il est bon quand même de spécifier que nous préférons des emballages en carton.

Des renseignements supplémentaires auprès des fournisseurs de remplisseuses pourrait être utiles en ce qui concerne des machines universelles pour emballage mixte (carton, bouteille).

- Bouchage

C'est l'opération de réparation du jus et de l'air atmosphérique

Il est effectué par des machines semi-automatiques



- Étiquetage

Les produits alimentaires ont nécessairement besoin de références qui permettent de signaler aux consommateurs la consommation du produit et son séjour

L'aspect esthétique de l'étiquette rend le produit plus attrayant

- mise en caisse

Un opérateur met les bouteilles dans des caisses qu'il place à côté de lui dans un espace aménagé pour les besoins. Un autre opérateur muni d'une transpalette les transporte dans le magasin de stockage (Entrepôt P.F)

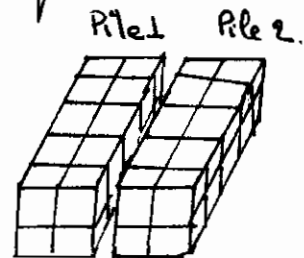
10) - Stockage P.F

L'entrepôt de P.F aura pour but

- d'approvisionner de manière continue la clientèle
- de bien conserver les produits dans les conditions de température et d'humidité requise

* mode de stockage

par empilement des caisses avec des allées



Nota Nous ne traiterons pas ici en particulier le procédé d'obtention des huiles essentielles. Il faut plutôt se référer aux photos annexes B₁ et B₂.

La ligne proposée peut traiter entre autre des confitures et des marmelades de fruits de même que des concentrés de tomates

Chapitre 4 Détermination des quantités INPUT et des quantités OUTPUT

I > Quantités INPUT

Nous définissons quatre niveaux d'exploitation en fonction des analyses faites sur les études statistiques

1^{er} Niveau : 400 tonnes d'agrumes par an

2^e Niveau : 1200 tonnes d'agrumes par an

3^e Niveau : 6000 tonnes d'agrumes par an

4^e Niveau : 12000 tonnes d'agrumes par an

Selon les estimations faites sur les agrumes commercialisés, la production nationale se répartit comme suit :

Oranges : 80%

citrons et limes : 15%

Mandarines : 4%

Pamplemousses : 1%

Nous allons considérer cette répartition pour calculer les quantités de chaque espèce pour un niveau de production donné.

Soit : Q_T = quantité total d'agrumes

p_i = pourcentage de l'espèce i

Q_i = quantité de l'espèce i

on a :

$$Q_i = p_i Q_T$$

N.B. unité : tonne

Résultats :

Productions (en tonnes)	400	1200	6000	12000
ESPECES				
Oranges	320	960	4800	9600
Citrons et limes	60	180	900	1800
Mandorlines	16	48	240	480
Pamplemousses	4	12	60	120

Remarque : Cette répartition pouvait être plus exacte si l'on connaissait le pourcentage de jus vendu pour chaque espèce. Seulement les jus d'agrumes vendus au Sénégal sont importés et peuvent ne pas refléter la réalité du goût des consommateurs vis à vis des produits locaux.

Un calcul des pourcentages donne :

Années	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	moyenne
Espèces								
oranges (%)	57	96	94	83	84	92	51	80'
Pamplemousses (%)	0,6	1,4	1,1	0,9	1,6	0,6	0,5	0,96
autres agrumes (%)	42,4	2,6	4,9	16,1	14,4	7,4	48,5	19,04

Tire' du Tableau Annexe E1 : Importations de jus d'agrumes

Les moyennes ainsi établies concordent exactement avec nos hypothèses. Seulement les fluctuations sont assez importantes et c'est en fonction des demandes que l'usine planifiera à chaque fois les quantités

économiques à commander de chaque espèce.

II > Quantités OUTPUT

Soit:

Q_{Ji} = quantité de jus en tonnes de l'agrumes i

Q_{Hi} = quantité d'huiles essentielles en tonnes de l'agrumes i

Q_i = poids total de l'agrumes i

Q_{Pi} = quantité de pulpe en tonnes de l'agrumes i

Q_{Ei} = quantité d'écorce en tonnes de l'agrumes i

V_{Ji} = volume de jus en litres de l'agrumes i

ρ_{Ji} = masse volumique du jus de l'agrumes i

p_{Ji} , p_{Hi} , p_{Ei} , p_{Pi} = pourcentages respectives en Jus, Huiles essentielles, Ecorces, Pulpes de l'agrumes i

η_m = rendement total de la ligne.

on suppose que ce rendement est de $\eta_m = 99\%$

$$\text{alors on a : } Q_{Ji} = p_{Ji} \times \eta_m \times Q_i ; Q_{Hi} = p_{Hi} \times \eta_m \times Q_i$$

$$Q_{Pi} = p_{Pi} \times \eta_m \times Q_i ; Q_{Ei} = p_{Ei} \times \eta_m \times Q_i$$

$$Q_{Ji} = V_{Ji} \times \rho_{Ji} \Rightarrow V_{Ji} = \frac{Q_{Ji}}{\rho_{Ji}}$$

Notons que le rendement de la ligne en jus peut être différent de son rendement en pulpe etc...

d'où les résultats suivants :

Pour 400 tonnes	Jus (en kg)	Jus (en litres)	Huiles Essentielles (en kg)	Ecorces (en kg)	Pulpes (en kg)
Oranges	95040	91915	3168	174240	12672
Citrons	14850	14417	594	32670	2376
Mandarines	5227,2	5055	158,4	8712	633,4
Pamplemousses	1584	1526	39,6	2178	158,4
1200 tonnes					
Oranges	285120	275745	9504	522720	38016
Citrons	44550	43252	1782	98010	7126
Mandarines	15681,6	15165	475,2	26136	1900,2
Pamplemousses	4752	4578	118,8	6534	475,2
6000 tonnes					
Oranges	1425600	1378723	47520	2613600	190080
Citrons	222750	216262	8910	490050	35640
Mandarines	78408	75890	2376	130680	9501
Pamplemousses	23760	22890	594	32670	2376
12 000 tonnes					
Oranges	2851200	2757447	95040	5227200	380160
Citrons	445500	432524	17820	980100	71280
Mandarines	156816	151654	4752	261360	19002
Pamplemousses	47520	45780	1188	65340	4752

Chapitre 5: Contrôle de la qualité

Dans une société de consommation, l'une des méthodes qui permettent d'orienter, de provoquer de stimuler une demande, est la qualité du produit. Dans l'esprit du consommateur la qualité d'un produit alimentaire se note par :

- son aspect agréable et net
- sa réputation
- son apport sanitaire etc...

Pour rencontrer ces objectifs nous allons effectuer 3 contrôles :

- contrôle sur le produit brut (M.P)
- contrôle sur le processus
- contrôle sur le produit fini

I) Contrôle sur le produit brut

Ce contrôle sera basé sur les critères suivants :

- diamètre des fruits
- poids volumique
- degré de maturité
- degré de meurtrissure

qualité du produit

Un produit est de bonne qualité lorsqu'il répond aux critères fixés au départ.

Pour un produit donné, on va accorder une note à chacun de ses critères de la manière suivante : Pour chaque critère on cherche sa note qualitative en fonction de sa dispersion (voir Tableau Annexe C)
Soit q_i = note qualitative accordée au diamètre

des fruits en fonction de sa dispersion maximale admise
($W_1 = 0,95$)

q_2 = note qualitative accordée au poids volumique
en fonction de la dispersion maximale admise ($W_2 = 0,95$)

q_3 = note qualitative accordée au degré de maturité
en fonction de sa dispersion maximale admise ($W_3 = 0,90$)

q_4 = note qualitative accordée au degré de meurtrissure
en fonction de sa dispersion maximale admise ($W_4 = 0,50$)

Soit q = la note minimale pour laquelle le fruit est considéré de bonne qualité:

on a :

$$q_0 = \sqrt[4]{q_1 q_2 q_3 q_4}$$

Est défectueux, tout échantillon ayant $q < q_0$

$$q_1 = 1,00563 \quad \text{pour } W_1 = 0,95$$

$$q_2 = 1,00563 \quad \text{" } W_2 = 0,95$$

$$q_3 = 1,02275 \quad \text{" } W_3 = 0,90$$

$$q_4 = 1,75506 \quad \text{" } W_4 = 0,50$$

$$q_0 = \sqrt[4]{(1,00563)^2 \times 1,02275 \times 1,75506} = 1,16074$$

Les valeurs moyennes des critères ci dessus sont:
diamètre = 10cm (voir caractéristique citronic)

maturité : type commerciale

poids volumique = 200 kg/m^3 en moyenne

Le degré de meurtrissure : $1/5$ de la surface
matériel utilisé

- Balance plus Conteneur
- Appréciation visuelle

- Une trieuse-vibreuse qui est équipée de deux treillis métalliques troués de manière à ne laisser passer que les fruits compris dans certaines limites de diamètres.

II) Contrôle sur le produit fini

Ce contrôle se fait par prélèvement d'un échantillon de produits finis. Il porte sur

- le pH
- le °BRIX
- le % d'huiles essentielles
- % de matière sèche
- teneur en acide
- teneur en vitamine
- Analyse microbienne
- saveur
- teneur en parfum
- densité, Consistance et viscosité

matériel utilisé

- pH-mètre
- déjuge
- Viscosimètre
- Réfractomètre
- Distillateur d'huiles essentielles.

La qualité d'un produit sera acceptée à plus ou moins 5% de sa valeur admise par la législation sur les produits alimentaires.

III > Contrôle sur le processus

Pour ne pas alourdir l'inspection, le contrôle sur le processus se fera de manière systématique lorsque des défaillances seront constatées au niveau du produit fini : FEEDBACK: produit fini → Processus
 Dépendant du critère défaillant on fera un contrôle sur :

- le désaérateur : pourcentage d'air en excès
- le citrorap : pourcentage d'huiles essentielles en excès
- le citronic et l'homogénéisateur : excès de matières solubles
- le Pasteurisateur : Vitamine, microbe

Un contrôle périodique d'une fois par heure se fera sur le débit, la pression, la température : FEED BACK en chaîne pour le réglage des machines les unes par rapport aux autres.

IV Plan d'échantillonnage

on utilise le plan Militaire Américain MIL-STD-105-D basé sur le AQL (Acceptable quality Level)

Niveau de contrôle : Niveau II

Soit N = taille du lot = 500 (qui correspond pour la M.P à une production horaire)

n = taille de l'échantillon à prélever

$c_1 = A_c$ = nombre maximum de defectueux permis pour acceptation

$c_2 = R_e$ = nombre minimum de defectueux pour un rejet

on utilise un plan multiple

Etablissement des tables (Voir [16])

Par simple lecture

<u>Inspection Normale</u>		<u>Table R</u> AQL = 4%		
N° d'inspection	n	ncumulée	c_1	c_2
1	13	13	5	4
2	13	26	1	5
3	13	39	2	6
4	13	52	3	7
5	13	65	5	8
6	13	78	7	9
7	13	91	9	10

<u>Inspection Sevrée</u>			<u>Table S</u>	
1	13	13	9	3
2	13	26	0	3
3	13	39	1	4
4	13	52	2	5
5	13	65	3	6
6	13	78	4	6
7	13	91	6	7

<u>Inspection Réduite</u>			<u>Table T</u>	
1	5	5	9	4
2	5	10	0	5
3	5	15	0	6
4	5	20	1	7
5	5	25	2	8
6	5	30	3	9
7	5	35	4	10

Critère de passation d'un plan à un autre

Inspection Normale : 5 lots consécutifs, 2 rejets

passage à



Inspection serrée : 5 lots consécutifs sans rejet

passage à



Inspection normale

- Acceptation des 10 derniers lots
- Le total des defectueux dans les 10 derniers lots n'excédant pas $c_1 + c_2 = 3 + 8 = 11$ (tel $c_1 =$ nombre maximum de defectueux permis pour acceptation au 5^e lot de l'inspection serrée ; $c_2 =$ nombre minimum de defectueux permis pour un rejet au 5^e lot de l'inspection normale)

passage à



Inspection réduite

Mise en route du Plan

Si plusieurs lots consécutifs sont refusés lors de la mise en route du plan, on devrait revoir le AQL, nos exigences par rapport à nos produits et les réorienter si possible.

Chapitre 6 Implantation de l'usine

I > Choix du site

Dans l'inventaire des richesses agricoles d'un pays, on est tenté de proposer l'installation d'une usine produisant du jus, en raison de la profusion des fruits, surtout si la période de récolte est courte.

Il est possible que la M.P. soit convenable et abondante, mais la difficulté sera de la collecter et de l'amener à l'usine.

En effet, pour une usine d'agrumes dont l'extrait principal (jus) représente que 30% du poids de la M.P., il serait préférable d'implanter l'usine dans la région fruitière : la Casamance.

Hypothèses

on suppose que :

- la transformation des écorces ne soit pas rentable ;
- Coût du transport des agrumes de la Casamance vers Dakar soit de 50% du bénéfice brut.

Bénéfice brut = Prix de vente consommateur - Prix d'achat producteur

Calcul

PA = prix d'achat producteur = 20 F/kg (environ)

PV = prix de vente consommateur = 100 F/kg

Pour une production de :

Q = 400 tonnes on a $Q_E = 220$ tonnes d'écorces

d'où C_{TE} = coût du transport des écorces par an

$$C_{TE} = \frac{50}{100} (PV - PA) \times Q_E = 0,50 (100 - 20) \times 220000$$

- i.e. $C_{TE} = 8800000$ CFA.

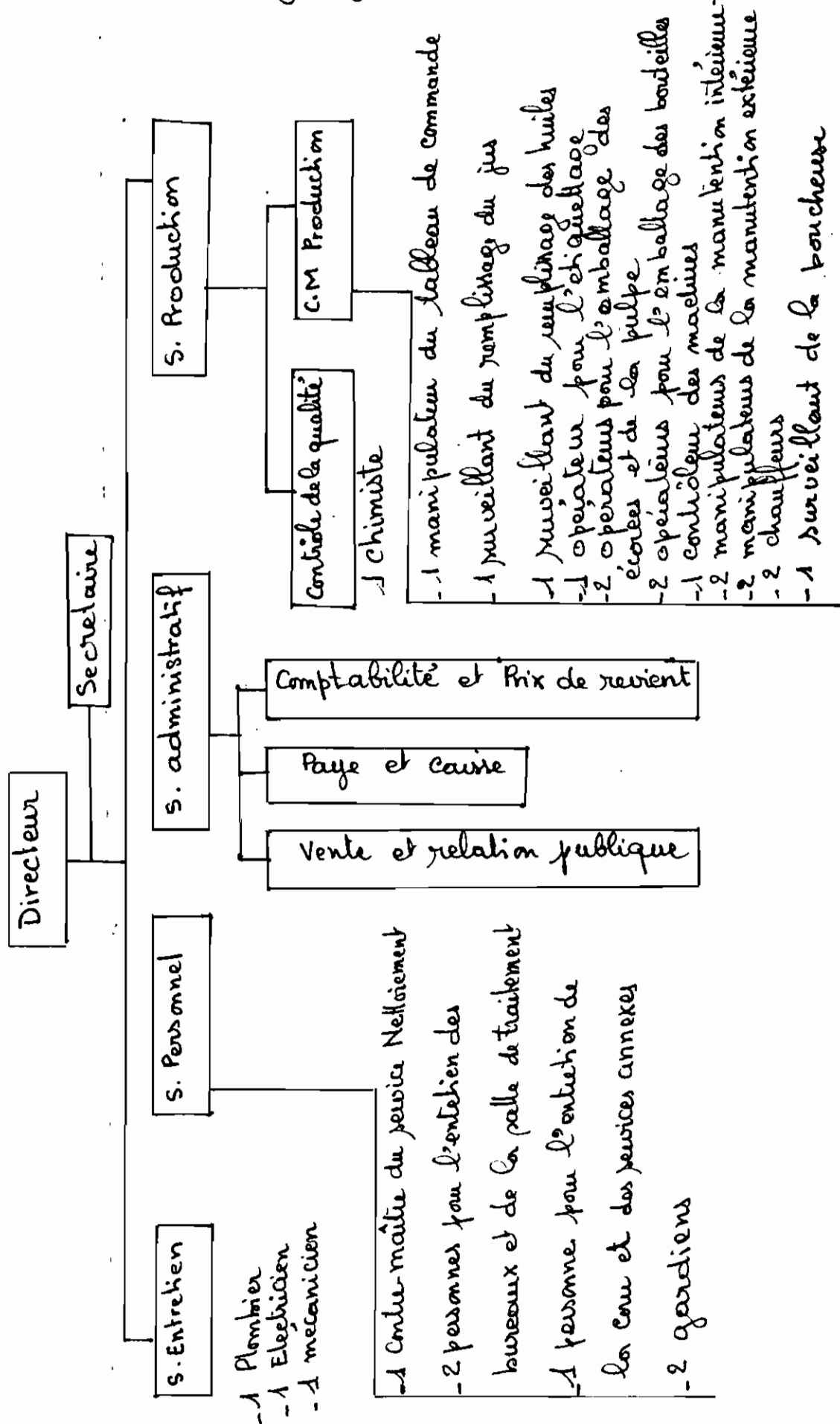
Autres facteurs de choix

- La Casamance est une région fruitière par conséquent elle répond mieux aux extensions futures pour la transformation d'autres produits;
- Région touristique : répond mieux que les autres régions (excepté le Cap-Vert) à l'ouverture vers l'extérieur;
- La Casamance à elle seule peut fournir la M.P. requise (voir étude statistique);
- Facteur désertification : plus résistant que les autres régions;
- Main-d'œuvre abondante et bon marché;
- Facteur politique : Répond à la politique de décentralisation; par conséquent l'usine bénéficie des faveurs accordées aux entreprises implantées hors du Cap-Vert.

Inconvénients

- Éloignée par rapport à Dakar;
- Niveau de vie peu élevé (consommation locale négligeable);
- Infrastructures routières insuffisantes;
- Enclavée;
- Région non industrialisée

II) Organigramme administratif



Il s'agit dans cette partie de définir le rôle de chaque service et de donner un modèle de fonctionnement.

1) Service Entretien

Son rôle est d'assurer le bon fonctionnement du matériel. Nous ferons deux types d'entretien :

- L'entretien préventif;
- L'entretien correctif.

L'entretien préventif se fera tous les 15 jours de préférence le Samedi matin pour pallier à l'improductivité des travailleurs les débuts de Week-end.

Il sera assuré par le personnel du service aidé par l'ensemble des manœuvres. Ces derniers auront pour tâche le lavage des machines.

L'entretien correctif se fera à chaque fois qu'une panne survienne. L'approvisionnement des ateliers en pièces de rechange sera planifié par le responsable du service.

2) Service Production

C'est le service clé directement rattaché à la production.

Dans une industrie alimentaire où le niveau de qualité exigé peut être fixé à un niveau hiérarchique supérieur à celui de l'usine ; il est surtout nécessaire que le contrôle de la qualité soit rattaché au service de la production pour que ces derniers interagissent harmonieusement dans un intérêt global.

Par conséquent il y'aura à la tête de ces deux sections (production, contrôle de la qualité), un

chef de service chargé de la coordination.

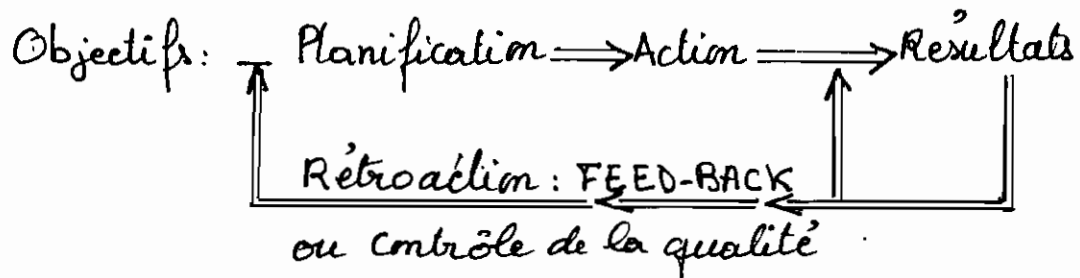
Planification de la production

Travail de 8h/jour et de 5 jours par semaine.
(à cause de l'entretien du Samedi matin)

Nettoyage des machines à chaque arrêt (midi - Soir)

Nettoyage général des machines à chaque changement de produit.

Le modèle du service est le suivant :



3) Service administratif.

Il est chargé de l'administration générale de l'usine:

- comptabilité générale;
- élaboration de budget;
- calcul de prix de revient;
- Recherche de fond;
- Utilisation de fond.

La section relation publique fera:

- l'étude de marché: tous les 15 jours, déplacement dans les grands marchés (Dakar etc) pour se rendre compte de l'état de vente des produits. En même temps le chargé des relations publiques rencontrera les commerçants potentiels et fera des prospections de nouveaux marchés;
- de l'autopublicité: dans un premier temps radio-

élévisé, puis ensuite par confection de panneaux publicitaires.

4) Service du personnel

Il est chargé :

- du Recrutement ;
- du recyclage du personnel permanent ;
- de la promotion ;
- de la rémunération et des avantages sociaux.

Le personnel permanent recruté doit être capable de trouver du travail ailleurs en dehors des périodes de production. Il s'agit : du directeur - de la secrétaire - des chefs de services - des 3 ouvriers du service entretien - du caissier - du comptable du chargé des relations publiques - du chimiste du contre-maître de la production - du manipulateur du tableau de commande - des 2 chauffeurs - des 4 manutentionnaires.

Le contre-maître de la production doit être capable de remplacer le manipulateur du tableau de commande.

Pour cela tous les deux doivent suivre un stage de formation à la S.A Bertuzzi comme ces derniers le suggèrent

5) Directeur

C'est la fonction maîtresse. Elle sert de lien à l'ensemble des services précédemment cités et a un pouvoir de décision sur ces derniers.

6) Plan général de travail dans l'usine

Les fortes productions d'agrumes d'une manière générale s'étendent du mois de Décembre au mois de Février.

Quant au cas particulier de la lime et du citron, cette période s'étend de Décembre à Avril.

Il serait alors plus économique de traiter chaque agrume au cours de sa période de forte production, c'est à dire quand ce dernier coûte le moins cher possible.

En dehors de cette période on risque de faire fonctionner le personnel et le matériel à un faible rendement.

Compte tenu du fait que les agrumes peuvent être stockés pendant de très longues périodes, on peut commencer le traitement 15 jours avant et terminer 15 jours après cette période. Ceci nous ramène à considérer comme durée de production, la période qui s'étend du 15 Novembre au 15 mai; soit 6 mois.

Dans la première période d'exploitation que nous appelons période pilote, nous considérons que le Samedi soir et le Dimanche sont chômés par l'ensemble des travailleurs.

Un travail de 8h/jour et de 5 jours/semaine sera effectué par l'ensemble des travailleurs, excepté ceux du service entretien et les manoeuvres qui les aident pour les raisons que nous avons évoquées plus haut.

Répartition des périodes de production

* Périodes de forte production

- Citrons et limes : Décembre Avril
- Oranges : 11 Novembre début février
- autres agrumes : Décembre Février

Chaque espèce dans sa période de forte production en tenant compte des contraintes de taux de production requis pour chaque espèce.

* Répartition

- Oranges : du 15 Novembre au 15 Janvier (en partie)
- Citron et limes : du 16 Janvier au 31 Janvier
- Mandarines : du 2 Février au 10 Février
- Pamplemousses : du 11 Février au 12 Février
- Oranges : du 13 Février au 3 Mai
- Citrons et limes : du 4 Mai au 15 Mai

Cette répartition répond non seulement à la nécessité de diminuer le coût des M.P, mais également de diversifier la production au cours de la période

III) Implantation de l'unité de traitement

1) Analyse Produit Quantité

Les agrumes ayant des caractéristiques physico-chimiques presque identiques et des modes de transformation semblables, on peut alors assimiler les quatre types d'agrumes en un seul produit.

Pour un travail de 8h par jour, la transformation requise varie entre 492 kg/h et 14,8 tonnes/h pendant 6 mois. Ceci nécessite des conditions et des méthodes de production de masse : production en chaîne ou implantation par produit.

Figure 6 - 6 2) GRAPHIQUE D'ANALYSE DE PROCESSUS

ETUDE N° _____
PAGE ____ DE ____

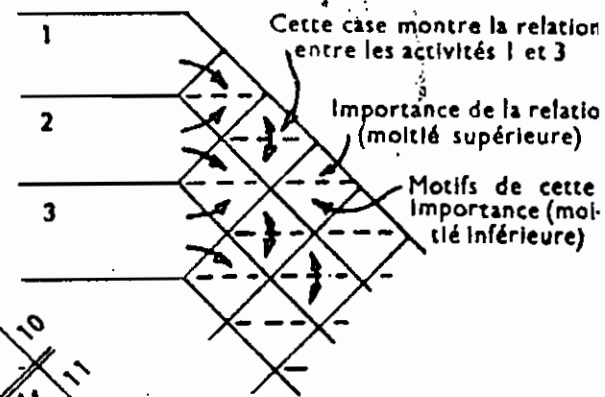
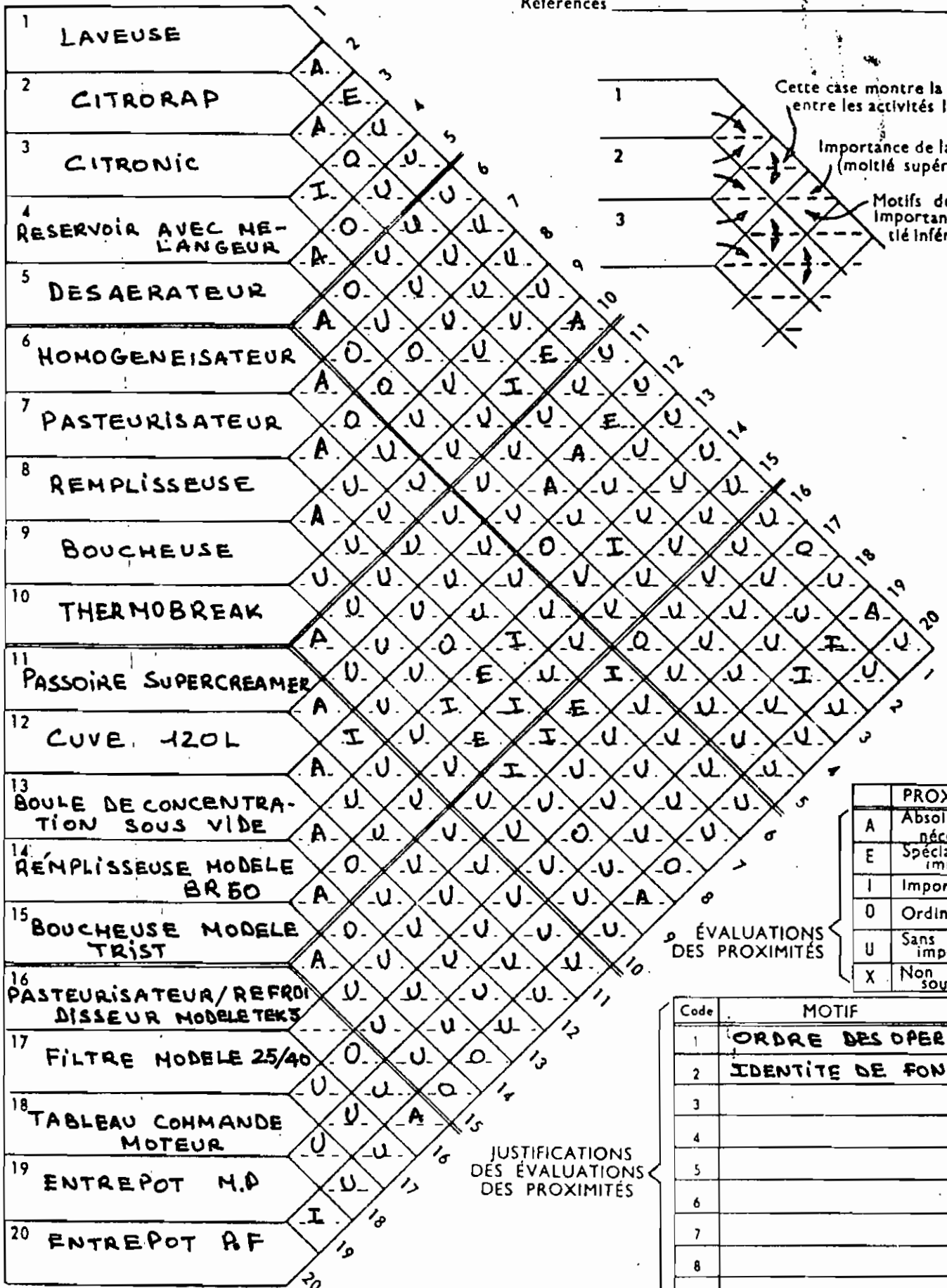
SOMMAIRE				USINE JUS D'AGRUME			DEPT
SYMBÔLE	ACTIVITÉ	NOMBRE	TEMPS	ÉTUDE DE	<input type="checkbox"/> HOMME	<input type="checkbox"/> MATIÈRE	<input checked="" type="checkbox"/> PRODUIT
○	OPERATION	11		MÉTHODE	<input type="checkbox"/> ACTUELLE	<input type="checkbox"/> PROPOSÉE	<input type="checkbox"/> ALTERNATIVE
□	CONTRÔLE	2		TRAVAIL			
⇨	TRANSPORT	5		DÉBUT			
□	ATTENTE	1		FIN			
▽	STOCKAGE	2		PRODUIT OU MATIÈRE	JUS		EXÉCUTANT
TOTAL				ANALYSTE	MAMEDOU THIAW		DATE
DISTANCE			P1	APPROUVÉ			DATE

ENREGISTREMENT							EXAMEN CRITIQUE SOMMAIRE										
N°	DESCRIPTION DES ACTIVITÉS	OPERATION	TRANSPORT	CONTRÔLE	ATTENTE	STOCKAGE	OBSERVATIONS										
							QUOI ?	COMMENT ?	QUI ?	QUAND ?	OU ?	ELIMINER	COMBINER	SCHEMATIC	LIEU	PERSONNE	AMÉLIORER
	STOCKAGE M.P	○	⇨	□	□	▽											
	TRANSPORT VERS LAVBUSE	○	⇨	□	□	▽											
	LAVAGE	●	⇨	□	□	▽											
	TRIAGE	●	⇨	■	□	▽											
	EXTRACTION DES HUILES	●	⇨	□	□	▽											
	EXTRACTION DU JUS	●	⇨	□	□	▽											
	POMPAGE VERS CUVE	○	⇨	□	□	▽											
	STOCKAGE TEMPORAIRE	○	⇨	□	■	▽											
	POMPAGE VERS RESERVOIR AVEC MELANGEUR	○	⇨	□	□	▽											
	MELANGE	●	⇨	□	□	▽											
	POMPAGE VERS DEGAERATEUR	○	⇨	□	□	▽											
	DEGAERATION	●	⇨	□	□	▽											
	HOMOGENEISATION	●	⇨	□	□	▽											
	PASTEURISATION	●	⇨	□	□	▽											
	REPLISSAGE	●	⇨	□	□	▽											
	CONTRÔLE SUR LE RF	○	⇨	■	□	▽											
	BOUCHAGE	●	⇨	□	□	▽											
	ETIQUETTAGE ET MISE EN CAISSE	●	⇨	□	□	▽											
	TRANSPORT VERS ENTREPOT RF	○	⇨	□	□	▽											
	STOCKAGE	○	⇨	□	□	▽											

1/1

3) TABLEAU RELATIONNEL

Usine DE TRANSFO D'AGRUMES Projet _____
 Fait par HAMEDOUTHIAW Avec _____
 Date 26-2-1985 Feuille _____ de _____
 Références _____



PROXIMITE	
A	Absolument nécessaire
E	Spécialement important
I	Important
O	Ordinaire
U	Sans importance
X	Non souhaitable

ÉVALUATIONS DES PROXIMITÉS

JUSTIFICATIONS DES ÉVALUATIONS DES PROXIMITÉS

Code	MOTIF
1	ORDRE DES OPERATIONS
2	IDENTITE DE FONCTIONS
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

Remarque Le tableau relationnel montre les activités telles qu'elles sont reliées les unes aux autres. Il évalue également l'importance de la proximité entre les activités, s'appuyant sur une codification appropriée.

4) Diagramme relationnel

Il s'agit de traduire le tableau relationnel qui montre la séquence des activités et l'importance relative de la proximité de chacune des activités par rapport à l'autre en un arrangement sur le terrain.

Procédure du tracé

on commence par tracer les liaisons du type A; ensuite les liaisons du type E etc...; jusqu'aux liaisons du type O

Critères:

A: 4 traits

E: 3 traits

I: 2 traits

O: 1 trait

U: 1 trait pointillé

La longueur des traits diminue quand le nombre de traits augmente.

Au moment du tracé des liaisons d'un type supérieur, on énonce les liaisons du type inférieur.

Diagramme N° 1.

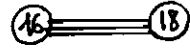
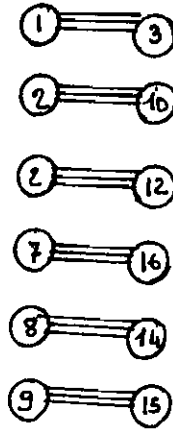
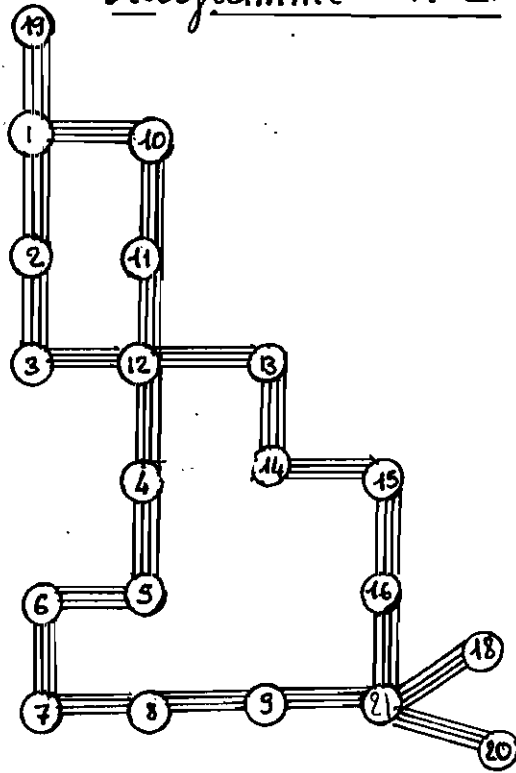


Diagramme N° 2.

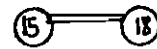
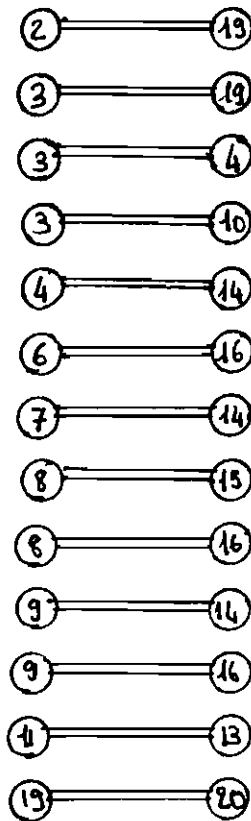
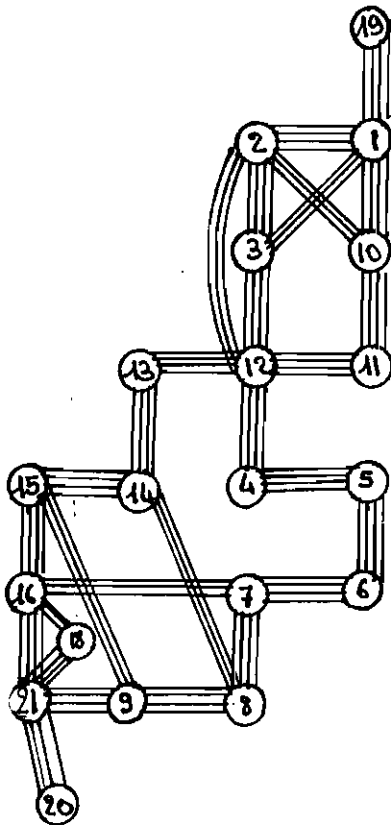
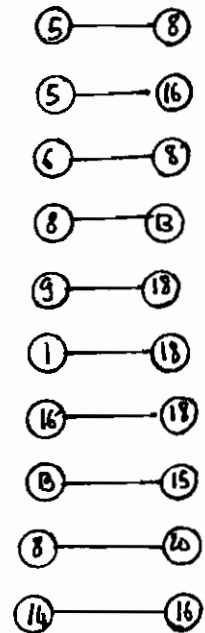
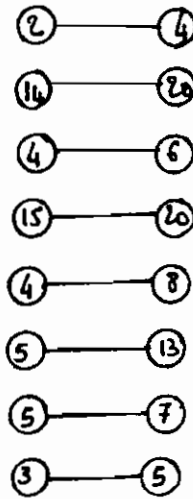
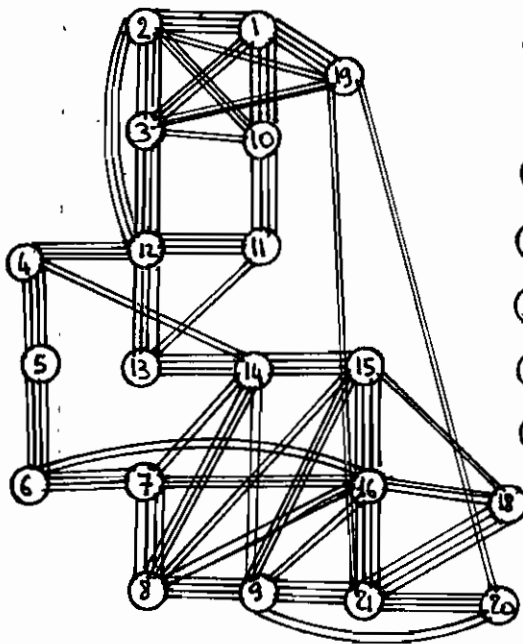
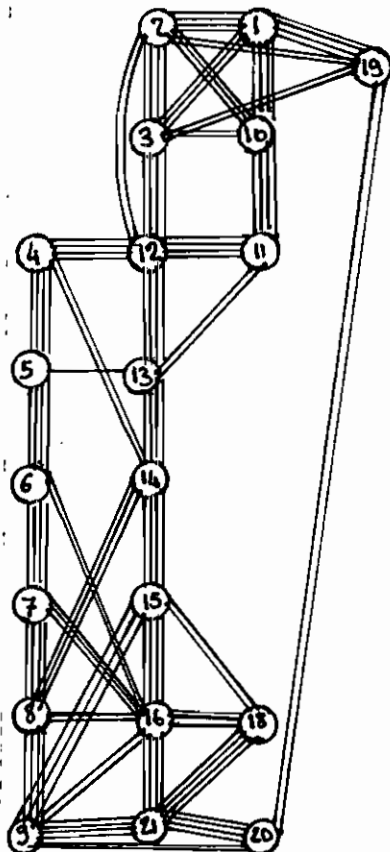


Diagramme N° 3Diagramme N° 4

Remarque: Toutes les relations à un trait ne seront pas représentées pour souci de ne pas surcharger le dessin.

Notons qu'elles interviennent très peu sur la forme du diagramme.

Ce diagramme conduit au diagramme des espaces en jouant avec des maquettes sur chaque numéro

5) Calcul des équipements

Nous allons effectuer ce calcul pour les différents niveaux de production.

hypothèse

La période de production considérée compte 6 jours fériés fixes (Noël, 1^{er} Janvier, 1^{er} Février, Pâques, 1^{er} Mai, 4 Avril).

On considère que les ouvriers perdent 10 mn avant et après les heures de travail et 30 mn pour le nettoyage des machines.

L'entretien curatif, les arrêts imprévisibles (grèves etc) sont estimés à 8h / mois environ.

Soit C_{ij} = nombre d'heures de travail effectif par mois de la machine i sur l'opération j .

On prend $C_{ij} = C$ car toutes les machines travaillent simultanément.

Soit T_{ij} = temps de production standard (hrs/pc)

P_{ij} = taux de production requis dans la période de production.

M_{ij} = nombre de machines j pour l'opération i .

N_j = nombre de machines entières choisies.

On suppose que le rendement des machines est de

$\eta_R = 99\%$ et la qualité moyenne est de $\eta_Q = 95\%$

alors on a :

$$C = \frac{1}{6} [181 - (26 + 26 + 6)] (8 - \frac{60}{60}) - 8h$$

nombre de mois dans la période de production \rightarrow 6
 nombre de jours de la période de production \rightarrow 181
 nombre de Dimanche \rightarrow 26
 nombre de Samedi \rightarrow 26
 nombre de jours fériés \rightarrow 6
 heures de travail par jour \rightarrow 8
 temps impurs \rightarrow 60
 temps perdu par les ouvriers \rightarrow 8h

$$C = 135,5 \text{ hrs/mois}$$

$$\text{Taux de production} = \frac{\text{Production totale}}{\text{nombre de mois dans la période}}$$

<u>Production</u>	<u>Taux de production</u>
400 tonnes	66,67 tonnes/mois
1200 "	200 "
6000 "	1000 "
12000 "	2000 "

$$M_{ij} = \frac{P_{ij} T_{ij}}{D_Q D_R C} \Rightarrow T_{ij} = \frac{M_{ij} C_i D_Q D_R}{P_{ij}}$$

$$N_j = E[M_{ij}]$$

Remarque

Dans un premier temps on calcule T_{ij} en prenant $M_{ij} = 1$ et on choisit la machine qui satisfait au T_{ij} .
Si la machine avec le T_{ij} le plus grand n'est pas satisfaisante, on calcule M_{ij} pour cette machine.
Le choix final des machines tient compte de l'applicabilité de la machine au système final compte tenu des contraintes technologiques.

Si l'on disposait d'un nombre de catalogues suffisant le choix du type de machine (Bertuzzi ou autre) porterait également sur le prix des machines, le rendement et les caractéristiques technologiques.

Résultats

Machine ou operation	P_{ij}	$\frac{1}{T_{ij}}$	M_{ij}	N_j	Type de machine
Laveuse	66,67 t/mois	500 kg/h	1,0	1	avec élévateur
Citrozap	}	400 kg/h	0,99	1	CK 2/4
Citronic		600 "	0,87	1	15
Avec stock temp.		25,89 m ³ /mois	2	2	120 l.
Reservoir avec mél	}			2	300 l chac.
Désaérateur		500 l/h	0,4	1	C-600
Homogénéisateur		100 l/h	2,0	2	Mod 400
Pasteurisateur		600 l/h	0,3	1	HV 1160 N°36
Remplisseuse	25,90 b/mois	600 b/h	0,3	1	6 têtes
Boucheuse	}	500 b/h	0,4	1	TRIS A
Etiquetteuse		500 b/h	0,4	1	Semi auto
Trieuse	66,67 t/mois	500 kg/h	1,0	1	semi industriel
Laveuse	200 t/mois	500 kg/h	3,13	4	avec élévateur
Citrozap	}	1600 "	0,99	1	CK 33/6
Citronic		"	0,99	1	15
Avec stock temp	193026 l/mois				400 l.
Reservoir avec mél	}			2	1000 l chacun
Désaérateur		2000 l/h	0,7	1	Mod C-600
Homogénéisateur		-	-	-	-
Pasteurisateur		1500 l/h	1,00	1	HV 1160 N°36
Remplisseuse		800 b/h	1,89	2	8 têtes
Boucheuse		500 b/h	3,0	3	Tris A.
Etiquetteuse		500 b/h	3,0	3	Semi auto
Trieuse	200 t/mois	500 kg/h	3,13	4	semi industriel

machine ou opération	P _{ij}	1/T _{ij}	M _{ij}	N _j	Type de mach.	
Laveuse	10000/mois	500kg/h	19,8	20	avec élévation	
Trieuse		500kg/h	19,8	20	semi industriel	
Citrotop		8t/h	0,98	1	CK 33/10	
Citronic		2 tonnes/h	3,9	4	1 S	
Cuve St Temp		38665l/mois			1	2000l
Reservoir avec Nél					2	1500l
Désaérateur					1	Mod 790
Homogénéisateur			100l/h		15	Mod 400
Pasteurisateur			1500l/h		2	Mod HV1100
Remplisseuse			800b/h		4	8 têtes
Boucheuse		500b/h		4	Tris A	
Étiqueteuse		500b/h		4	Semi-auto	
Laveuse	20000/mois	500kg/h	39,6	40	avec élévation	
Trieuse		500kg/h	39,6	40	semi industriel	
Citrotop		8t/h	1,98	2	CK 33/10	
Citronic		2 tonnes/h	7,8	8	1 S	
Cuve St Temp		772102l/mois			1	4000l
Reservoir avec Nél					3	2000l
Désaérateur			12000l/h	0,5	1	Mod C1100
Homogénéisateur			100l/h		30	Mod 400
Pasteurisateur			1500l/h		4	Mod HV1100
Remplisseuse			800b/h		8	8 têtes
Boucheuse		500b/h		8	Tris A	
Étiqueteuse		500b/h		8	semi auto	
"b" = bouteille						

Analyse des résultats

Il serait trop simple de considérer une installation basée sur les calculs ci-après. De telles considérations nous amèneraient à mettre en place une installation non rentable voire impossible à monter.

Faisons une analyse économique simple.

Pour passer de 400t/an à 1200 tonnes/an il faut multiplier: le nombre de laveuse par 4

- " " Trieuse " 4.
- " " Etiquetteuse " 3
- " " Boucheuse " 3

et prendre deux remplisseuses dont le débit de chaque est égal à $\frac{4}{3}$ débit de la remplisseuse à 6 têtes.

On considère un amortissement linéaire de 6 ans pour l'ensemble de ces machines.

Le coût annuel du surplus de machines est de :
 ex laveuse : $\frac{\text{Coût de la laveuse} \times \text{nbx de machines}}{\text{nombre d'années d'amortissement}}$

machine	coût unitaire	nbx de machines	coût total annuel
Laveuse	4 310 000	3	1 293 000
*Trieuse	4 310 000	3	1 293 000
Etiquetteuse	890 000	2	178 000
Boucheuse	160 000	2	32 000
Remplisseuse	500 000	1	50 000
Coût total annuel			2 846 000

Ce chiffre n'inclue pas les frais d'entretien et autres frais adjacents à l'utilisation de la machine.

* On a supposé qu'une trieuse coûte le même prix qu'une loueuse.

Soit N = nombre de personnes directement rattachées au circuit de production; $N = 13$

Si chaque ouvrier a une solde moyenne mensuelle de 50000 CFA.

C = coût annuel du personnel rattaché au circuit de production.

$$C = 50000 \times 13 \times 6 \text{ mois} = 3900000 \text{ CFA.}$$

Dans ce cas il serait plus viable d'engager 3 équipes de 13 personnes que de payer ces machines avec 40% de frais adjacents aux machines.

Disons que connaissant le prix des différentes machines, les coûts d'entretien et de production; et connaissant le prix de revient d'un ouvrier, nous choisirons une deuxième ou une troisième équipe à la place de payer ces machines.

D'ailleurs les machines employées dans les industries alimentaires sont conçues pour fonctionner 24h/24h. Nous choisirons dans un premier temps une ligne d'une capacité de 500 kg/h.

Caractéristiques de la ligne choisie.

Il ne s'agit pas de choisir un ensemble de machines dans le hasard, mais un ensemble de machines qui puissent fonctionner dans le même ordre de grandeur de rendement. La forme et les dimensions des machines interviennent dans l'agencement. Pour un travail continu la S.A. Prestuzzi. livre des lignes toutes faites de capacité définie.

machines	Puissance du moteur (kW)	Capacité (kg/h) (resp l/h)	Consommation en eau (l/h)	Consommation en vapeur (kg/h)
Laveuse avec élévateur	0,37	100-500	300	
Trieur	-	100-500		
Citrorap CR 2/4	1,34	400	100	
Citronic 15	1,50	500-1500		
Cuve 120 l.		120 l		
Réservoir avec mélangeur	0,37	300 l		
Désaérateur	2,6	500 l/h	300	
Homogénéisateur	3	100 l/h	30	
Remplisseuse	0,25	600 b/h		
Pasteurisateur	0,37	600 l/h		60
Boucheuse		500 b/h		
Étiqueteuse	0,3	500 b/h		
Table tournante	0,25			
Tableau de commande		12 positions		

6) Calcul des espaces

a) Entrepôt M. P

Un entrepôt de fruit doit avoir une surface minimale de 35 m^2 . Cette surface est fonction de la nécessité d'utiliser des palettes et un matériel de triage et de conditionnement encore actuellement en pleine évolution.

Notons que les agrumes peuvent être stockés pendant des périodes allant de 64 jours à 120 jours.

Nous allons néanmoins prendre une rotation de stocks d'une fois par semaine pour les raisons suivantes :

- Éviter que les fruits perdent quelques caractéristiques notamment leur poids.
- Diminuer les coûts d'investissement que pourraient engendrer des rotations plus importantes (ex : 1 mois);
- Diminuer les coûts de transport par rapport à une rotation plus faible;

Nous allons dimensionner l'entrepôt pour une production de 1200 tonnes/an ce qui nous permet d'avoir un équipement de capacité trois fois la capacité initiale de l'usine.

Remarquons qu'un dimensionnement pour une capacité plus importante serait non rentable si nous ne parvenons pas à récupérer la production requise à court terme.

Soit : S_B = surface brute ou surface au plancher
 S_u = la surface utile

K_1 = coefficient inférieur à 1 qui varie selon le mode de lotissement (importance des lots homogènes), le mode de maintenance (importance des allées etc... il tient compte des espaces à conserver libres le long des parois pour la circulation de l'air)

V_B = volume brut ou volume géométrique de la chambre

H = hauteur sous plafond lisse, hauteur totale

V_u = volume utile

K_2 = coefficient inférieur à 1; tient compte des obstacles au voisinage des plafonds, des espaces à réserver entre les piles et le plafond.

H_u = hauteur à laquelle on peut stocker sans difficulté.

$$K = K_1 K_2$$

f_B = densité moyenne en kg/m^2 de surface brute sur 1m de hauteur

on a :

$$S_u = K_1 S_B$$

$$V_B = H S_B$$

$$V_u = S_u H_u \quad \text{avec } H_u = K_2 H$$

$$V_u = K V_B$$

Agrumes $\Rightarrow f_B = 350 \text{ kg}/\text{m}^3$. Pour une hauteur de serbage de 4,5m on a

$$245 \leq f_B < 250 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Nous prenons $f_B = 245 \text{ kg}$ pour tenir compte de la densité des fruits.

d'où

$$V_B = \frac{Q}{f_B} = \frac{50000}{245} = 204 \text{ m}^3$$

Preons $H_u = 1,7m$ (manutention manuelle)

on a $K_1 = 0,7$

$K_2 = 0,8$

$K = 0,56$

d'où :

$$H = \frac{1,7}{0,8} = 2,125m$$

$$V_u = 0,56 \times 204,08 = 114,28m^3$$

$$S_B = \frac{V_B}{H} = 96,038m^2$$

$$S_u = K_1 S_B = 67,226m^2$$

En pratique on prendra une hauteur totale de 4m et une surface brute de 96m² soit un entrepôt de 12x8m.

b) Entrepôt P.F

Le jus destiné aux brasseries sera emballé dans des fûts de 100l; soit 2/3 de la production
Le jus naturel vendu directement pour la consommation sera mis dans des bouteilles de 1l emballées dans des cartons. Soit 1/3 de la production.

Les écorces vendues pour une retransformation et les écorces destinées aux bétails seront emballées dans des toiles en P.V.C et stocker dans les entrepôts
Les écorces destinées à une transformation ultérieure pour fruits confits etc... seront stockées dans des fûts, mélangées à du sel et à du métabisulfate de Sodium. Ces fûts peuvent être entreposés à des endroits découverts.

Nous ne ferons pas état du calcul d'un tel entrepôt

Nous supposons que les écorces à transformer représente $1/4$ de la production soit 165 tonnes ; les $3/4$, soit 495 tonnes seront stockés dans l'entrepôt de P.F. Nous considérons une rotation d'une fois par 2 semaines, ce qui donne :

Produit	quantité à stocker en tonnes
Jus	29,47
Pulpe	4
Ecorce	41,25
Huiles essentielles	1

Remarque

Une partie des pulpes pourrait être retransformée directement soit $1/4$. Elle sera stockée dans les mêmes conditions que les écorces destinées aux fruits confits

$$\text{on a } Q = 75,72 \text{ tonnes}$$

$$\rho_B = 200 \text{ kg/m}^3$$

$$H_u = 2 \text{ m (manutention manuelle)}$$

$$K_1 = 0,7$$

$$K_2 = 0,8$$

$$\text{d'où } H = \frac{2}{0,8} = 2,5 \text{ m on prend } H = 4 \text{ m}$$

$$V_B = \frac{Q}{\rho_B} = \frac{75,72}{0,2} = 378,6 \text{ m}^3$$

$$S_B = \frac{V_B}{H} = \frac{378,6}{4} = 94,65 \text{ m}^2$$

$$S_u = K_1 S_B = 66,255 \text{ m}^2$$

En pratique nous prendrons un entrepôt de même dimension que le précédent i.e

$H = 4\text{m}$, $S_B = 96\text{m}^2$ soit $8 \times 12\text{m}$

Dimension des portes : largeur = $2,00\text{m}$
hauteur = $2,400\text{m}$

Remarque Il n'est pas envisageable de stocker les produits finis en Casamance pendant la saison des pluies à cause de :

- conditions climatiques;
- infrastructures routières;
- Eloignement par rapport à Dakar.

Nous allons; soit implanter un entrepôt à Thiès qui assure l'approvisionnement des clients pendant la période de non production, soit louer un entrepôt

c) Surface des machines

machines	Surface nécessaire m x m
Laveuse	$3,30 \times 0,70$
Trieuse	—
Ciborapt ^{+ vibromoteur} + Centrifugeuse	$3,15 \times 3,20$
Cibomic 1S	$3,81 \times 0,90$
Réservoir aux mél	$\phi = 0,69$ - enaxe = $1,02$
Desaérateur	pmpc = $0,85 \times 0,15$ $1,40 \times 1,35$
Homogénéisateur	$1,91 \times 1,35$
Pasteurisateur	$2,80 \times 0,57$
Remplisseuse	$2,75 \times 1,02$
Boucheuse Trist	$1,50 \times 0,82$
Cuve 120l	$1,22 \times 1,45$
Tableau de commande	$1,15 \times 0,54$

Remarque l'espace nécessaire pour la salle de traitement tient compte également des extensions de la ligne à d'autres types de produits

7) Implantation détaillée: voir plan d'implantation

IV) Implantation de l'usine

Il est nécessaire que tous les services soient dans la même localité que l'unité de traitement pour qu'il y ait la meilleure coordination entre la transformation, l'approvisionnement et la vente.

1) Analyse de la circulation et de la relation entre les activités

Les relations entre les activités sont fonction de:

- L'intensité de circulation des individus d'un secteur à un autre;
- L'importance du déplacement entre les services;
- Du besoin de communications;
- L'intensité de circulation du produit, matériel.

Tous ces facteurs n'ont pas la même importance, c'est pour cela que nous allons les pondérer de la manière suivante:

Intensité de circulation des individus	Intensité de circulation des produits et matériaux	importance du déplacement des personnes besoin de communication
coefficient de pondération $\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{2}{5}$

Pour chaque activité nous allons traduire sa lettre en chiffre. Ainsi $A=4$; $E=3$; $I=2$; $O=1$ $U=0$. Nous allons faire un tableau relationnel pour chacun des critères ci-dessus. on fait la somme en multipliant par les coefficients de pondérations

2) Tableau relationnel

- Les trois premiers tableaux représentent les critères énoncés ci-avant; le quatrième tableau représente la somme des trois affectés de leur coefficient de pondération (voir pages suivantes)

3) Diagramme relationnel

Diagramme N°1 même procédé que précédemment

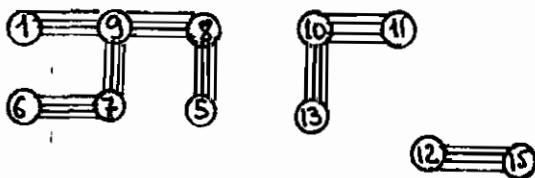


Diagramme N°2.

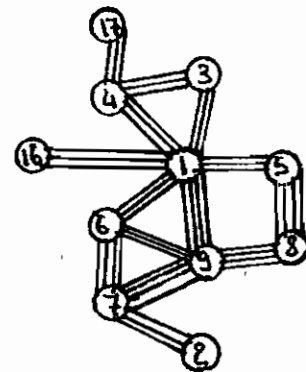
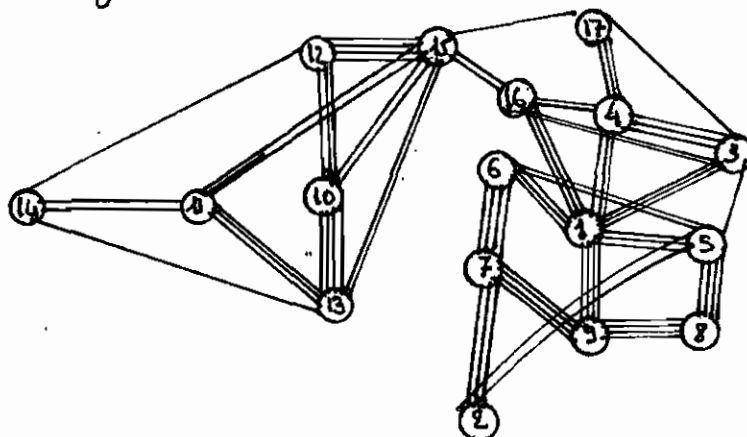


Diagramme N°3



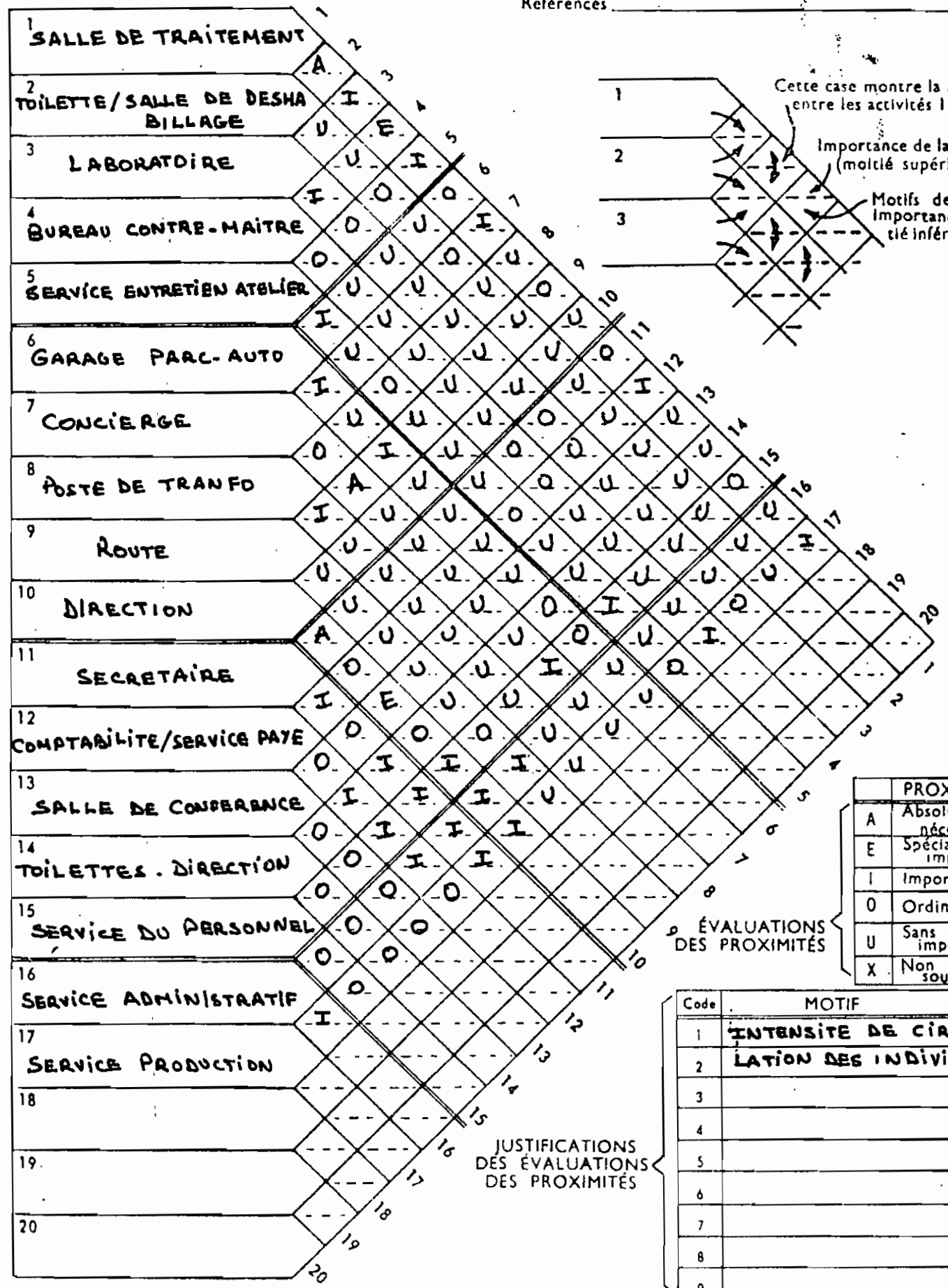
Toutes les relations à un trait ne sont pas représentées

Usine Trans d'agumes Projet Fin d'études
 Fait par Mamadou Thiaw Avec _____
 Date _____ Feuille _____ de _____
 Références _____

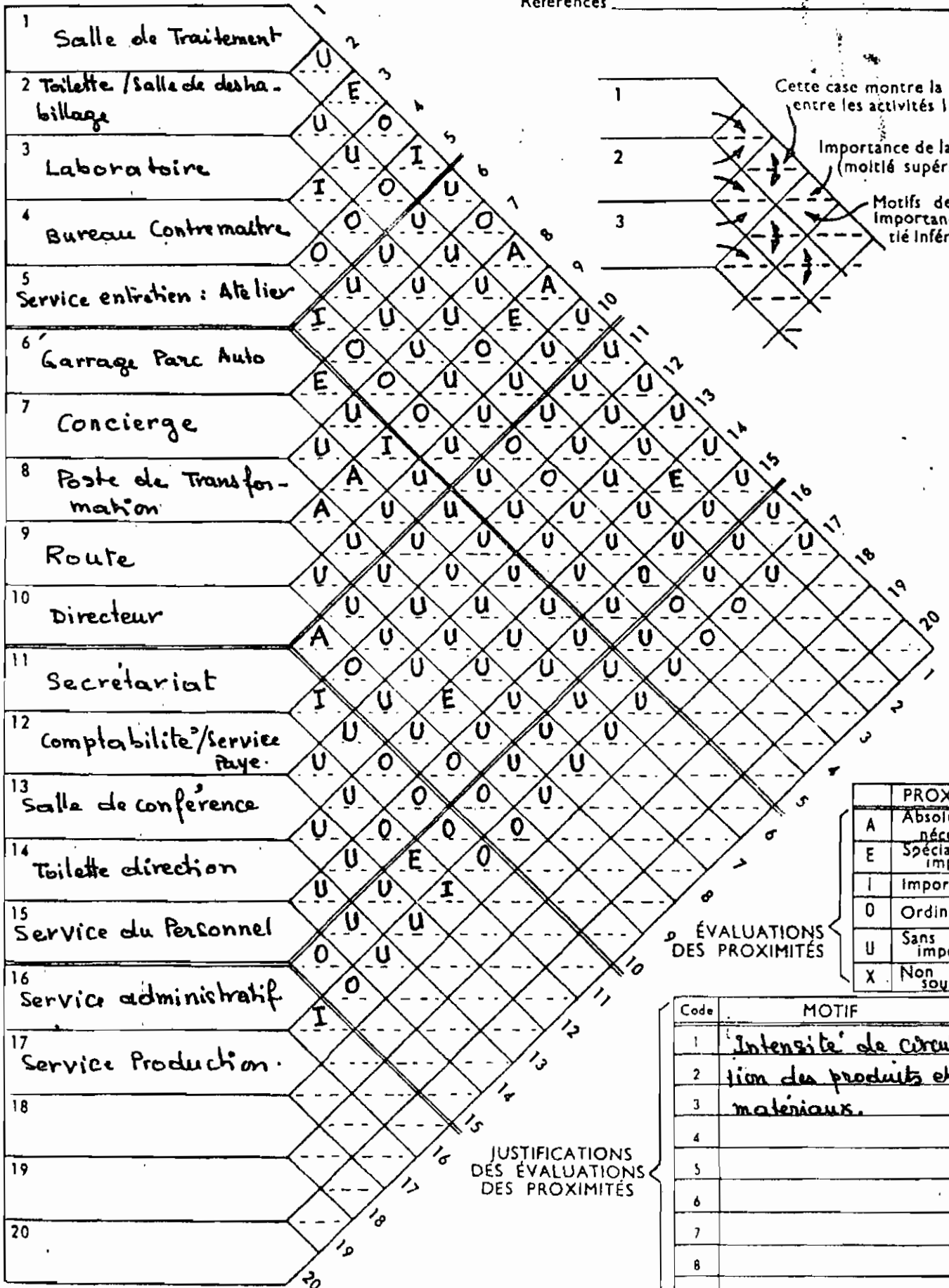


TABLEAU RELATIONNEL

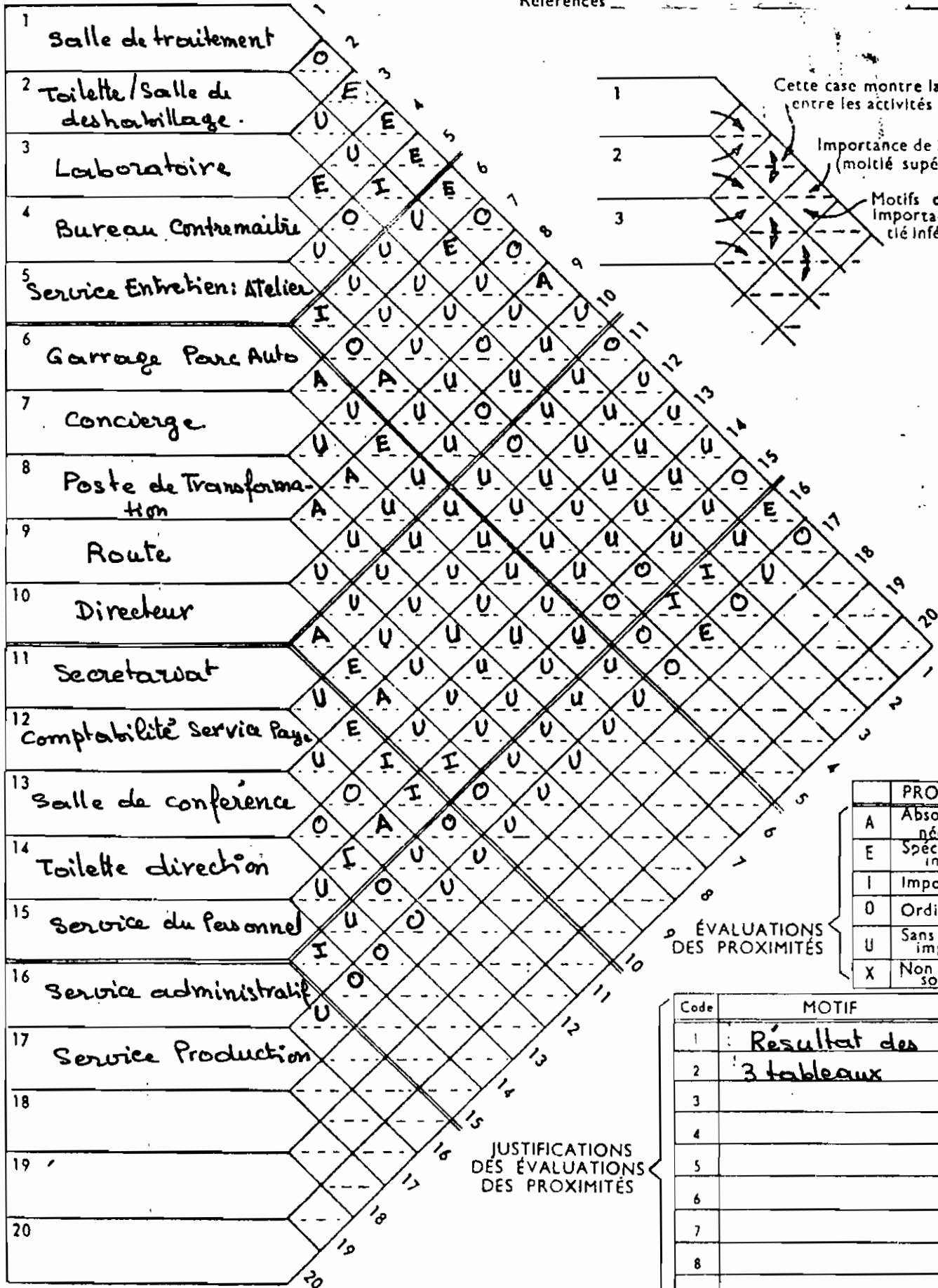
Usine Transf. d'ayumes Projet Fin d'études
 Fait par Namadon Tlou Avec _____
 Date _____ Feuille _____ de _____
 Références _____



Usine Transformation Projec Fin de l'année
 Fait par D. THIAW Avec _____
 Date _____ Feuille _____ de _____
 Références _____



Usine de Transf. d'acryles Projet Fin d'études
 Fait par Mamadou Thiaw Avec _____
 Date _____ Feuille _____ de _____
 Références _____



PROXIMITÉ	
A	Absolument nécessaire
E	Spécialement important
I	Important
O	Ordinaire
U	Sans importance
X	Non souhaitable

Code	MOTIF
1	Résultat des
2	3 tableaux
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

4) Détermination des équipements nécessaires

Les équipements de bureau sont déterminés en fonction du nombre de personnes et de leur besoin

Bureaux :	Laboratoire	Toilettes
1 table de conférence	1 refractomètre	4 W.C type anglaise
10 Tables bureau	1 microscope	2 douches
26 Chaises	1 PH-mètre	4 Lavabos
1 canapé ²	1 balance et contenain	Maintenance/Transport
3 Bonnex	des produits chimiques	
2 Placards	Entretien	2 Camions cotones
1 Coffre-fort	1 perceuse	1 Voiture 504
1 photocopieuse	2 chalumeaux	4 transpalettes
1 machine à écrire	à souder	
1 machine à calculer	2 raccords flexible	
	de 30m chaque	
	- outillage	

5) Calcul d'espace

Toilette salle de deshabillage

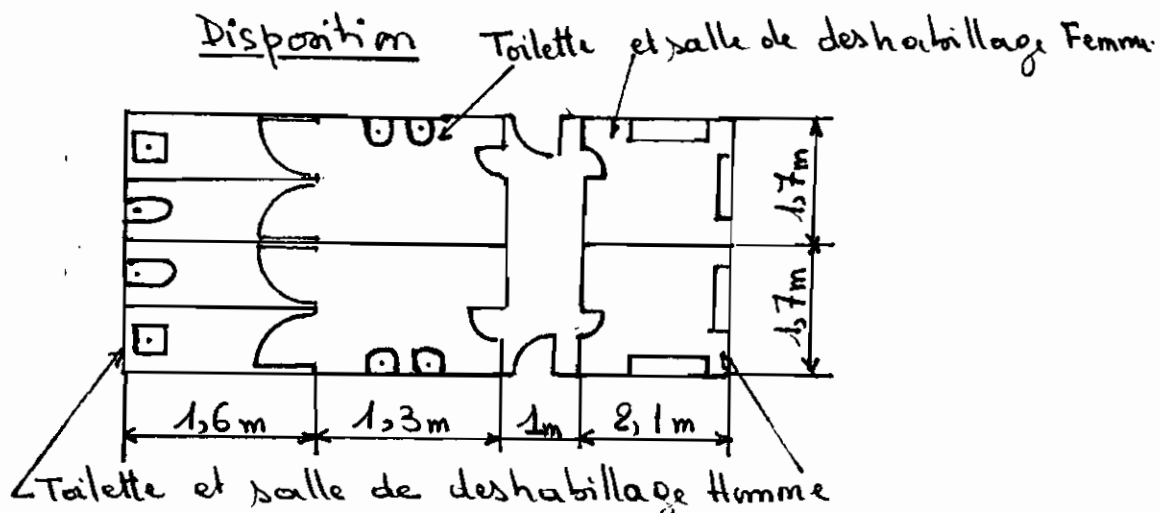
Les espaces sanitaires ont des dimensions normalisées dépendamment des fonctions qu'ils remplissent.

On aura :

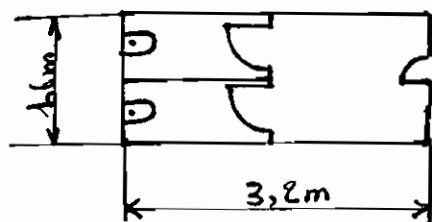
	dimension Nominale	Nombre	Surface totale
W.C.	0,8 x 1,3	2	1,6 x 1,3
Douche	0,9 x 1,6	2	1,8 x 1,3
Salle de deshabillage "H"		1	2,1 x 1,7

Salle de deshabillage "F":	1	2,1 x 1,7
----------------------------	---	-----------

"H" : homme "F" : Femme



Toilette direction



Laboratoire

Les dimensions du laboratoire sont fonction des équipements dont on dispose et de l'espace nécessaire pour ce matériel.

on prend, compte tenu du matériel cité précédemment, une surface de $4,5 \times 2,7$ m

Conciergerie

une veranda de : $3,5 \times 2$ m

une chambre à coucher de : $3,5 \times 3,5$ m

Bureaux basé sur les espaces standard des bureaux

Directeur	: 3,5 x 3,9 m
Secrétaire	: 3,5 x 3 m
Salle de conférence	: 4 x 6,2 m
Service du personnel	: 3 x 3,5 m
Service administratif	: 3,5 x 4 m
Caisse	: 3 x 3,5 m
Service production	: 3 x 3,5 m

Ces dimensions tiennent compte des extensions future et du matériel disponible dans chaque service.

Poste de transformation

Il est fonction de la grandeur du Poste.

Nous disposons de deux postes de transformation
1 poste HT/BT dont la puissance est de 160 KVA.

et 1 poste BT/BT 380V/220V. Puissance 100 KVA.

Nous nous alimentons en 30KV \Rightarrow HT/BT : 30K/380V

calculs et schéma de distribution, voir Annexe D₁, D₂

on estime les dimensions à : 1,8 x 3m

Atelier service entretien : Compte tenu du faible matériel
on prend : dimensions = 3 x 3m

Salle de traitement : 10 x 30m

magasin matériel d'emballage : 8 x 3m

6) Plan d'implantation (Voir dessin Plan)

Chapitre 7 Etude de rentabilité

I > Analyse du marché

Quel est :

- l'étendue du marché ?
- la taille et le volume du produit ?
- le prix amenant le succès des ventes ?
- les acheteurs potentiels ?
- les perspectives immédiates ?

Répondre à ces questions équivaut à définir quelles sont nos forces et nos faiblesses.

A > Analyse qualitative

1) Etendue du marché

Le marché Sénégalais des produits industriels s'adresse plus particulièrement à une certaine catégorie d'individus "à fort pouvoir d'achat" et composé de la population urbaine financièrement aisée (expatriés européens et une minorité d'Africains). Ces individus se sont habitués aux produits importés tels que les jus de fruits les confitures les marmelades etc...

Une autre catégorie "à faible pouvoir d'achat" constitue l'essentiel du marché. Sa consommation des produits transformés est strictement liée aux prix de revient de ces derniers. Grâce à l'action conjuguée augmentation de la qualité baisse du prix de vente, il leur est possible de s'adapter rapidement à une telle consommation

Il y a aussi la clientèle touristique plutôt intéressée à découvrir les produits locaux que de consommer les produits européens.

L'armée, les écoles, les hôpitaux constituent un potentiel non négligeable.

Il existe d'autres marchés tel que le marché extérieur qui jusqu'alors est faiblement exploité par le Sénégal en matière de jus de fruit.

Parmi ces marchés les plus intéressants sont ceux des pays liés au Sénégal par des accords de commerce. Nous pouvons citer : la CEAO qui permet la libre circulation des produits des états membres à l'intérieur du marché du marché commun, de même que la protection de ces derniers par exonération de taxe.

La CDAO, les accords bilatéraux entre le Sénégal et les pays amis permettent un échange commercial fructueux si toute fois on parvient à satisfaire la demande des consommateurs du pays ami.

2) Genre de produits favorables

Peut-on aujourd'hui dire que la tendance de la consommation en jus d'agrumes est de tel côté ou tel autre ?

Pour le cas du Sénégal, une telle affirmation pourrait être gratuite ; mais d'autre part elle pourrait refléter une tendance qui émerge d'une dichotomie entre les boissons à base d'agrumes sucrées (limonade, Golden Orange etc.)

et les jus d'agrumes naturels. Pour plus de précision il faudrait attendre les résultats de l'I.T.A sur les campagnes de dégustage des produits locaux.

Dans tous les cas les boissons à base d'agrumes sucrées ont occupé une place prépondérante depuis fort longtemps au Sénégal. Elles constituent un facteur de démonstration lors des fêtes religieuses ou de jeunesse : c'est le type favorable en milieu africain.

Sur le plan international et plus particulièrement en milieu Européen et Nord Américain, la tendance des consommateurs est tournée vers les jus de fruit frais transformés avec peu ou pas de sucre du tout. Ceci explique la présence de ces produits uniquement dans les supermarchés fréquentés par ces derniers.

En 1970 on a estimé en France que les agrumes venaient en tête des fruits les plus consommés. Le quart de la production soit 10 millions de tonnes a été transformé tandis que l'ananas a été destiné à la conserve. Une étude sur l'évolution de la consommation d'orange donnait d'assez bons résultats. Cette tendance aux produits les plus naturels possibles s'est confirmée au neuvième salon international de l'alimentation qui s'est tenu du 17 au 22 Novembre 1980 à Paris où les fruits tropicaux frais et transformés occupaient une place d'importance.

Un représentant de l'Afrique à cette rencontre,

la SONAFEL (Bénin) présentait des jus d'agrumes en petits boîtages.

3) Forces et Faiblesses

Avant de concevoir une installation pour la fabrication des jus de fruit, il est indispensable de se documenter sur les réglementations nationales et internationales qui régissent ces produits dans le pays et dans ses marchés extérieurs potentiels. Autre chose aussi serait de connaître le code des investissements afin de tirer le meilleur profit sur les avantages de ce dernier.

Pour la réglementation des produits, les différents procédés autorisés ou interdits ont des répercussions évidentes sur les investissements, les achats de matière première et par la suite sur le prix de revient du jus. Mais que vont devenir les législations d'ici quelques années ? Cette question mérite une réponse, mais toute réponse est d'emblée réfutable.

Néanmoins il faut saluer le grand effort d'unification au Bénin des organisations internationales qui sont chargées sans doute pour faciliter un commerce international en expansion, de maintenir une coordination en déléguant des observateurs ou en tenant des réunions d'expert. L'une de ces réunions groupe divers organismes des Nations unies une ou deux fois par an :

- La FAO pour l'agriculture et qui s'occupe de beaucoup de projets de recherche au Sénégal
 - L'OMS pour la santé
 - Le CODEX Alimentarius pour la normalisation des produits de fruits et des méthodes d'analyses avec des représentants de la Fédération Internationale de Jus de fruits de l'Office Internationale du Vin.
- Quant au Code des investissements il prévoit dans ses articles 19, 20, 21, 22, 26 des avantages accordés aux entreprises prioritaires (voir code des investissements)

B) Analyse Quantitative

Importation, exportation, circulation des produits déterminent le marché potentiel que nous cherchons à exploiter.

Compte-tenu du fait qu'il nous manque des données, nous allons faire une analyse sommaire.

1) Circulation des produits

Les boissons de fruit rencontrées sont les limonades, les citronnades, les orangeades etc...

Certaines boissons sont importées, tandis que d'autres telles que les limonades, sont mises en condition par des sociétés de la place : exemple la SOBOA.

En effet la SOBOA qui s'est implantée à Dakar depuis 1929 avec comme capital initial 10 millions de CFA, se retrouve aujourd'hui avec un capital de 819 750 000 CFA. Son taux de production est de 15 000 à 45 000 bouteilles / heure toutes

commercialisées au Sénégal; mais la principale matière première, le jus, est importée

N'est-ce pas là de simple constatation qui ne peuvent nullement faire l'objet de véritables considérations sur la rentabilité d'une unité de transformation

Ces détails sur les quantités en circulation nécessitent une enquête spéciale auprès des grossistes et des demi-détaillants (magasins, supermarchés, Scores)

Le jus est consommé par l'ensemble de la population à gros et moyen revenu mais à des taux différents

Les prix

concentré d'orange 1l	:	675 CFA
" " " 2l	:	890 CFA
Jus de citron 70 cl	:	2225 CFA
Pamplemousse en bocal 1l	:	1140 CFA

Sources : RANCH FILFILI

Quant aux sociétés d'importation leurs prix varient en fonction du pays exportateur

Ainsi pour le jus d'orange nous avons les différents prix suivants : 165 CFA, 195 CFA, 140 CFA pour la bouteille de 17cl.

Quant au jus de Pamplemousse nous avons : 164 CFA, 200 CFA, 135 CFA la bouteille de 17cl.

2) Exportations

Elles sont presque inexistantes.

Les systèmes de production de jus d'agrumes du Sénégal sont à l'état embryonnaire

Les seuls moyens de production sont les petites machines mécaniques de pressage utilisées par des sociétés de fabrication de crème glacée (SAEPAC) et le pressage à la main

En 1981 les exportations se répartissaient comme suit :

1981	Pays destinataire	quantité (kg)	Valeur (CFA)
Jus d'orange addition de sucre	Mauritanie	5020	1 754 724
	Provision de Bord E	605	2 92 278
	Provision de Bord F	234	98 325
Jus autres agrumes mélangés	Provision de Bord E	6	12 800
Jus oranges sans addition de sucre	Provision de Bord E	362	93 320
	Provision de Bord F	40	18 000
Jus autres agrumes sans addition de sucre	Provision de Bord E	270	109 200
	Provision de Bord F	50	36 000
	Totaux	6587	2 222 368

Source : Commerce spécial ; Etat produit
pays à l'exportation

De faibles quantités ; est-ce dû à un faible taux de production i.e. à une faible offre, ou est-ce dû à des taxes élevées qui empêchent aux produits de faire la concurrence à l'extérieur ? De toute manière la première hypothèse restera toujours valable vu les moyens à faible rendement utilisés jusqu'alors pour l'extraction du jus d'agrumes

3) Importation

Quelles sont les quantités qui entrent dans le marché local ? Pour répondre à une telle question, suivons l'évolution du tableau Annexe E.

A ce sujet nous notons de grandes fluctuations de la demande avec une nette augmentation entre 1981 et 1982 (20%), et entre 1982 et 1983 (86,8%)

Le tableau Annexe E₂ donne les quantités importées en fonction de leur pays de provenance. On peut déduire de ce tableau les principaux fournisseurs du Sénégal; i.e.:

- La France 59 852 kg. en 1983
- Le Danemark 167 984 " " "
- L'Espagne 137 081 " " "
- L'Israël 33 280 " " "

Les exportations de ces pays vers le Sénégal n'ont pas connu de rupture depuis 1977.

Nous constatons également sur ce tableau une inflexion générale en 1981 pour tous les pays.

Certains pays tels que l'Italie et la RFA ont cessé leurs exportations respectivement en 1981 et 1980

Analyse des importations

Le tableau suivant donne les progressions d'une année à la suivante pour chaque type de jus.

	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83	% moy
Jus d'orange add sucre	-63%	46%	-23%	68%	45%	63%	22%
Jus de Pamplemousse sucré	-46%	96%	-49%	8%	-53%	56%	2%
Jus autres agrumes sucré	-96%	62%	14%	-56%	86%	171%	30%
Jus d'orange s ad. sucre	-4%	28%	-69%	-32%	450%	-4%	54%
Jus de Pamplemousse Non sucré	245%	-59%	-98%	-80%	-	-	2%
Jus autres agrumes Non sucré	-84%	566%	390%	-90%	53%	-14%	727%
Total Jus d'agrumes	-53%	32%	-52%	-95%	20%	87%	-1%

Les chiffres ne suivent aucune loi du marché nous permettant de tirer des conclusions assez pertinentes. Une seule remarque pourrait peut être éveiller notre attention : la chute de toutes les importations de jus exceptées celles des jus d'orange additionnés à du sucre et des jus de pamplemousse sucrés, en 1981

Origine :

- économique ?
- sociale ?
- Politique ?
- etc...

Pour cela il est bon de noter que c'est en 1981 : qu'il y a eu le 1^{er} changement d'homme à la tête de l'état. En même temps naissent aussi des slogans :

- « Consommer localement »
- « Politique d'austérité »

Mais en matière d'affaire la politique vient en dernier lieu et la parole est au plus offrant. C'est plutôt ce dernier aspect qui prime et qui fera l'objet de nos principales considérations dans

la politique de commercialisation de nos produits
 Notons enfin que ces importations peuvent souffrir des
 taxes douanières qui s'élèvent à

- 128% pour les produits européens
- 100% pour le Mali
- 26% pour la Gambie. etc...

Cela fait dire au directeur commercial du RANCH
 FILFILI « qu'une transformation locale des
 agrumes serait sans doute rentable »

Et l'inflation des prix (Annexe E3 et E4) peut
 influencer le taux de consommation dans un pays
 sous développé

Calcul de la part de marché (P.M)

Il s'agit de calculer la part de marché nécessaire
 pour atteindre un niveau de production défini

Nous allons faire les calculs pour le premier

Niveau de production, mais sachez que la formule
 est la même pour n'importe quel niveau de production

Hypothèses

- On suppose que le seul marché existant est celui
 des importations. Compte tenu du fait que les
 exportations sont faibles et du fait que nous ne
 connaissons pas la partie de la population qui aimerait
 payer les jus mais qui n'a pas les moyens.
- On suppose que le marché suivra une variation
 constante égale à la moyenne des variations des
 quatre dernières années.

Soit T_m cette variation

$$\bar{z}_m = \frac{\bar{z}_1 + \bar{z}_2}{2}$$

$$\bar{z}_1 = 20\%$$

$$\bar{z}_2 = 86,8\%$$

$$\Rightarrow \bar{z}_m = 54\%$$

Soit Q_{vi} = quantité de jus consommée pendant l'année i

$$Q_{v_{i+1}} = (1 + \bar{z}_m) Q_{vi}$$

Et Q_e = production requise

alors

$$\boxed{P.M. = \frac{Q_v}{Q_e}}$$

N.B Le taux de variation de 54% semble plus fiable compte tenu du fait que beaucoup de pays ont repris leurs exportations entre 1982 et 1983

On peut toujours partir de cette supposition tout en sachant qu'une planification doit toujours être dynamique; autrement dit elle doit toujours être réajustée

La part de marché nécessaire au niveau de production fixe sera :

Année	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Q_v (tonnes)	206	317	488	752	1158	1784	2748
* Q_e (tonnes)	120	120	120	120	120	120	120
PM (%)	58	38	24	16	10	6	4

* Ici on examine l'ensemble des agrumes en supposant qu'ils ont un pourcentage moyen de jus de 30%
Si l'on suppose que dans les premières années on

ne pourra pas récupérer les 38% du marché compte tenu de l'habitude des gens à des produits déjà polidement implantés, il faudrait alors baisser le niveau de production jusqu'à un niveau peuil.

Si l'usine commence sa production en 1986 et au delà on peut supposer qu'elle n'aura pas besoin de baisser son niveau de production ($PM = 24\%$)

Si à partir de cette année on peut récupérer une part de marché fixe égale à 40%, les productions requise seront les suivantes :

Année	1987	1988	1989	1990
Qt	300	463	714	1099

II) Analyse technique

1) Investissements fixes

a) Terrain

Pour les entreprises implantées hors du Cap Vert le terrain peut être exonéré entièrement ou en partie (code des investissements)

Mais disons que le coût des terrains varie en fonction de leur situation géographique

De plus qu'on s'éloigne de Dakar, les terrains reviennent moins chers.

On peut supposer que le terrain est gratuit

b) Bâtisses

50000 000 CFA environ.

Analogie faite sur les bâtisses d'une ligne de même capacité à l'ITA.

c) Equipements

Nous donnons ici un résumé du coût des équipements. Le détail pourrait être vu en annexe E5

Equipements	Prix total (CFA)
Ligne de Production	78 110 000
Mobilier de bureau	11 005 000
Laboratoire	1 790 000
Sanitaires	263 000
Electriques	3 408 000
Transport Manutention	28 431 000
Entretien	11 716 000
Installation de la ligne 4% coût de la ligne : 3 124 000	
autres installations 10% coût installation ligne : 312 000	
Total Investissements fixes = 188 159 000 CFA.	

on majore cette valeur pour incertitude de 6% et on a :

Investissements fixes = 200 000 000 CFA

2) Dépenses de fonctionnement: a) M.P

Par mesure de sécurité on suppose que les Prix de vente aux consommateurs (PV) et les Prix d'achat aux producteurs (PA) ont gardé les mêmes rapports depuis 1973 bien que le PV aura toujours tendance à s'écartier d'avantage du PA. Compte tenu du fait que :

- les acheteurs auront tendance à augmenter leurs marges de bénéfice.
 - les coûts intermédiaires auront tendance à augmenter (transport, coût de récolte, emballage)
- Connaissant PV et PA pour l'année 1973, et connaissant PV pour 1985 ; on peut calculer PA pour l'année 1985 de la manière suivante :

$$PA_{1985} = \frac{PV_{1985}}{PV_{1973}} \times PA_{1973}$$

d'où :

		1973		1985	
		PV	PA	PV	PA
oranges	(CFA/kg)	68	11	100	16
citrons	(CFA/kg)	68	9	90	12

Source : Rapport I TA.

On estime le PA des autres agrumes (Pamplemousses, mandarines) Compte tenu de leur rareté à :

$$PA = 125\% PA_{orange} = 20 \text{ CFA/kg.}$$

on multiplie ces valeurs par un facteur de sécurité de 1,2 : mieux offrant

d'où oranges : PA = 19 CFA/kg
 Citrons : " = 15 "
 Mandarines : " = 24 "
 Pamplemousses : " = 24 "

Premiers Niveau de Production

	quantité (en kg)	PRIX TOTAL CFA
Oranges	320 000	6 080 000
Citrons	60 000	900 000
Mandarines	16 000	384 000
Pamplemousses	4 000	96 000

Total M.P. = 7 460 000 CFA

b) Electricité

Nous allons souscrire une puissance égale à la puissance maximale d'utilisation calculée au 3^e niveau.

Soit $P_S = 70,88 \text{ kw}$ (voir annexe D)

On admet que notre suppositim est fiable à 90% autrement dit la puissance réellement utilisée est de $P_T = 1,1 P_S$

$$\text{i.e. } P_T = 1,1 \times 70,88 = 77,97 \text{ kw}$$

d'où la consommation C :

$$1^{\text{e}} \text{ branche } C_1 = 100 \text{ h} \times P_S = 7088 \text{ kwh}$$

$$2^{\text{e}} \text{ branche } C_2 = 135,8 \times 77,97 = 7088$$

92

$$C_2 = 3477 \text{ kWh}$$

coût mensuel électricité

$$1^{\text{e}} \text{ branche } 66,66 \times 7088 = 472\,486 \text{ CFA}$$

$$2^{\text{e}} \text{ branche } 58,5 \times 3477 = \underline{203\,404 \text{ CFA}}$$

$$\text{Total} = 675\,890 \text{ CFA}$$

$$\text{Coût annuel} = 6 \times \text{coût mensuel} = 4\,055\,340 \text{ CFA.}$$

$$\text{Prime annuelle} = 70,88 \times 11\,160 =$$

$$= 791\,021 \text{ CFA}$$

$$\text{coût annuel effectif} = \text{coût annuel} - \text{Prime}$$

$$\text{coût annuel effectif} = 3\,264\,320 \text{ CFA}$$

c) eau

on majore le coût du m^3 d'eau tarif usage domestique de 50%

$$\text{Coût } \text{m}^3 \text{ d'eau usage domestique} = 219,17 \text{ (BCOP)}$$

$$\Rightarrow \text{coût } \text{m}^3 \text{ d'eau usage industriel} = 219,17 \times 1,5$$

$$= 330 \text{ CFA}$$

$$\text{coût annuel de l'eau} = 330 \times 1069,69$$

$$\text{coût annuel de l'eau} = 353\,000 \text{ CFA}$$

d) coût de la main d'œuvre

Pour chaque catégorie de personne: voir Annexe E₆

montant Salaires : 12 304 254 CFA/an
 charges sociales : 6 503 133 CFA/an

e) dépenses pour fournitures

Puisqu'on ne connaît pas les prix des autres types d'emballage (Carton etc), nous prendrons les bouteilles de 33 cl

coût 1 bouteille = 20 CFA

on a : $N =$ nombre de bouteilles nécessaires

Les emballages sont récupérables

On considère que les bouteilles font une rotation d'une fois par mois.

Le nombre de bouteilles nécessaire est de :

$$N = \frac{\text{Production totale en litre}}{12 \times 0,33}$$

$$N = 28514 \text{ bouteilles}$$

coût des bouteilles = $20 \times 28514 = 570280$ CFA.
 on estime que :

$$\begin{aligned} \text{coût autres fournitures} &= 1\% \text{ coût MP} \\ &= 74600 \text{ CFA} \end{aligned}$$

f) Amortissements des équipements

on l'estime à 10% du coût des équipements

$$\text{Ligne : } 78110000 \times 0,1 = 7811000 \text{ CFA}$$

$$\text{Outilage : } 3905000 \times 0,1 = 390500 \text{ CFA}$$

$$\text{Pièce de rechange : } 7811000 \times 0,1 = 781100 \text{ CFA}$$

Total amortissements = 8982.600 CFA

g) coût d'entretien

Nous l'estimons à 10% coût des amortissements

$$\text{coût entretien} = 898\,260 \text{ CFA.}$$

Récapitulation des dépenses de fonctionnement

Matière	coût (CFA)
Matière Première	7 460 000
Électricité	3 264 380
Eau	353 000
Salaires	12 304 254
Charge salariale	6 503 133
Fourniture	644 880
Amortissement	8 982 600
Entretien	898 260
* Dépense de Vente = 5% dépenses de fonctionnement	2 108 287
Total :	42 165 734

* Dans les premières années les dépenses de vente ne doivent pas être excessives

Coût total du projet = Investissement fixe + Capital de roulement

$$\text{coût total du projet} = 42\,165\,734 + 200\,000\,000$$

$$\text{Coût total du projet} = 243\,000\,000 \text{ CFA}$$

III > Analyse Financière

Vente. 1) Calcul du prix de revient
 on suppose que tous les produits génèrent
 les mêmes coûts de production par unité de volume.

Soit PR = prix de revient du jus par litre.

$$\text{PR} = \frac{\text{dépenses de fonctionnement}}{\text{Volume de production}}$$

$$\text{PR} = \frac{42\,165\,734}{112\,913} \quad \text{↘ (voir quantités OUTPUT)}$$

$$\text{PR} = 373,4 \text{ CFA/l}$$

2) Ventes

Nous allons vendre en dessous du prix du marché tout en respectant la marge par rapport au prix de revient compte tenu du fait que c'est une jeune entreprise non expérimentée et compte tenu de l'habitude des gens à prendre d'autres boissons déjà bien implantées.

Prix proposés

jus d'orange : 400 CFA/l
 jus de citron : 1600 CFA/l
 jus de Mandarine : 500 CFA/l

jus de Pamplemousse : 500 CFA/l

Ecorce : 10 CFA/kg.

Les huiles essentielles ne sont pas mentionnées ici ; mais notons qu'elles coûtent excessivement chères dans les pays européens.

Calcul de la vente

Matieres	quantités (l)	Valeurs (CFA)
Jus d'orange	91 915	36 766 000
" de citron	14 417	23 067 200
" de Mandarine	5055	2 527 500
" " Pamplemousse	1526	763 000
Ecorces	220 000 kg	2 200 000
	Total	65 323 700

3) Besoin de Financement

Le financement peut provenir de différentes sources :

- Les hommes d'affaire en partie
- Les banques d'autre part.

La SONAGA finance des projets entiers dans le cadre « Operation maïbisard » avec un taux d'intérêt sur le capital de 22% remboursable en 3 ans.

Un tel financement pourrait être intéressant si

le délai de remboursement n'était pas trop court. Mais compte tenu des fluctuations des importations (reflet de la demande) un financement mixte semble plus viable.

Le taux d'intérêt des banques quant à lui varie de 10% à 14%.

Nous allons donc supposer que nous avons les 60% des fonds nécessaires et que les banques acceptent de nous prêter la somme restante à un taux d'intérêt de 12% capitalisé annuellement avec remboursement intégral du capital en 10 ans.

Fonds Promoteur : 145 800 000

Prêt bancaire : 97 200 000

NB Notre jeune entreprise sera exonérée d'impôt pendant les trois premières années

Taux de rentabilité du projet : r

on suppose que le promoteur exigera de ses fonds un rendement de : $\pi_p = 20\%$

i = taux d'intérêt de la banque = 12%

p_1 = pourcentage de fonds du promoteur

p_2 = pourcentage de fonds de la banque

$$\pi = \pi_p \times p_1 + i \times p_2 = 20\% \times 60\% + 12\% \times 40\%$$

$$\pi = 16,8\% = \text{taux de rentabilité minimal du projet}$$

4) Evaluation de la faisabilité du projet

Ventes brutes 1^{re} année = Ventes brutes - Comptes à recevoir
 On suppose que les termes de vente sont de 30 jours.

$$\text{Compte à recevoir} = \frac{\text{Ventes brutes}}{12} = 5443642 \text{ CFA}$$

$$\boxed{\text{Ventes brutes 1^{re} année} = 59\,880\,058 \text{ CFA}}$$

5) Calcul des intérêts et du remboursement du capital

R = remboursement de capital (10 ans)

V = versements périodique

I = intérêt sur l'emprunt bancaire

$$\text{on a } R = V - I$$

$$\text{Emprunt} = V \left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right]$$

$$V = \frac{\text{Emprunt}}{\left[\frac{1 - (1+i)^{-n}}{i} \right]}$$

$$\text{A.N. Emprunt} = 97\,200\,000 \text{ CFA}$$

$$n = 10 \text{ ans}$$

$$i = 12\%$$

d'où le tableau suivant:

Année	V (CFA)	R (CFA)	I (CFA)	S (CFA)
1	17 203 000	5 539 000	11 664 000	97 200 000
2	17 203 000	6 203 680	10 999 320	91 661 000
3	17 203 000	6 948 122	10 254 878	85 457 320
4	17 203 000	7 781 896	9 421 104	78 509 198
5	17 203 000	8 715 724	8 487 276	70 727 302
6	17 203 000	9 761 611	7 441 389	62 011 578
7	17 203 000	10 933 004	6 269 996	52 249 967
8	17 203 000	12 244 965	4 958 035	41 316 957
9	17 203 000	13 714 361	3 488 639	29 071 992
10	17 203 000	15 366 084	1 842 916	15 357 631

6) Flux monétaire

On considère que la variation des prix suivra une évolution moyenne égale au taux de variation moyen des indices mensuels des prix en milieu européen ; soit : 8,9%

Résultats flux monétaire

Flux monétaire	Année	1	2
① Revenu		59 880	65 209
② Décaissements locaux		34 000	35 700
③ Amortissement		8 983	8 084
④ Intérêt sur emprunt		11 664	10 999
⑤ Profit brut (① - ② + ③ + ④)		52 333	10 426
⑥ Profit net (⑤ - ⑥)		5 233	10 426
⑦ Remboursement		5 539	6 204
Flux monétaire généré par le projet (⑥ + ⑦ - ⑧)		8 677	12 306

suite

3	71013	77333	84216	91711	99873	108762	118442	128983
4	37485	39359	41327	43394	45563	47841	50233	52745
5	7276	6548	5893	5304	4774	4296	3866	3480
6	10255	9421	8487	7441	6270	4958	3489	1843
7	15997	22005	28009	35512	43266	51667	60854	70915
8	15997	14670	18673	23675	28844	34445	40569	47277
9	6948	7782	8716	9762	10933	12245	13714	15360
10	16325	13436	15850	19217	22685	26496	30721	35397

- on estime que les déboursés augmentent à un taux de 5% en moyenne
- exonération de l'impôt pendant les 3^{es} années
- $\theta = \text{impôt} = 33,33\%$ (source : SONACOS)
- Les valeurs du tableau sont en milliers de CFA.

CONCLUSION

Ce document n'a nullement la prétention de représenter l'étude définitive d'une unité de transformation d'agrumes; mais sans doute elle met la lumière dans toute recherche orientée vers ce sens.

A cet effet l'étude statistique sur laquelle nous avons fondé nos calculs devrait être améliorée car les informations sur les données statistiques sont très dispersées et par conséquent peu fiables. Ceci nous a amené à faire plusieurs hypothèses que nous analysons séparément. De ces analyses nous tirons quatre conclusions qui correspondent à quatre niveaux de production.

La grandeur de l'usine étant fonction du volume de production, il est ressorti de nos analyses un éventail de choix dans lequel le choix final de la capacité de départ a été basé sur des critères plutôt qualitatifs :

- Fiabilité des données statistiques
- Expérience dans le secteur agrumes
- Fluctuation du marché

C'est ainsi que nous avons choisi une unité pilote d'une capacité de 500 kg/h.

Autrefois, il est recommandé de s'informer d'avantage; c'est à dire de disposer d'une gamme de catalogues nous permettant de faire un choix non seulement en se basant sur la capacité désirée, mais aussi sur la

sur la polyvalence du système, sa fiabilité technologique, son coût etc...

C'est d'ailleurs ce manque d'information qui nous a amené à choisir directement une ligne Bertuzzi, seule société dont les catalogues étaient disponibles.

La polyvalence de la ligne est recommandée car elle permet, si les périodes de récolte des fruits à traiter sont adjacentes, de faire fonctionner l'usine toute l'année.

L'expansion se fera d'abord sur le personnel (augmentation du nombre d'équipes) puis sur le matériel (nouvelle ligne de production).

La usine ainsi proposée est faisable si en majeure partie nos hypothèses concordent avec la réalité. Elle permettra pour la première année de faire un profit net de 5 233 000 CFA et dans 10 ans un profit net de 47 277 000 CFA avec remboursement de l'emprunt.

Globalement si nous comparons notre étude à celle effectuée par un expert de l'ONUDI en l'occurrence M^r VANKOV (1976) et qui portait sur "l'étude technico-économique sur la possibilité de transformation industrielle des fruits et viabilité d'une usine de jus de fruits en Casamance", il semblerait compte tenu de l'inflation que les coûts d'investissement des deux unités soient dans le même ordre de grandeur i.e.:

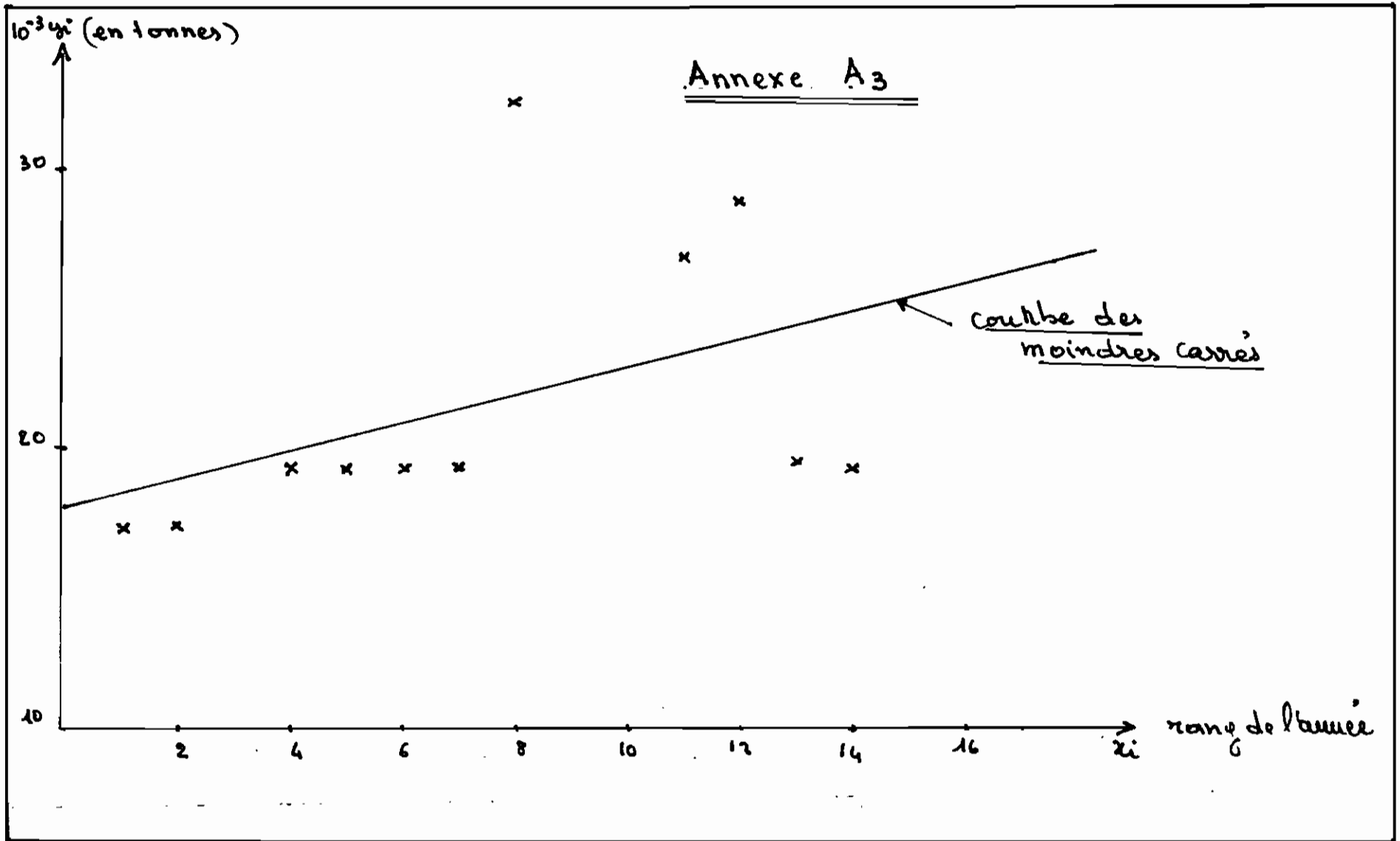
- Notre unité (1985); coût: 243 millions de CFA.
- unité de M^r VANKOV (1976); coût: 150 millions de CFA.

Tableau Annexe A₁ : données expérimentales
unite : tonne

Region Année	Casamance	eghies	Sine-Saloum	Diourbel	Cap-Ved	Fleuve.
70/71		2373				
71/72		2373				
73/74	15680	3115			600	
74/75		3115				
75/76		3115				
76/77		3115				
77/78	23130	5336	950,7	73,6		18
80/81		3854				
81/82		4502				
82/83		861				
83/84		751				

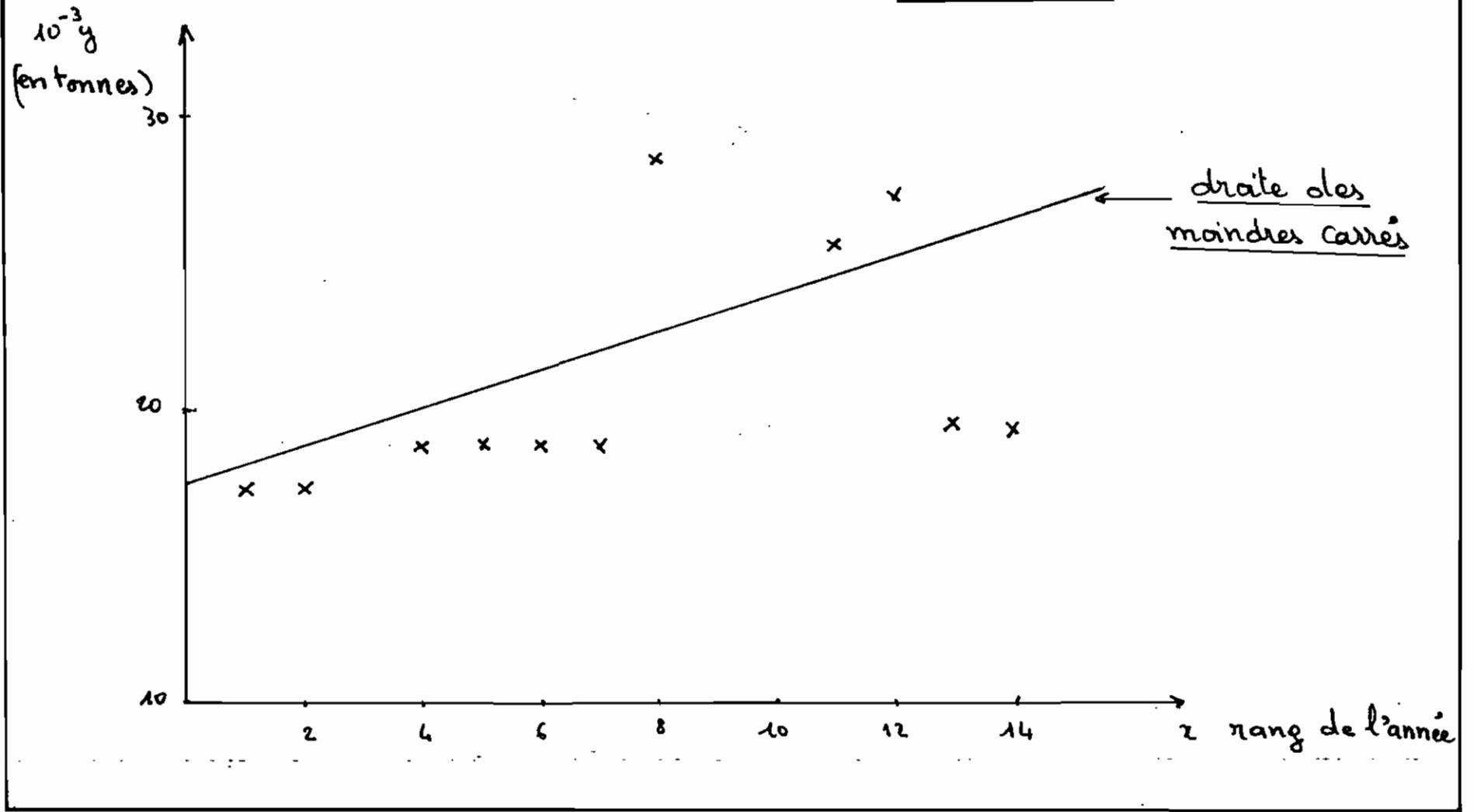
Annexe A _{2a} (suite)				Annexe A _{2b}		
Region Année	Totaux	+15% Totaux	+50% Totaux	Colobama	Thies	Totaux
70/71	17311	25966,5	8655,5	14938	2373	17311
71/72	17311	25966,5	8655,5	14938	2373	17311
73/74	19393	29089,5	9696,5	15680	3115	18795
74/75	19393	29089,5	9696,5	15680	3115	18795
75/76	19393	29089,5	9696,5	15680	3115	18795
76/77	19393	29089,5	9696,5	15680	3115	18795
77/78	32329	48493,95	16164,6	23130	5336	28466
80/81	26841	40261,5	13420,5	21648	3854	25502
81/82	28902	43352,5	14450,8	22648	4502	27150
82/83	19516	29274	9758	18655	861	19516
83/84	19296	28944	9648	18545	751	19296

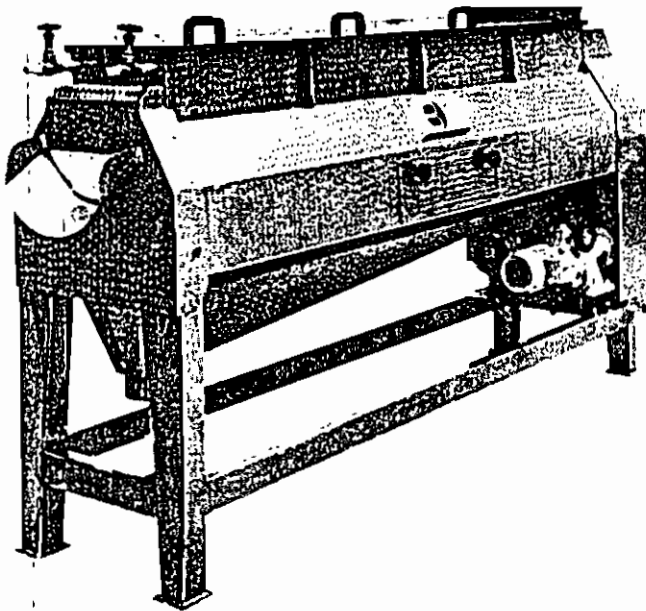
<u>Tableau Annexe A_{2a} : calcul des Pi entonnes</u>						
Region Année	Coatamance	Thiès	Sine-Saloum	Diourbel	Cap-Vert	Fleuve
70/71	14938	2373	0	0	0	0
71/72	14938	2373	0	0	0	0
73/74	15680	3115	0	0	600	0
74/75	15680	3115	0	0	600	0
75/76	15680	3115	0	0	600	0
76/77	15680	3115	0	0	600	0
77/78	23130	5336	950,7	73,6	2821	18
80/81	21648	3854	0	0	1339	0
81/82	22296	4502	116,7	0	1987	0
82/83	18655	861	0	0	0	0
83/84	18545	751	0	0	0	0
Totaux						



<u>Annexe A₆</u>	x_i	1	2	4	5	6	7	8	11	12	13	14
	y_i	17311	17311	18795	18795	18795	18795	28466	25502	27150	19516	19296
	$x_i y_i$	17311	34622	75180	93975	112770	131565	227728	280522	325800	253708	270144
	x_i^2	1	4	16	25	36	49	64	121	144	169	196
<u>Annexe A₄</u>	x_i	1	2	4	5	6	7	8	11	12	13	14
	y_i	17311	17311	19393	19393	19393	19393	32329	26841	28902	19516	19296
	$x_i y_i$	17311	34622	77572	96965	116358	135751	258632	295251	346824	253708	270144
	x_i^2	1	4	16	25	36	49	64	121	144	169	196

Annexe As



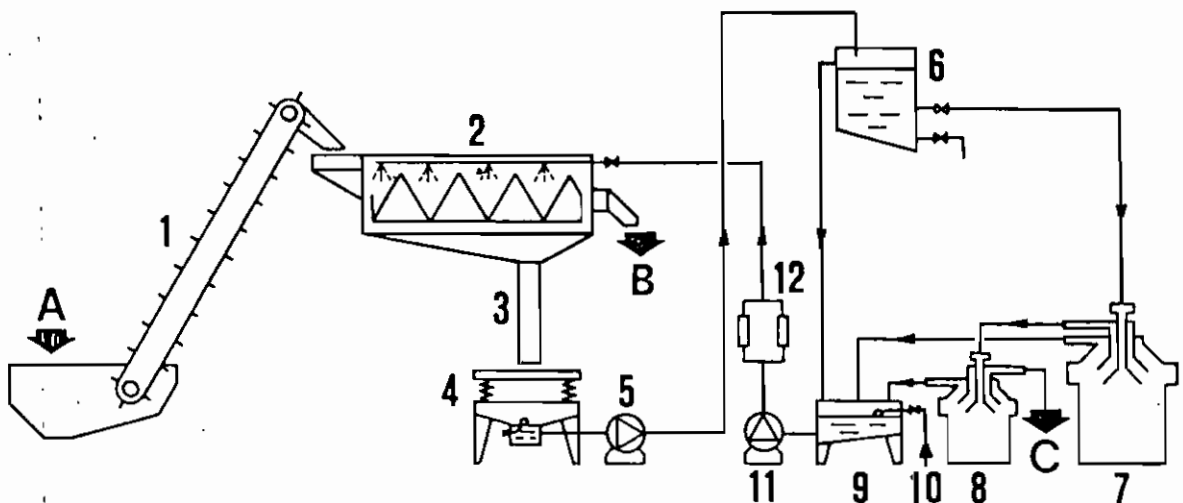


Modello 2/4 per piccole produzioni e per lavorazioni sperimentali.

Modèle 2/4 pour petites productions et pour procédés expérimentaux

Model 2/4 for small productions and for experimental processes

Modelo 2/4 para producción baja y para trabajos experimentales.



Schema esemplificativo generale di una linea estrazione e recupero olii essenziali di media potenzialità.

Schéma d'exemple général d'une ligne de moyenne capacité pour la extraction et récupération huiles essentielles.

General illustrative sketch of an extraction and essential oil recovery line with average capacity.

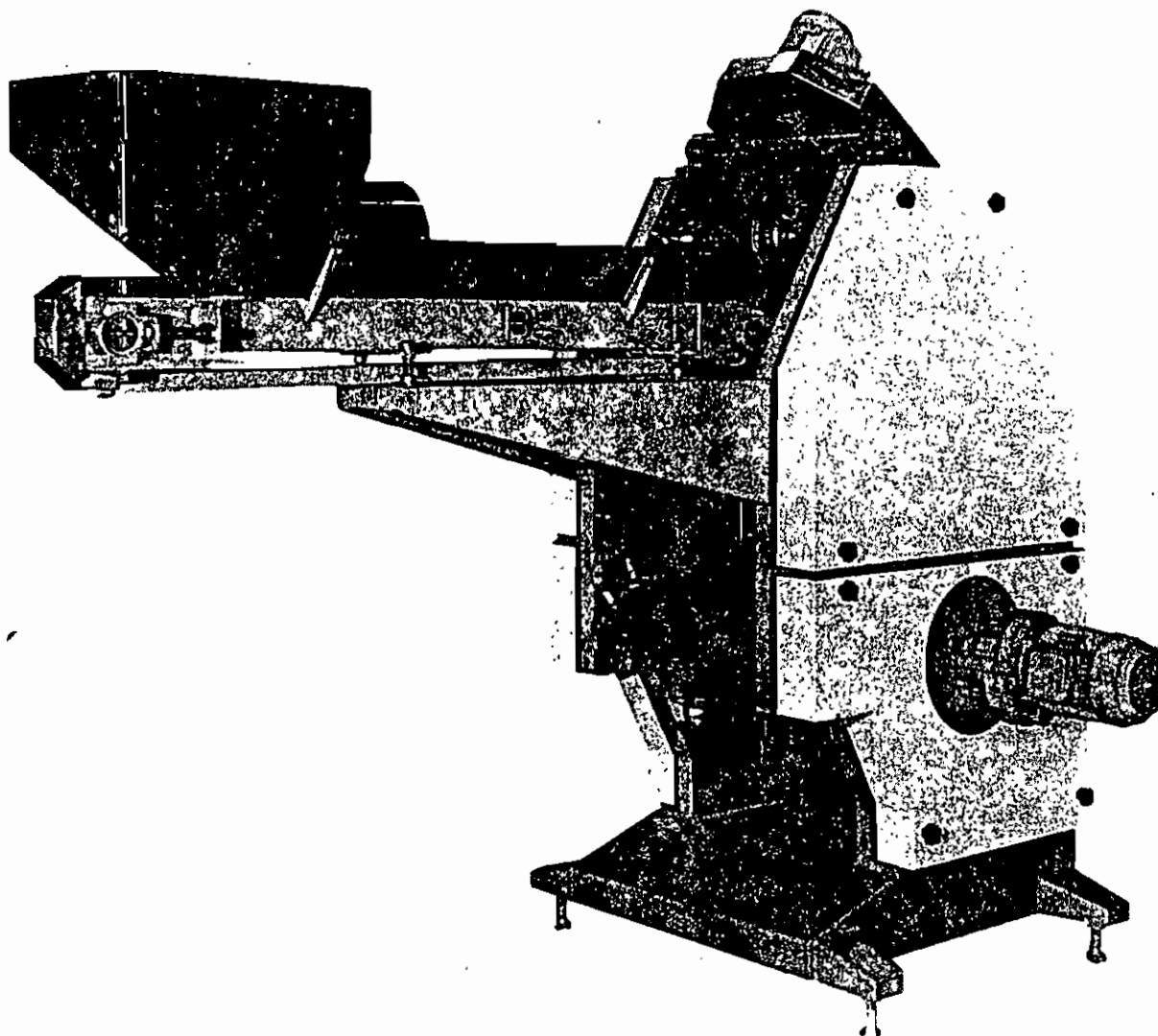
Esquema explicativo general de una línea de extracción y recuperación de aceites esenciales de media capacidad.

- 1 - Elevatore - Elevateur - Elevator - Elevador.
- 2 - Citrorap - Citrorap - Citrorap - Citrorap
- 3 - Scarico emulsione oleosa - Déchargement émulsion huileuse - Oily emulsion discharge - Salida emulsión oleosa
- 4 - Vibroscreener - Vibroscreener - Vibroscreener - Vibroscreener
- 5 - Pompa emulsione - Pompe pour l'émulsion - Pump for the emulsion - Bomba emulsión
- 6 - Serbatoio decantazione - Réservoir pour la décantation - Decantation tank - Tanque de decantación
- 7 - Centrifuga di concentrazione emulsione - Centrifugeuse de concentration émulsion - Centrifuge for the emulsion concentration - Centrifugadora de concentración emulsión
- 8 - Centrifuga di separazione olii - Centrifugeuse pour la separation des huiles - Centrifuge for oil separation - Centrifugadora de separación aceites
- 9 - Serbatoio raccolta acque centrifughe - Réservoir pour la collecte des eaux des centrifugeuses - Collecting tank of centrifuge waters - Tanque recolector de aguas centrifugadas
- 10 - Arrivo acqua di reintegro - Arrivée de l'eau de réintégration - Additional water - Llegada agua de reintegración
- 11 - Pompa riciclo acqua - Pompe de recyclage eau - Water recycling pump - Bomba recirculación agua
- 12 - Filtri acqua - Filtres de l'eau - Water filters - Filtros agua

A = AGRUMI - AGRUMES - CITRUS FRUITS - FRUTOS CITRICOS

B = AGRUMI DISOLEATI - AGRUMES DEHUILES - DEOILED CITRUS FRUITS - FRUTOS CITRICOS DESACEITADOS

C = OLIO ESSENZIALE - HUILE ESSENTIELLE - ESSENTIAL OIL - ACEITE ESENCIAL



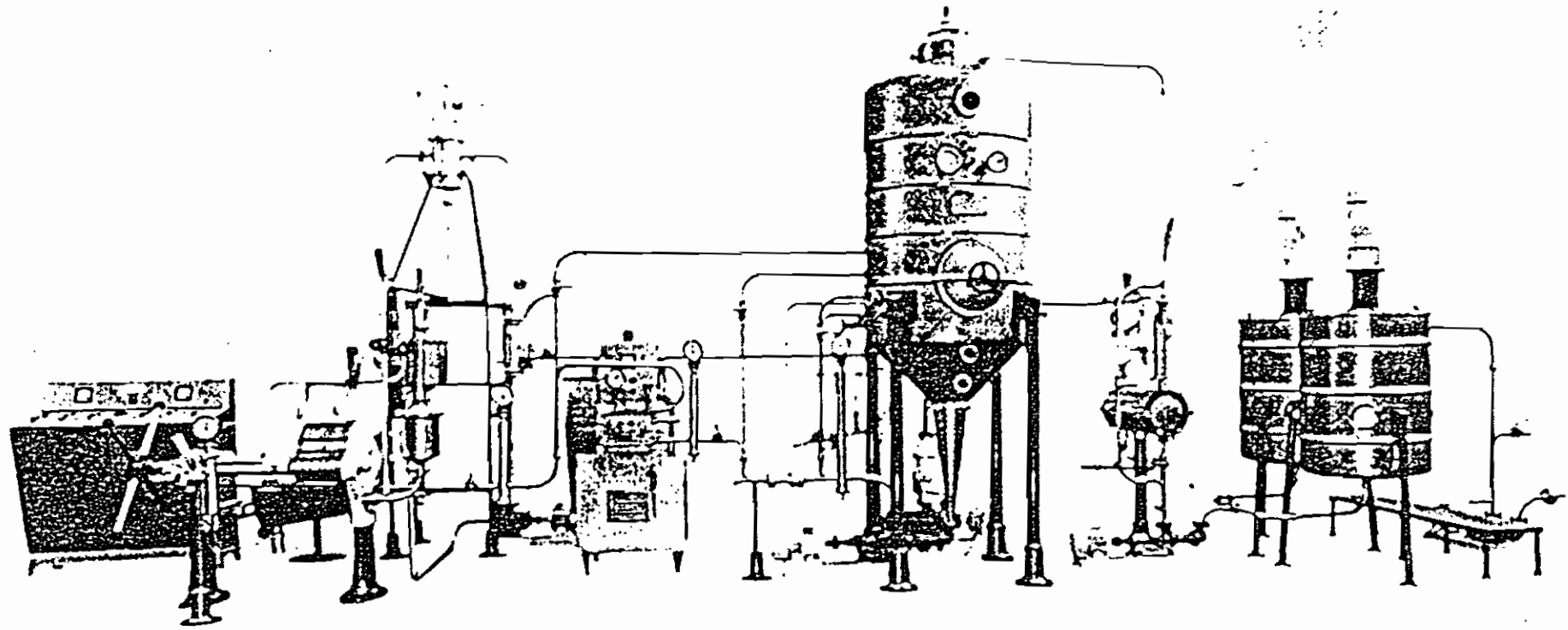
Modello 1Q per preparare scorze in quarti adatte alla produzione di canditi e confetture di alta qualità.

Modèle 1Q pour préparer les écorces coupées en cubes employées pour la production de fruits confits ou confitures d'haute qualité.

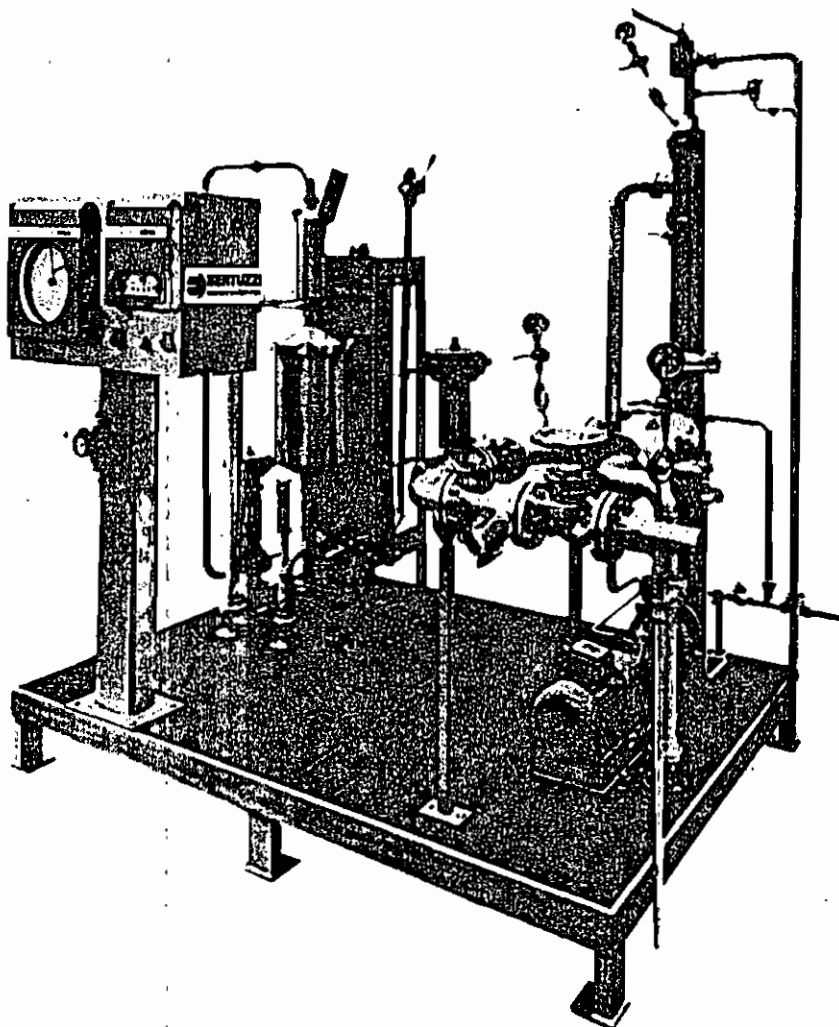
Model 1Q for preparing diced peels to be employed in the production of candied products and marmelades of top quality.

Modelo 1Q para preparar cáscaras cortadas in cuartos por la producción de almibaradas y confituras de calidad elevada.

BERTUZZI
ALBERTO BERTUZZI SpA



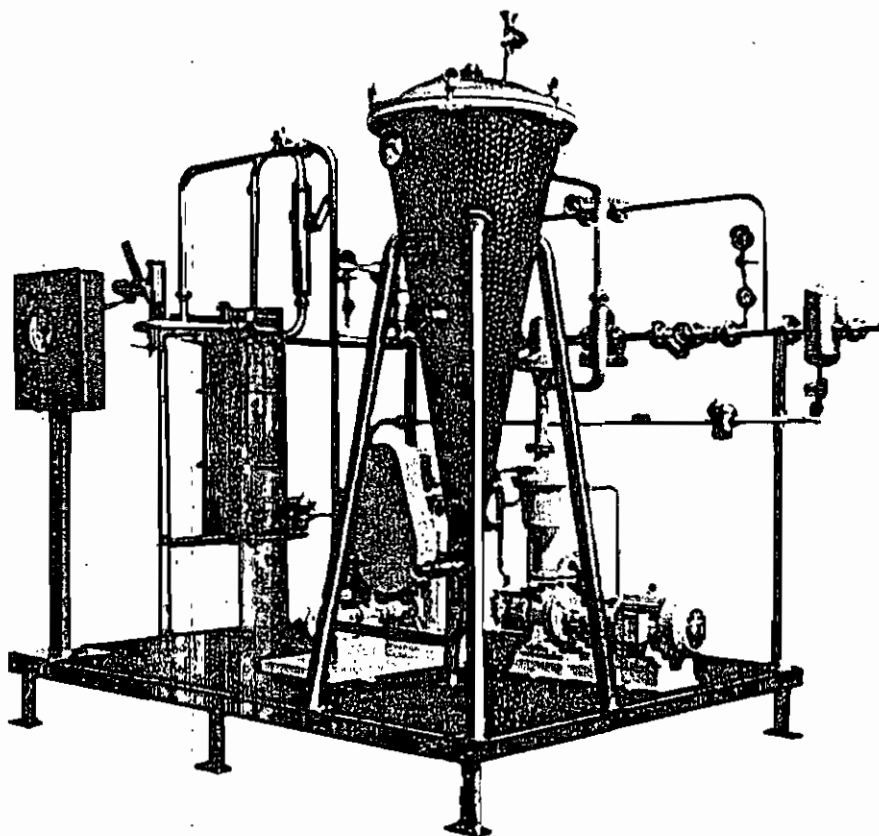
Visione di un omogeneizzatore Dispensor inserito in una linea di trattamento per succhi di frutta fra il Disintegratore ed il Pastorizzatore.

Annexe B4

Modelli monoblocco per succhi e bibite con portate sino a 10.000 l/h ed oltre. Regolazione automatica e gruppo separato di preparazione e riciclo acqua surriscaldata.

Modèles monobloc pour jus et boissons avec débit jusqu'à 10.000 l/h et plus. Régulation automatique et groupe séparé pour la préparation du recyclage eau surchauffée.

Enbloc models for juices and drinks. Capacities up to 10.000 l/h and more. Automatic adjustment and separate group for the preparation and re-circulation of hot water.



Gruppo Thermoflash per trattamenti combinati di disareazione e di pastorizzazione.

Groupe Thermoflash pour les procédés combinés de désaération et de pasteurisation.

Thermoflash group for combined deaeration and pasteurisation process.

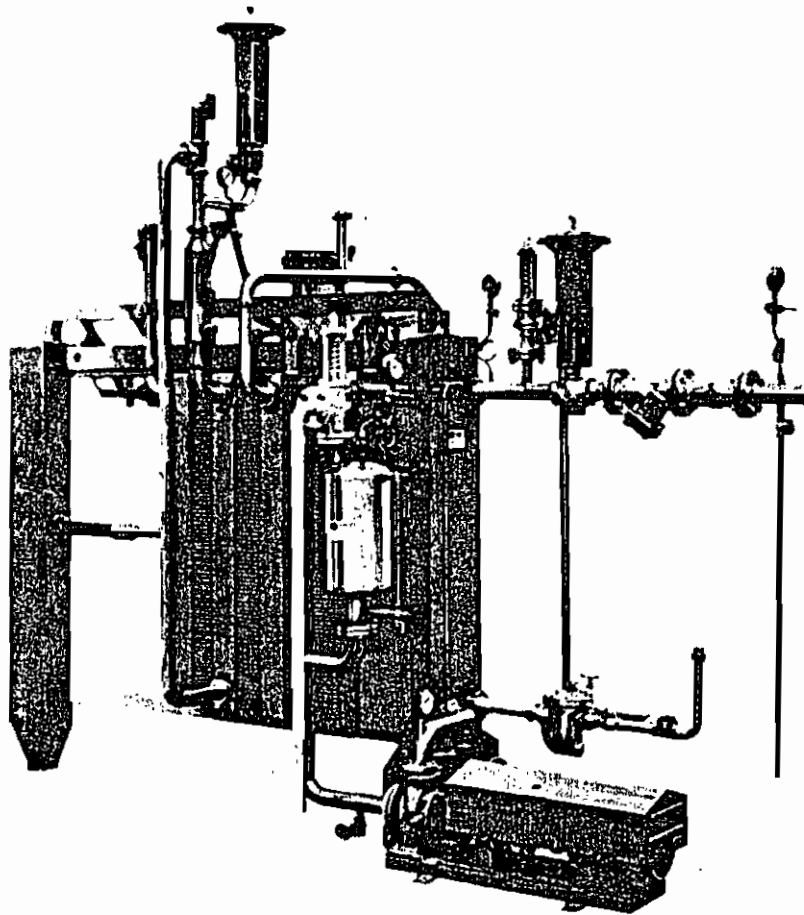


THERMOFLASH

Sistemi per il trattamento termico di pastorizzazione e raffreddamento di bibite, sciroppi neutri ed aromatizzati, succhi e liquidi alimentari in genere.

Systèmes pour le procédé thermique de pasteurisation et refroidissement de boissons, sirops neutres et aromatisés, jus et liquides alimentaires en général.

Systems for thermal process of pasteurization and cooling of drinks, neutral and aromatic syrups, juices and liquid food stuff in general.



Modello di grande portata per 8000 l/h di succhi di frutta e nettari con produzione e riciclo acqua surriscaldata fra le piastre, sezione di sterilizzazione, preriscaldamento e raffreddamento automatico durante il riciclo.

Strumentazione completamente automatica anche per il lavaggio in circuito chiuso.

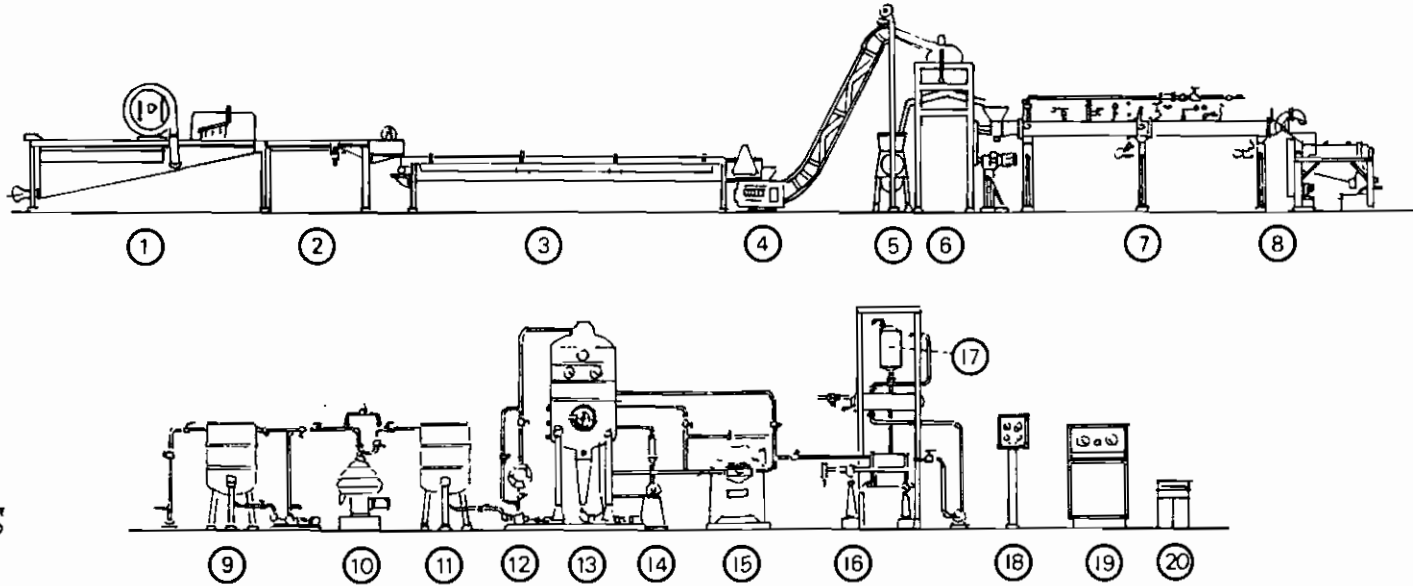
Modèle avec débit élevé pour 8000 l/h de jus de fruits et nectars avec production et recyclage eau surchauffée parmi les plaques, section de stabilisation, prechauffage et refroidissement automatique pendant le recyclage.

Instruments entièrement automatisés aussi pour le lavage en circuit fermé.

Model with high capacity, 8000 l/h of fruit juices and nectars with production and recycle hot water in the plates, stabilization section, automatic preheating and cooling during the cycle.

Entirely automatic instruments also for washing in closed circuit.

Annexe Bc



50

Système Bertuzzi pour la production des jus pulpeux

- 1 - Table de lavage
- 2 - Table de triage
- 3 - 2^e triage
- 4 - Elévateur
- 5 - Pulpeur
- 6 - Tamis
- 7 - Thermobreak

- 8 - Presse continue
- 9 - Mélangeur
- 10 - Centrifugeur
- 11 - Mélangeur
- 12 - Préchauffeur
- 13 - Désaérateur
- 14 - Homogénéisateur

- 15 - Homogénéisateur
- 16 - Pasteurisateur
- 17 - Production d'eau chaude
- 18 - Tableau thermométrique
- 19 - Commande
- 20 - Accessoires

NOTE QUALITATIVE PRIMAIRE D'UNE CARACTÉRISTIQUE A DEUX LIMITES MINI ET MAXI
EN FONCTION D'UNE AUGMENTATION DE LA DISPERSION

Dispersion recherchée ($\pm 3\sigma$) ramenée à la valeur 1.00

Dispersion trouvée : W .

W	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
1,00	1,000 00	0,999 58	0,998 35	0,996 47	0,993 78	0,990 53	0,986 72	0,982 38	0,977 58	0,972 34
1,10	0,966 96	0,960 74	0,954 45	0,947 88	0,941 05	0,934 00	0,926 75	0,919 32	0,911 74	0,904 03
1,20	0,896 21	0,888 29	0,880 29	0,872 23	0,864 11	0,855 96	0,847 80	0,839 60	0,831 41	0,823 23
1,30	0,815 01	0,806 90	0,798 77	0,790 68	0,782 63	0,774 62	0,766 66	0,758 76	0,750 91	0,743 13
1,40	0,735 40	0,727 75	0,719 79	0,712 65	0,705 21	0,697 84	0,690 55	0,683 34	0,676 20	0,669 15
1,50	0,662 18	0,655 28	0,648 47	0,641 74	0,635 09	0,628 52	0,622 03	0,615 62	0,609 29	0,603 05
1,60	0,596 88	0,590 79	0,584 79	0,578 86	0,571 68	0,567 23	0,561 53	0,555 91	0,550 36	0,546 61
1,70	0,539 49	0,534 16	0,528 91	0,523 73	0,518 61	0,513 57	0,508 59	0,503 68	0,498 84	0,494 07
1,80	0,489 36	0,484 71	0,480 13	0,475 61	0,471 15	0,466 75	0,462 41	0,458 13	0,453 91	0,449 74
1,90	0,445 64	0,441 58	0,437 59	0,433 64	0,429 75	0,425 91	0,422 12	0,418 38	0,414 70	0,411 06

La note y est définie par la fonction $y = \left(\frac{1}{W}\right)^{\frac{1,4W^2 + 2,6W - 4}{W^2 + W - 0,75}}$

Tableau XV

NOTE QUALITATIVE PRIMAIRE D'UNE CARACTÉRISTIQUE A DEUX LIMITES MINI ET MAXI
EN FONCTION D'UNE AUGMENTATION DE LA DISPERSION

Dispersion recherchée ($\pm 3\sigma$) ramenée à la valeur 1.00

Dispersion trouvée : W .

W	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,00	0,407 47	0,403 92	0,400 43	0,396 98	0,393 58	0,390 22	0,386 90	0,383 63	0,380 40	0,377 21
2,10	0,374 07	0,370 96	0,367 89	0,364 87	0,361 88	0,358 93	0,356 02	0,353 14	0,350 31	0,347 50
2,20	0,344 74	0,342 00	0,338 90	0,336 64	0,334 01	0,331 41	0,328 84	0,326 30	0,323 80	0,321 33
2,30	0,318 88	0,316 47	0,314 08	0,311 73	0,309 40	0,307 10	0,304 83	0,302 58	0,300 36	0,298 17
2,40	0,296 14	0,293 86	0,291 75	0,289 65	0,287 59	0,285 54	0,283 52	0,281 53	0,279 55	0,277 60
2,50	0,275 67	0,273 77	0,271 88	0,269 96	0,268 30	0,266 35	0,264 55	0,262 77	0,261 01	0,259 26
2,60	0,257 54	0,255 83	0,254 15	0,252 48	0,250 83	0,249 20	0,247 58	0,245 99	0,244 41	0,242 84
2,70	0,241 45	0,239 77	0,238 25	0,236 75	0,235 27	0,233 81	0,232 35	0,230 92	0,229 50	0,228 09
2,80	0,226 70	0,225 32	0,223 95	0,222 60	0,221 26	0,219 94	0,218 76	0,217 38	0,216 01	0,214 86
2,90	0,213 52	0,212 40	0,211 08	0,209 77	0,208 69	0,207 41	0,206 34	0,205 09	0,203 84	0,202 77

La note y est définie par la fonction $y = \left(\frac{1}{W}\right)^{\frac{1,4W^2 + 2,6W - 4}{W^2 + W - 0,75}}$

Tableau XVI

ANNEXE: D1 : Calcul de la puissance
Frigorifique

Bilan frigorifique

Il comprend :

- Les déperditions
- La chaleur due à l'introduction des M.P
- L'apport dû aux occupants
- L'équivalent calorifique du renouvellement d'air
- Les pertes incalculables
- L'apport dû à l'éclairage

N.B Nous allons faire les calculs pour l'entrepôt des matières premières dont nous maîtrisons plus les données, ensuite nous allons majorer les quantités trouvées pour tenir compte des autres salles et de l'extension

1) Chaleur due à l'introduction des M.P.

Soit Q_d = quantité de chaleur à fournir pour obtenir le refroidissement des M.P

P = masse de matière première dans l'entrepôt par 24 heures. = 7000 kg.

C = chaleur massique des fruits = $3,79 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$.

[voir Annexe :]

t_1 = température des M.P à l'entrée = $38,5^\circ\text{C}$

t_2 = température des M.P à la sortie = 8°C

on a :

$$Q_d = P c (t_1 - t_2) [\quad]$$

A.N
$$Q_d = \frac{7000 \times 3,79 (38,5 - 8)}{24 \times 3600}$$

$$\underline{Q_d = 9,365 \text{ kW}}$$

2) Chaleur de renouvellement d'air

Soit : t_i = température intérieure de l'entrepôt = 8°C

φ_i = humidité à l'intérieur de " = 90%.

Voir Annexe: caractéristiques des fruits

t_e = température extérieure = $38,5^\circ\text{C}$ (mois le plus chaud Ziguinchor)

φ_e = humidité extérieure = 65%

l = taux de renouvellement de l'air = 3,5 []

ρ = masse volumique de l'air à $\varphi_i, t_i = 1,24 \text{ kg/m}^3$

V = volume de la chambre = 384 m^3

h_i = enthalpie à l'intérieur de la chambre = $22,5 \text{ kJ/kg}$

h_e = enthalpie à l'extérieur de la chambre = $108,7 \text{ kJ/kg}$

Q_a = chaleur du renouvellement d'air

$$Q_a = \rho V l \Delta h$$

$$\text{A.N. } Q_a = \frac{1,24 \times 384 \times 3,5}{24 \times 3600} (108,7 - 22,5)$$

$$\underline{Q_a = 1,663 \text{ kW}}$$

3) Chaleur de respiration

Q_R = chaleur due à la respiration des fruits

C_r = chaleur dégagée par la respiration par unité de poids. On a :

$$\text{orange} = 1,34 \text{ kJ/kg/24h}$$

$$\text{Citron} = 1,68 \text{ kJ/kg/24h}$$

$$\text{Pamplemousse} = 0,4 \text{ kJ/kg/24h}$$

Mandarine :

on prend la valeur la plus grande i.e. $C_R = 1,68 \text{ kJ/kg/24h}$
d'où :

$$Q_R = C \cdot P$$

$P = \text{poids en 24h} = 7000 \text{ kg.}$

$$\text{A.N } Q_R = \frac{1,68 \times 7000}{24 \times 3600}$$

$$\underline{Q_R = 0,136 \text{ kW}}$$

4) Déperditions

$K = \text{coefficient de transmission}$

$e = \text{épaisseur des murs} \approx \frac{\Delta \theta}{2} = \text{épaisseur économique}$
pour isolant liège

On impose un coefficient de transmission en fonction d'une déperdition maximum

Pour les installations de réfrigération de fruit elle est de $K = 10 \text{ kcal/h m}^2$

$$\text{i.e. } K = \frac{4,18 \times 10}{3600} = 11,6 \text{ W/m}^2$$

e est alors l'épaisseur économique pour avoir une déperdition de $K = 11,6 \text{ W/m}^2$

$$\text{mur extérieur : } e_1 = \frac{38,5 - 8}{2} = \underline{16 \text{ cm}}$$

$$\text{mur côté salle de traitement : } e_2 = \frac{38,5 - 22}{2} = \underline{8,25 \text{ cm}}$$

$S = \text{surface des murs} = 128 \text{ m}^2$

$Q = \text{chaleur perdue}$

$$Q = K S$$

$$Q = 11,6 \times 128 = 1484,8 \text{ W}$$

$$\underline{Q = 1,485 \text{ kW}}$$

5) Gain dû à l'éclairage

$Q_E =$ gain dû à l'éclairage

$l_1 =$ facteur de simultanéité = 1,0

$p_e =$ facteur de pondération = 1,0

$l_2 =$ facteur de chaleur résiduelle = 1,0

$P =$ charge électrique = 720 W

$$Q_E = P p_e l_1 l_2$$

$$Q_E = 720 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 720 \text{ W}$$

$$\underline{Q_E = 0,72 \text{ kW}}$$

6) Gain dû aux occupants

$N =$ nombre de personnes = 3

$q_s =$ chaleur sensible par occupant = 136 W/pers

$q_L =$ chaleur latente " " = 21 W/pers

$Q_s =$ chaleur sensible totale

$Q_L =$ chaleur latente totale

$G =$ coefficient de chaleur sensible = 0,88

$c_2 =$ facteur dû à la nature des occupants = 0,9

$$Q_s = N G c_2 q_s$$

$$Q_L = N q_L$$

A.N $Q_s = 3 \times 0,88 \times 0,9 \times 136 = 323 \text{ W}$

$$Q_L = 3 \times 21 = 63 \text{ W}$$

7) Puissance de la Batterie froide

	$Q_s (w)$	$Q_L (w)$
Introduction des M.P	9365	
Renouvellement d'air	1663	
Chaleur de respiration	136	
Déperditions	1485	
Occupants	323	63
Eclairage	720	45
$Q_T = 13,755 \text{ kW}$		

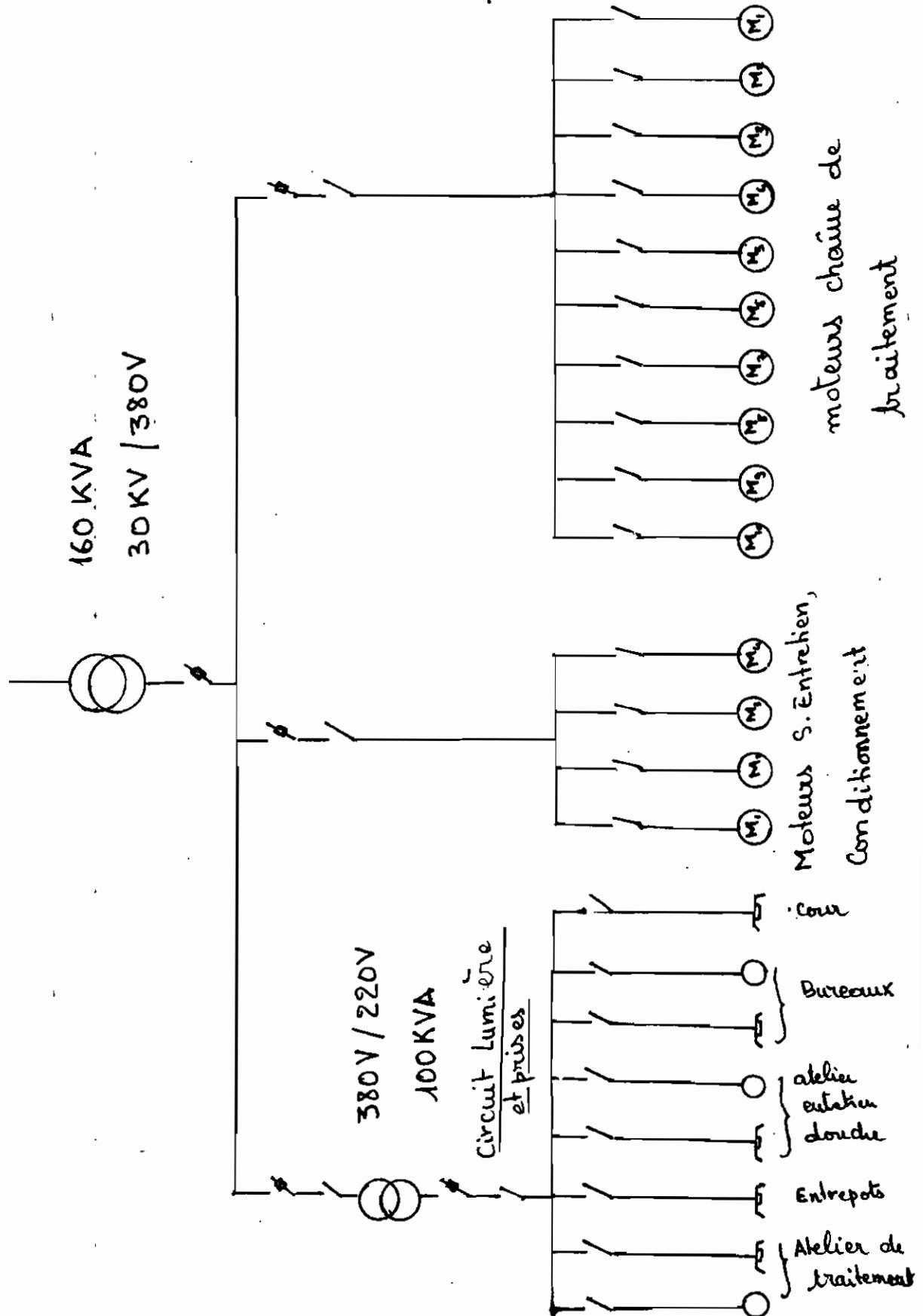
On suppose que la puissance nécessaire au conditionnement des autres salles représente 65% de la puissance nécessaire au conditionnement des M.P. Cette supposition tient compte du fait que les fruits dégagent beaucoup de chaleur par rapport aux personnes et aux P.F; et où :

$$Q_F \text{ total} = 13,755 \times 1,65 = 22,70 \text{ kW}$$

$Q_{F \text{ total}} = 22,70 \text{ kW}$
--

Annexe D₂: calcul de la puissance du transformateur

1) Schéma unifilaire



Puissance d'utilisation 3^e niveau :

$$P = (22,7 + 37,75 + 14,17) \times 0,9$$

$$P = 67,16 \text{ kW}$$

Calcul puissance transformateur BT/BT
facteur d'extension 30%

on suppose que $\cos\phi = 0,86$

$$S_1 = \frac{37,75 \times 1,3}{0,86} = 57 \text{ kVA.}$$

⇒ Transformateur 100 KVA
220V/380 réversible.

Calcul puissance transformateur HT/BT.

$$S_2 = \frac{67,16 \times 1,3}{0,86} = 102 \text{ KVA.}$$

⇒ Transformateur 160 KVA
30kV/380V

Remarque

facteur de simultanéité prise = $0,1 + \frac{0,9}{N}$
N = nombre de prise de courant

$N = \frac{P}{10}$ pour salle de traitement
P = périmètre en mètre

Annexe D3Calcul de la consommation d'eau

L'eau consommée dans cette usine sera répartie entre :

- la consommation des machines
- la consommation des individus
- " " pour le nettoyage et l'entretien des espaces verts

Consommation des machines

Laveuse : 300 l/h

Citrorap : 100 l/h

Désaérateur : 300 l/h

Homogénéisateur : 30 l/h

débit total : $V_t = 730$ l/h

Soit : $V_t =$ consommation mensuelle en eau

$H =$ nombre d'heure effectif de travail par mois

$H = 135,5$ Heures $V_t = V_c H = 730 \times 135,5 = 98915$ l/mois

ce qui donne $Q_T = 593,49$ m³/an ($= 6 \times V_t$)

Consommation en eau pour l'entretien et les individus

on estime que dans les industries agro-alimentaire, la consommation en eau pour les individus et pour l'entretien est de 100 l/jour/l'individu

Soit $Q_c =$ cette consommation

$Q_c = 100 \times 37 \times 136 = 503200$ l/an

Consommation totale Q

$Q = Q_T + Q_c = 593,49 + 503,2 \Rightarrow Q = 1063,69$ m³/an

Annexe E₁

quantités en CFA	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Jus d'orange add sucre	17.958.397	13.344.409	16.896.475	15.307.337	27.758.243	38.025.958	50.229.000
Jus de Pomplémousse Sucrié	796.926	451.416	997.249	612.034	755.760	403.700	604.100
Jus autres agrumes Sucrié	3.528.559	3.738.424	5.211.450	5.045.680	4.137.187	7.715.275	14.177.300
Jus orange sans add de sucre	45.816.924	56.201.899	73.018.926	29.679.883	39.700.967	42.891.500	375.48200
Jus Pomplémousse Non Sucrié	290.069	515.153	633.577	20.430	4.086	—	—
Jus autres agrumes Non Sucrié	52.525	34.406	116.665	4.189.722	833.220	62.8900	479.100
Total jus d'agrumes	68.443.400	74.285.407	96.874.342	54.855.086	73.189.463	89.665.333	103.034.700
	quantité en kg						
Jus d'orange add sucre	163.202	59.852	87.336	67.104	112.508	163.049	183.314
Jus de Pomplémousse Sucrié	4.559	2.444	4.788	2.453	2.651	1.239	1.932
Jus autres agrumes Sucrié	400.354	15.604	25.338	28.826	12.729	23.674	64.084
Jus orange sans add sucre	382.638	365.493	469.839	164.655	30.106	135.604	129.930
Jus de Pomplémousse Non Sucrié	1.325	4.574	1.874	100	20	—	—
Jus autres agrumes Non Sucrié	378	62	413	16.550	1.637	2.507	2.150
Total jus d'agrumes	952.496	448.029	589.588	279.688	169.651	204.143	381.410

Annexe E 2 Quantité en kg.

Pays \ Année	77	78	79	80	81	82	83
France	1930	2467	9417	1601	7227	2455	39852
Italie	3	806	4950	5653	1759	-	-
Danemark	282475	50160	49484	65244	101498	112362	167984
Suède	-	-	-	832	2373	-	-
Espagne	544604	346616	73560	16954	22311	71745	137081
Israël	96794	27659	416947	164605	15053	138715	33280
Liban	-	-	-	-	276	-	-
Bulgarie	-	-	-	-	80	-	-
Pays Bas	-	-	-	-	9052	660	1536
Royaume UNI	2157	1995	1290	3669	-	-	31250
Autriche	-	-	-	-	-	-	3033
Australie	-	-	-	-	-	-	5
Maroc	12134	5895	5092	1975	-	-	7048
Suisse.	-	-	-	-	-	58	-
Roumanie	-	-	-	-	-	20	-
chine.	4464	8354	6871	4588	-	118	-
USA	-	-	-	145	-	-	-
RFA	-	1512	500	10001	-	-	-
GRECE	-	-	3847	4421	-	-	-
Portugal	-	80	2388	-	-	-	-
Algérie	-	-	13300	-	-	-	-
CANADA	-	-	242	-	-	-	-
Luxembourg	19479	1485	-	-	-	-	-
MALTE	80	-	-	-	-	-	-

Annexe E₃

REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DE L'ECONOMIE
 ET DES FINANCES
 DIRECTION DE LA STATISTIQUE

EVOLUTION DES INDICES MENSUELS DES PRIX A LA CONSOMMATION DE TYPE
 TRADITIONNEL AFRICAIN - BASE FIXE 100 EN 1967 -

M O I S	A N N E E S														
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Janvier..	102,7	113,9	110,9	119,4	130,5	198,7	203,1	225,0	234,0	245,0	260,5	283,0	324,0	356,3	400,0
Février..	104,9	111,5	110,9	120,1	141,7	197,8	180,7	210,0	233,8	248,7	277,2	203,6	330,0	367,0	394,8
Mars.....	103,7	107,1	110,8	123,8	138,9	195,9	198,2	214,4	231,7	247,0	276,5	286,1	346,2	365,6	400,9
Avril....	103,9	112,2	110,8	130,5	142,8	199,1	201,2	213,5	227,5	247,2	270,5	207,0	346,5	367,7	409,3
Mai.....	102,6	105,0	112,4	123,3	143,0	192,8	188,9	213,1	230,8	247,2	276,7	207,4	337,9	366,1	424,7
Juin.....	103,1	105,3	113,7	136,7	146,2	204,5	196,5	222,7	227,8	256,7	280,3	207,3	342,9	374,7	436,3
Juillet..	108,2	108,4	125,5	131,3	149,4	197,1	202,5	229,6	232,9	267,5	280,8	282,5	351,3	391,9	439,8
Moût.....	108,9	115,7	122,8	138,0	156,2	203,6	208,2	236,6	225,8	257,5	282,0	304,3	353,8	411,4	452,1
Septembre	112,2	116,9	124,8	138,4	159,0	204,9	213,5	240,9	234,9	262,5	282,9	307,5	353,6	414,6	469,9
Octobre..	109,2	112,6	123,9	133,8	159,7	204,4	209,8	236,7	237,3	265,0	284,5	309,1	357,4	413,8	462,8
Novembre.	113,7	113,7	124,6	140,3	177,4	207,4	215,4	238,7	247,4	267,5	284,4	311,5	354,7	416,6	464,1
Décembre	111,0	111,0	124,9	135,2	184,6	212,0	219,2	232,5	247,1	264,0	284,6	316,5	366,7	412,2	452,2
INDICE GENERAL	107,0	111,2	118,0	131,3	153,1	201,6	203,0	226,0	234,6	257,3	279,7	296,3	347,8	388,2	433,9
de var ^o entre 2 années consécutives	2,9	3,9	6,1	11,3	16,6	31,7	1,1	11,3	5,9	9,7	8,7	5,9	17,4	11,6	11,0

Annexe E₄

REPUBLICQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DE L'ECONOMIE
 ET DES FINANCES
 DIRECTION DE LA STATISTIQUE

EVOLUTION DES INDICES MENSUELS DES PRIX EN MILIEU EUROPEEN
 - BASE 100 EN MAI 1961 -

M O I S	A N N E E S														
	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Janvier..	130,9	144,9	155,5	163,6	177,1	224,5	241,1	257,7	274,9	289,4	343,5	370,5	420,5	454,3	492,7
Février..	140,0	145,7	155,0	163,6	180,9	220,1	239,6	256,5	274,4	290,4	347,2	368,6	418,0	450,7	499,5
Mars.....	140,6	145,3	156,1	165,2	181,9	232,0	241,0	254,3	276,6	290,3	337,0	374,6	423,4	455,5	500,3
Avril.....	141,6	145,5	156,3	164,1	183,2	231,1	242,4	256,6	276,0	295,5	335,5	379,0	427,1	461,0	515,0
Mai.....	141,3	147,3	157,2	164,0	186,2	231,0	243,2	260,0	280,2	290,4	337,2	376,1	420,0	459,9	521,4
Juin.....	141,8	148,3	157,8	165,7	189,4	235,6	247,4	264,9	285,4	309,0	344,4	384,5	428,9	475,9	524,4
Juillet..	142,3	152,7	161,1	169,5	197,3	242,2	255,1	272,0	293,3	322,0	349,6	396,7	449,1	482,3	532,2
Août.....	141,6	153,4	161,5	172,1	199,0	244,7	259,9	277,5	299,6	322,6	354,9	402,4	451,4	492,9	531,1
Septembre	142,3	155,1	162,6	174,4	203,0	242,5	260,2	277,0	299,2	317,0	356,9	415,3	463,3	509,1	546,4
Octobre..	144,1	157,4	163,7	176,6	207,2	244,8	262,6	277,6	299,2	335,5	372,5	411,2	462,6	510,6	536,4
Novembre.	145,0	159,5	164,7	177,3	215,3	242,4	261,6	274,9	299,0	332,1	372,5	410,0	467,1	523,3	530,2
Décembre.	145,0	157,9	163,7	177,2	216,3	240,9	261,0	279,6	290,5	336,6	371,6	412,9	461,0	513,0	535,6
INDICE GENERAL	142,1	151,1	159,6	169,3	195,0	236,7	251,3	267,4	287,3	311,5	351,9	391,0	440,9	482,4	523,4
Evolution par rapport à l'année précédente	+3,8	+6,3	+5,6	+6,1	+15,2	+21,4	+6,2	+6,4	+7,4	+0,4	+13,0	+11,4	+12,5	+9,4	+0,5
Evolution par rapport à l'année précédente consécutives															

EQUIPEMENTS	NOMBRE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
<u>LIGNE DE PRODUCTION</u>			
LAVEUSE	1	4.310.000	4.310.000
TRIEUSE	1	4.310.000	4.310.000
CITRORAP	1	5.895.000	5.895.000
CITRONIC	1	7.620.000	7.620.000
CUVE 120L	1	470.000	470.000
RESERVOIR AVEC MELANGEUR	2	1.990.000	3.980.000
POMPE MONIX	3	1.340.000	4.020.000
DESAERATEUR	1	4.690.000	4.690.000
HOMOGENEISATEUR	1	4.500.000	4.500.000
PASTEURISATEUR	1	5.725.000	5.725.000
REMP LISSEUSE	1	1.810.000	1.810.000
TABLE DE TRAVAIL	1	470.000	470.000
CAPSULEUSE	1	160.000	160.000
TABLE TOURNANTE	1	1.250.000	1.250.000
ETIQUETTEUSE	1	890.000	890.000
CENTRIFUGEUSE HUILES ESSEN.			
ACCESSOIRES, CONNEXIONS			
TUYAUX, SOUPAPES			
ROBINETS, JOINTS, ETC...			
ENGINEERING			12.400.000
TABLEAU ELECTRIQUE AVEC 12 POSITIONS			3.045.000

EQUIPEMENTS	NOMBRE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
SUPPLEMENTS POUR EM- BALLAGE ET LIVRAISON			5.880.000
<u>TOTAL:</u>			78.110.000
<u>MEUBLIER DE BUREAU</u>			
TABLE DE CONFERENCE	1	252.000	252.000
BUREAU A 2 PORTES	1	170.000	170.000
BUREAU A 1 PORTE	9	124.000	1.116.000
FAUTEUIL DE DIRECTEUR	1	105.000	105.000
FAUTEUIL DE DIRECTION	9	75.000	675.000
CHAISE	16	10.000	160.000
CANAPE	1	128.000	128.000
ARMOIRE METALLIQUE DE BUREAU	1	189.000	189.000
ARMOIRE BASSE DE BUREAU	3	94.000	282.000
ARMOIRE DE CLASSEMENT	1	132.000	132.000
PLACARD	1	85.000	85.000
COFFRE FORT	1	1.003.000	1.003.000
PHOTOCOPIEUSE	1	3.298.000	3.298.000
MACHINE A ECRIRE ELECTRIQUE	1	500.000	500.000
MACHINE A CALCULER	1	46.000	46.000
CLIMATISEUR	8	358.000	2.864.000
<u>TOTAL:</u>			11.005.000

EQUIPEMENTS	NOMBRE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
<u>LABORATOIRE</u>			
PH - METRE	1	470.000	470.000
REFRACTOMETRE	1	398.000	398.000
BALANCE ANALYTIQUE	1	266.000	266.000
BALANCE ROBEVAL	1	76.000	76.000
BASCULE	1	329.000	329.000
MICROSCOPE	1	130.000	130.000
REFRIGERATEUR 450L	1	365.000	365.000
AUTRE MATERIEL 10% DU TOTAL			174.000
<u>TOTAL:</u>			<u>1.790.000</u>
<u>SANITAIRE</u>			
W.C A L'ANGLAISE	4	38.500	154.000
DOUCHE	2	9.000	18.000
LAVABO	3	12.900	38.700
AUTRES 20%			52.300
<u>TOTAL:</u>			<u>263.000</u>

ANNEXE E5 EQUIPEMENTS (SUITE)

EQUIPEMENTS	NOMBRE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
<u>MATERIEL ELECTRIQUE</u>			
TRANSFO 30KV/380			
• PUISSANCE 160KVA			
• PRIMAIRE 30KV 5%			
ISOLEMENT A 36KV			
• SECONDAIRE 400V AVIDE			
• LIVRE AVEC ACCESSOIRES NORMAN	1	2.255.287	2.255.287
• TRANSFO TRIPHASÉ INVISIBLE 220V/380/50HZ PROTECTION POUR CAPOT TÔLE PERFORÉE PUISSANCE 100KVA REF. LEGRAND 42.209	1	879.796	879.796
AUTRE 5% DU TOTAL			272.917
<u>TOTAL:</u>			3.408.000
<u>TRANSPORT MANUTENTION</u>			
CANION 20 TONNES	2	3/4 prix 2 voit. 504	19.191.000
VOITURE 504	1	6.397.000	6.397.000
AUTRE 10% DU TOTAL			2.843.000
<u>TOTAL:</u>			28.431.000

EQUIPEMENTS	NOMBRE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
<u>ENTRETIEN</u>			
1°) OUTILLAGES 5% DU COUT DES EQUIPEMENTS DELINE			3.906.000
2°) PIECES DE RECHANGE 10% DU COUT DES EQUIPEMENTS			7.811.000
<u>TOTAL:</u>			11.716.000
INSTALLATION LIGNE 4% DU COUT DES INVESTISSEMENTS			
AUTRES INSTALLATIONS 10% DU COUT DES INSTALLATION LIGNE			
TOTAL INVESTISSEMENT FIXE :			188.159.000

TITRE	NOMBRE	CATEGORIE	SALAIRE ANNUEL
<u>SALAIRE</u>			
MANOEUVRE	17	1 ^{ere} CATEGORIE A	3.998.400
OUVRIER QUALIFIE	8	5 ^e CATEGORIE A	2.240.784
COMPTABLE	2	6 ^e CATEGORIE A	606.570
VENTE RELATION PUBLIQUE	1	HORS CATEGORIE	418.475
CONTRE MAITRE PRODUCTION	1	II	418.475
CHIMISTE	1	II	418.475
AGENT D'APPROVISIONNEMENT	1	II	418.475
SECRETAIRE	1	5 ^e CATEGORIE A	276.640
CHEF SERVICE ENTRETIEN	1	CATEGORIE M ₁	369.286
AUTRES CHEFS DE SERVICE	3	CATEGORIE M ₂	1.338.673
DIRECTEUR	1	CADRE	1.800.000
TOTAL	37		12.304.254
<u>CHARGES SOCIALES</u>			
PERSONNEL OUVRIER			5.390.369
AGENT DE MAITRISE			614.524
CADRE			498.240
TOTAL			6.503.133

APPENDICES

C.E.E. : Communauté Economique Européen

SONACOS : Société Nationale de Commercialisation
des Oléagineux du Sénégal

SONAR : Société Nationale d'Approvisionnement du
monde Rural

M.P. : Matière Première

P.F. : Produit Fini

CM

S.ENTRETIEN : Service Entretien.

I.T.A. : Institut de Technologie Alimentaire.

SONAGA : Société Nationale de Garantie et d'assurance.

°BRIX : Pourcentage de matière soluble dans un jus.

A.Q.L. : Acceptable Quality Level

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Note succincte relative à l'étude intitulée
"Etude technico-économique sur la possibilité de
transformation industrielle des fruits et viabilité
d'une usine de jus de fruits en Casamance",
 MADAME HASSATOU DIALLO, Section économique
 ITA, Rapport de l'ITA, Septembre 1975
- [2] Les activités de la section de technologie des fruits
et légumes de l'institut de technologie alimentaire,
 NDIAYE MAYE, ITA, JUIN 1981
- [3] Note sur les activités de production de la section
fruits et légumes, A NIANG, ITA, MAI 1978
- [4] Note à l'intention du groupe de réflexion pour
la promotion des cultures fruitières au Sénégal
Situation de la production et des importations
de fruits au Sénégal, Direction générale de
 la production agricole, Direction des actions et
 Programmes Division Horticole
- [5] Note sur la conservation en atmosphère contrôlée
des fruits et légumes, OUSMANE SY, Section
 Conservation et Conditionnement des fruits et légumes
 ITA, Novembre 1975
- [6] Plan de développement à long terme, départe-
 ment des produits végétaux ITA. Septembre 1982
- [7] Rapport de stage ouvrier à la SOBOA
 THIerno FALL, Ecole Polytechnique de THIES

- [8] Rapports Annuels, Service Régional de l'agriculture de Thiès ; 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984.
- [9] Rapports Annuels, direction des statistiques agricoles ministère du développement rural, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983
- [10] Traitement industriel des agrumes, Etude sur les industries alimentaires N°2, Nations UNIES New York 1969
- [11] PAUL DUPAIGNE, Les boissons de fruits Agence de Coopération culturelle et technique avec la collaboration du conseil international de la langue Française, Mars 1972.
- [12] Conditions recommandées pour l'entreposage frigorifique des produits périssables, 2^e édition, Institut international du froid, 1967
- [13] ASSOCIATION FRANÇAISE de NORMALISATION (AFNOR), dictionnaire des produits, Ed Paris 1960
- [14] JEAN-CLAUDE CHEFTEL, HENRI CHEFTEL Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments vol. 1, Technique et documentation Entreprise moderne d'Édition 1976 Nouveau tirage AOUT 1978.
- [15] A TAVERNE, Politique de la qualité et gestion d'entreprise, 1970
- [16] E L GRANT & R. S LEAVENWORTH, Statistical quality control 4^e édition 1974.
- [17] E. HAKI KEITA Introduction à l'analyse de faisabilité Approche globale ; théorie et cours.

- La Reliure de Saguenay ENR Chicoutimi Québec
1982.
- [18] LARRIEU gestion de la qualité Aspects économiques et techniques 1970
- [19] DANIEL COLLIN Applications frigorifiques
tome 1, tome 2. Ed 1975
- [20] Notes de cours Implantation YOUSSEF A. YOUSSEF
- [21] Archives Sénégalaises.
- [22] JA MASSI BOT Conditions techniques à réaliser pour obtenir des plantations d'agrumes de rapport au Sénégal, in Fruit d'OUTRE-mer vol 1
N°15 1946
- [23] La culture des agrumes au Sénégal, in Terre Sénégalaise N°18 JUIN 1962.
- [24] Notes de cours Plomberie et ventilation J. DRODZ.
- [25] Notes de cours ELEC 4.21 R. MARTIN.
- [26] Notes de Cours COÛT et Rentabilité R. BOISCLAIR
- [27] Bulletin de la Commission d'officialisation des Prix, Numero spécial récapitulatif. 1983/1984
Bureau des Prix direction des études et de la programmation.
- [28] Bulletin de la commission d'officialisation des Prix, Bureau des prix direction des études et de la programmation. Numéros Février 1985 et Mars 1985.
- [29] Rapport direction des statistiques Importation.
1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983.
- [30] Archives service du matériel Ecole Polytechnique de Thiès
- [31] Catalogues du fournisseur S. A Bertuzzi