

ECOLE POLYTEHNIQUE DE THIES

Gm.0396

PROJET DE FIN
D'ETUDES

TITRE : Amelioration du rendement
de la SNTI

DIRECTEURS : Y. A YOUSSEF
DU PROJET J.G. GRONDIN

AUTEURS : BOUBACAR AW 5^eM
ABDOULAYE KA 5^eM

1981-82

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
<u>PREMIERE PARTIE</u>	
<u>CHAPITRE I</u>	
1. Definition et fabrication du concentré	3
2. Description des installations	8
<u>CHAPITRE II</u>	
1. Quai de débarquement	32
2. Ligne de Fabrication	41
3. Fabrication d'emballage	44
4. Ecoulement du produit fini	46
<u>CHAPITRE III</u>	
1. Introduction	48
2. Normes de qualité	50
<u>CHAPITRE IV</u>	
1. Approvisionnement de la ville en électricité	55
2. Autres Extensions	62
<u>DEUXIEME PARTIE</u>	
- Alimentation en eau de l'usine	63
- Proposition pour le règlement du problème de l'alimentation en eau de l'usine	66
- Traitement des eaux	69
- Proposition pour le traitement des eaux	71
- Contrôle du traitement des eaux	83
- Utilisation de l'eau dans le système de concentration	86
BIBLIOGRAPHIE	109
CONCLUSION	110
ANNEXES	113

A mes chers parents

A mon cher maître M^r Fally Adam Moreau

A mes amis

A tous ceux qui œuvrent pour la paix et
la solidarité dans ce monde.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très chaleureusement

M^r Youssef A. Youssef Professeur à L'E.P.T

M^r J.G. Grondin Professeur à L'E.P.T.

M^{re} Marcel Blais Responsable du laboratoire
de Genie sanitaire à L'E.P.T.

Pour leur conseil, leur devouement sans limite pour
des taches qui pouvaient ne pas être les leurs.

Tous les responsables de l'usine de Dagana pour
l'accueil qu'ils nous ont toujours reserve.

Tout le personnel de l'I.T.A.

SOMMAIRE

A l'issue de la visite d'un groupe de professeurs et techniciens de l'E.P.T à l'usine de pâte de tomate de La SANTI à Dagana, un rapport a été rédigé pour régler un certain nombre de problèmes.

Ces problèmes ont été systématisés et étudiés plus profondément après plusieurs visites à l'usine.

Nos premières visites se sont déroulées pendant la période d'arrêt; ceci devrait nous permettre d'en savoir un peu plus sur l'histoire de l'usine et de voir de près les problèmes qui se posent et de préparer des solutions qu'on devrait tester dès le démarrage, solutions qui pourraient par la suite être changées ou parfaites.

La plus part des solutions sont ressorties lors de la période de fonctionnement de l'usine, ceci s'explique par le fait que c'est durant cette période qu'on aperçoit la dimension réelle des problèmes lorsqu'on cherche à trouver des solutions pratiques.

INTRODUCTION

Le concentré de tomate est devenu au Sénégal une denrée de première nécessité dont la consommation actuelle se situe au tour de 12000 tonnes/an.

Depuis 1969, une usine de traitement a été mise en service à Savoigne dans le cadre du groupe SENTENAC. La production de cette usine jusqu'alors inférieure à 2000 tonnes/an était loin de satisfaire les besoins.

Pour faire face aux fuites importantes de devises occasionnées par l'importation de plus de 80% de la consommation nationale en concentré de tomate et par la même occasion dans le but de développer la culture industrielle dans les zones favorables de la région du fleuve, le gouvernement du Sénégal a décidé de créer dès 1975 la SNTI (Société Nationale de tomate Industrielle).

Cette société anonyme au capital de 150 millions de FRANCS CFA a pour objectif d'assurer la moitié de la consommation annuelle du Sénégal.

Pour réaliser cet objectif, la SNTI est dotée d'une usine sise à Dagana et dont la capacité de production s'élève à 5500 tonnes/an de concentré de tomate soit environ 30000 tonnes de tomates fraîches/an, le seuil de rentabilité étant de 8000 t/an de tomate fraîche.

La matière première provient des surfaces

irriguées par la SAED dans les localités de Dagana, Nianga et dans le delta.

La réalisation, clé en main de l'usine de Dagana par la firme Italienne FRANCO LUCIANI et grâce à une ligne de crédit Italienne allouée au gouvernement Sénégalais par suite d'un accord de pêche a nécessité un capital investi de 710 millions de F.C.F.A.

Cependant depuis le démarrage de l'usine en 1978, la production n'a jamais atteint le seuil de rentabilité encore moins les prévisions et le tableau ci dessous le confirme amplement:

Comparaison entre Prévisions et Résultats.

Campagne	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Programme de Production en tonnes de concentré	1800	3000	4000	5000	5500	5500	5500
Production réalisée en tonnes de concentré	0	0	667	1000	834	838	878
Seuil de rentabilité en tonnes de concentré	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300

Ainsi donc la production cumulée de 5 campagnes (4297t) n'a même pas atteint la capacité de production annuelle (5000t)

Face à cette situation désastreuse pour la survie de l'usine, les autorités de la SNTI ont décidé de tirer sur la sonnette d'alarme en suscitant la collaboration de certaines institutions telles l'E.P.T. pour la résolution de leurs problèmes.

PREMIERE

PARTIE

CHAPITRE I

SITUATION ACTUELLE DE L'USINE
SUR LE PLAN
TRAITEMENT DE LA TOMATE.

1. DEFINITION ET FABRICATION DU CONCENTRE

1.1. DEFINITION

Le concentré de tomate est le produit résultant de la concentration par évaporation de l'eau contenue dans la pulpe de tomate préalablement débarrassée de la peau et des pépins.

Dans le fruit frais le pourcentage d'extrait varie de 5 à 6%

On appelle 'double concentré' le jus de tomate dont le pourcentage d'extrait sec a été élevé de 5 à 6% à 28-30%

On appelle 'triple concentré' le jus dont la concentration a été élevée à 36-40%

Le Comité International permanent de la Conserve (C.I.P.C.) a proposé la nomenclature suivante:

Pourcentage d'extrait sec minimum	Description
11	Purée de tomate légère
15	Purée de tomate moyenne
22	Purée de tomate forte
28	Pâte de tomate légère
36	Pâte de tomate moyenne
45	Pâte de tomate forte.

La SNTI peut produire toutes ces gammes citées ci-dessus cependant elle ne produit que du double concentré à 28%

FABRICATION DE CONCENTRE

Les procédés utilisés pour la préparation de la pulpe de tomate et son éventuelle concentration en pâte de tomate vendue dans le commerce sont très diversifiés. Mais durant ces dix dernières années, il y a eu une vaste standardisation des méthodes et de l'équipement utilisé et la plus part des manufacturiers utilisent à l'heure actuelle la conception Italienne.

La séquence générale des opérations est pratiquement la même dans toutes les usines et comprend: Réception de la tomate fraîche, classement par lots ou catégories, lavage et triage, broyage, filtration dans des tamis pour séparer le jus, la pulpe et les pépins, concentration jusqu'au niveau désiré, stérilisation et mise en boîte, pasteurisation et refroidissement, puis mise en carton.

OPERATIONS PRELIMINAIRES

Les tomates parvenues à maturité sont cueillies à la main placées dans des caisses et sont amenées à l'usine par les producteurs.

A la réception, les caisses sont entreposées au quai ou directement au soleil et aucun triage préalable ou classement n'est effectué.

Lavage

Les caisses de tomates sont vidées par des manoeuvres dans le premier bac de lavage où les tomates subissent

leur premier bain avant d'être acheminé vers le second bac de lavage. Dans les deux bacs, l'eau est continuellement renouvelée et un trop plein à large ouverture assure un niveau constant.

Table de triage

Les tomates lavées sont déversées sur un tapis roulant. Placées le long de ce tapis, des ouvrières procèdent à un triage par qualité.

Le triage par qualité consiste à mettre de côté en vue de la vente les fruits jaunes non encore mûrs. En même temps elle procèdent à l'élimination des fruits très altérés par les maladies parasitaires ou physiologiques ainsi que les fruits verts.

Broyage

Les tomates mûres destinées à la fabrication de concentrés venant du poste de triage sont broyées en vue d'extraire une pulpe débarrassée des déchets qui auraient pu échapper à l'attention des ouvrières chargées du triage.

Rechauffage

La pulpe passe dans un rechauffeur d'où elle est portée à une température d'environ 80°C pour faciliter la séparation de la peau de la pulpe lors du tamisage.

Tamisage - Raffinage

La pulpe chaude est maintenue à une température de 80°C

La pulpe fine et le jus passant à travers le tambour perforé sont recueillis dans une auge à la

partie inferieure de la passoire et sont dirigees vers la raffineuse.

Le tamisage s'effectue quelque fois en deux temps:

- 1° Sur un tambour avec perforations de 3mm;
- 2° Sur un tambour avec perforations de 1,5mm.

Le raffinage final est assure par une passoire dont les perforations du tambour ne depassent pas 0,7mm.

Concentration

Le jus resultant du tamisage et du raffinage est envoye au preconcentrateur d'ou il subit une premiere concentration. Les differentes boules de concentration sont alimentees par le preconcentrateur par l'intermediaire d'une pompe (voir shema d'ensemble annexe A-1).

La concentration se fait sous vide partiel. Le principe de la concentration sous vide est apparemment simple: le produit est chauffe jusqu'a atteindre une temperature d'ebullition qui est fonction de la pression dans le concentrateur. La depression est obtenue par une aspiration continue de l'air et des vapeurs, soit par une pompe a vide soit par un ejecteur. Le chauffage est assure par la vapeur vive envoyee soit dans un double fond, soit dans un faisceau tubulaire fixe et tournant.

Dosage - sertissage

Le jus de tomate une fois atteint la concentration de 28% est envoye par l'intermediaire d'un bac de stockage en inox au groupe dosage - sertissage ou le remplissage et la fermeture automatique des boites

s'effectuent avec une cadence réglable en fonction du format de la boîte.

Pasteurisation - Refroidissement

La boîte une fois sertis est envoyée au pasteurisateur où un chauffage dans l'autoclave s'effectue. Cette pasteurisation a pour but d'éliminer les bactéries thermoresistantes qui ont pu se développer dans le concentré.

Après la pasteurisation les boîtes refroidies sont immergées dans l'eau avant d'être entreposées sur des palettes pour subir un refroidissement avec l'air du local de stockage.

Mise en carton

La mise en carton ne s'effectue que lorsque les boîtes se seront uniformément refroidies et auront atteint la température ambiante.

2 DESCRIPTION des INSTALLATIONS

Les installations de fabrication de l'usine sont subdivisées en trois sections:

Section Préparation:

Elle est composée de 2 lignes parallèles de préparation super F, 7, capacité 165T/24heures chacune.

Section Concentration:

Elle est composée de deux installations de concentration sous vide à double effet C.D.F.7. (4 bûles + concentrateur), capacité de 165T/24heures chacune.

Section Conditionnement:

Elle est composée d'une ligne de conditionnement, capacité 330T/24 heures.

2.1 LIGNE DE PREPARATION SUPER F7

Caractéristiques principales de la ligne :

- Capacité 7 tonnes / heure de tomates fraîches.
- Vapeur nécessaire 1.100 Kgs / heure
- Eau 15 m³ / h
- Force motrice 41,5 HP

La ligne se compose de :

- 1 groupe de lavage triage
- 1 broyeur
- 1 pompe
- 1 préchauffeur tubulaire thermostaté
- 1 groupe passoire - raffineuse, tamis, tuyauteries
- 1 bac
- 1 pompe V.P.
- 1 tableau de contrôle et de commande.

2.1.1 Groupe de lavage et triage

Ce nouveau type de lavage se compose de deux bassins construits en une seule pièce en tôle d'acier au carbone embouti, d'une très belle ligne esthétique.

Le produit, introduit dans le premier bassin de récolte et de lavage est soulevé au moyen d'un transporteur spécial construit en alliage léger anti-corrosif monté sur chaînes en acier, glissant sur guides spéciaux et sur roues dentées fraisées.

L'élevateur est actionné par un motoréducteur au moyen de roues dentées et de relatives chaînes avec carter de protection.

Sur la partie supérieure du bac est appliquée une douche enfermée dans un coffre et munie de buses spéciales en bronze pour rincer le produit avant qu'il ne soit introduit dans le deuxième bac.

Le but principal de ce deuxième bac est de faire subir au produit à nouveau introduit dans l'eau, un deuxième lavage.

Comme dans le bac précédent, une douche renfermée dans un coffre et munie de buses spéciales en bronze, est appliquée sur la partie supérieure, afin que le produit soit parfaitement propre avant de passer au triage.

La construction du plan de triage a été réalisée avec des précautions particulières vu les délicates fonctions qu'il doit remplir.

Il est en effet entièrement construit en profils d'acier au carbone embouti, afin de permettre un nettoyage rationnel même pendant le fonctionnement.

Les rouleaux, construits selon des procédés techniques modernes, sont en matière plastique spéciale de couleur blanche, montés sur chaîne d'acier avec boîtes d'essieux en bronze, qui frottant sur des appuis spéciaux obligent les rouleaux à tourner.

La chaîne est entraînée par des roues dentées fraisées et actionnée par un motoréducteur à transmission à chaîne et carter de protection.

Sur le plan du triage, dans le sens longitudinal, est appliqué un ruban transporteur mécanique actionné par motoréducteur pour le ramassage et le déchargement des déchets.

Tous les carter et les mains-courantes sont construites en acier inox.

Deux groupes de douches, fermées par de petites portes glissantes placées dans la partie centrale du plan de triage, au début et à la fin de celui-ci, permettent un lavage rationnel et parfait des rouleaux avant que ceux-ci s'immergent dans le bassin.

Ce détail a été étudié afin d'éviter que l'eau du bassin de lavage devienne trouble et que d'éventuels déchets s'y déposent.

Les douches sont alimentées par un seul collecteur placé sous le groupe, et sont munies de vannes spéciales

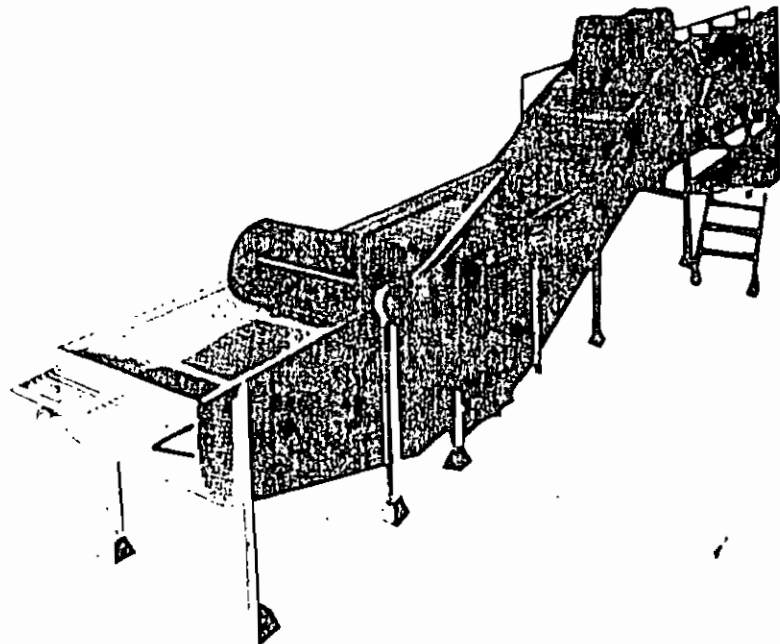
pour le réglage du débit de l'eau.

Le plan de triage, uni par simple bolonnage aux bassins de lavage, est en outre muni de chaque côté d'une large passerelle avec plancher réalisé en lamelles de bois et rampe de protection pour le personnel chargé du triage.

A l'extrémité du plan de triage, est placé une trémie en acier inox, complètement renfermée et munie de portières amovibles pour le contrôle, qui recueille le produit et l'introduit dans le broyeur.

Une douche de rinçage est appliquée à la partie terminale du plan de triage.

Toutes les pièces en mouvement sont montées sur supports spéciaux avec coussinets à billes, et boîtes d'essieux en bronze.



2.1.2 : Broyeur

Relié à la trémie du plan de triage, il se compose d'un cylindre en plaque d'acier inox avec ouverture excentrique pour l'alimentation du produit; la tête antérieure est fixe alors que la postérieure est amovible afin de permettre le contrôle et le nettoyage.

A l'intérieur du cylindre, une vis transporteuse de construction spéciale, tourne à un nombre de tours très élevés; elle est montée sur pivots et fait avancer le produit contre un disque à lames.

Cette vis transporteuse est montée sur des supports spéciaux ayant des groupes de coussinets à billes d'appui et à butée, hermétiquement fermés par des anneaux d'étanchéité.

Ces supports ont été réalisés de façon à ce que les différentes parties de la machine puissent se démonter facilement et permettre ainsi le nettoyage et le contrôle.

Le broyeur est actionné par un moteur électrique monté sur support élastique et relié au moyen de poulies à gorge et relatives courroies trapézoïdales avec carter de protection.

La production élevée et la simplicité de construction font que cette machine est une des plus parfaites pour la préparation des tomates broyées.

2.1.3 : POMPE

Construite en acier inox avec stator en caoutchouc spéciale anti-corrosif, elle est appliquée sous le broyeur afin d'aspirer la tomate broyée et le jus, et alimenter ainsi le pré-chauffeur et le groupe passoire-raffineuse.

Cette pompe est accouplée à un moteur électrique au moyen d'un variateur à poulie expansible.

2.1.4 : Rechauffeur tubulaire thermorégulé.

Avec chauffage vapeur à une pression de 1 atmosphère. Il se compose d'un cylindre horizontal en acier au carbone compensateur de dilatation et tubes en acier inox.

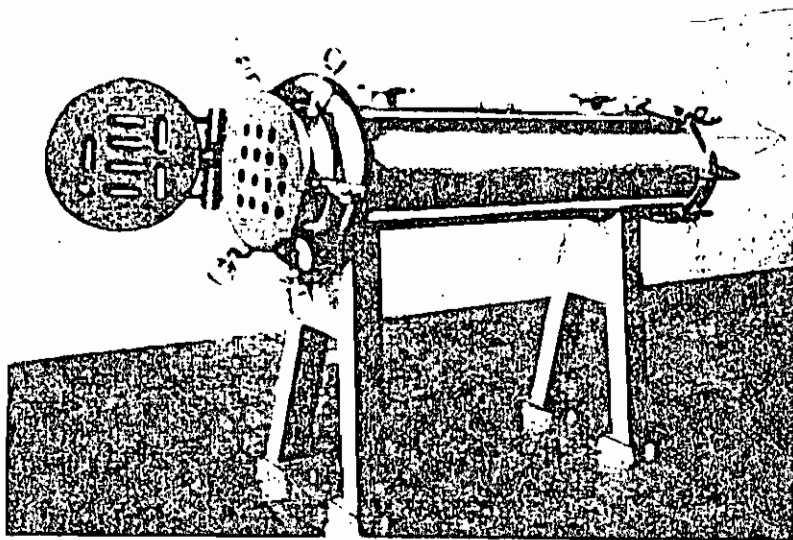
Les tubes sont polis intérieurement et mandrinés aux plaques, ils sont parcourus tous en série, c'est à dire les uns après les autres par le produit.

Aux deux extrémités du faisceau tubulaire sont appliquées les têtes, retenues par des crochets, permettant d'effectuer rapidement les nettoyages périodiques.

L'appareil est monté sur échaffaudage en tôle d'acier et il est complètement isolé avec du matériel calorifuge et revêtu en tôle d'acier inox satiné.

Le pré-chauffeur est muni des accessoires suivants :

- groupe thermorégulateur "Fulscope" indicateur enregistreur à action proportionnée et intégrale avec filtre et régulateur de pression d'air.
- Soupape avec servo-commande pneumatique modulante et by-pass.
- Soupape de sûreté
- manomètre et robinet porte-manomètre.
- robinet d'alimentation vapeur.
- déchargeur automatique d'air.
- bride d'attache supérieure pour la sortie du produit (réchauffé)
- bride d'attache inférieure pour l'entrée du produit (préchauffeur)
- pieds de support en fer.



2.1.5 : Groupe passoire - raffineuse Mod "PSR"

Ce groupe de toute nouvelle conception a été réalisé en fonction du travail délicat auquel il est soumis.

Les deux machines, passoire raffineuse, sont entièrement construites en acier inox, chacune de leurs pièces se démontent, même les plus petites, permettant ainsi d'effectuer très facilement les contrôles éventuels et le nettoyage.

La partie essentielle du groupe, et plus précisément le batteur, est construite selon les critères très modernes, permettant de varier l'inclinaison des barres selon la densité du produit à la sortie, tout en les maintenant en axe vertical parfaitement droites grâce à un système d'articulations appliqué au batteur.

Ce système permet d'obtenir une adhérence parfaite des barres du batteur au crible, à n'importe quelle inclinaison, et consent d'utiliser toute la surface du tamis.

Le crible est construit en un seul anneau afin de permettre un échange simple et rapide selon les nécessités de travail.

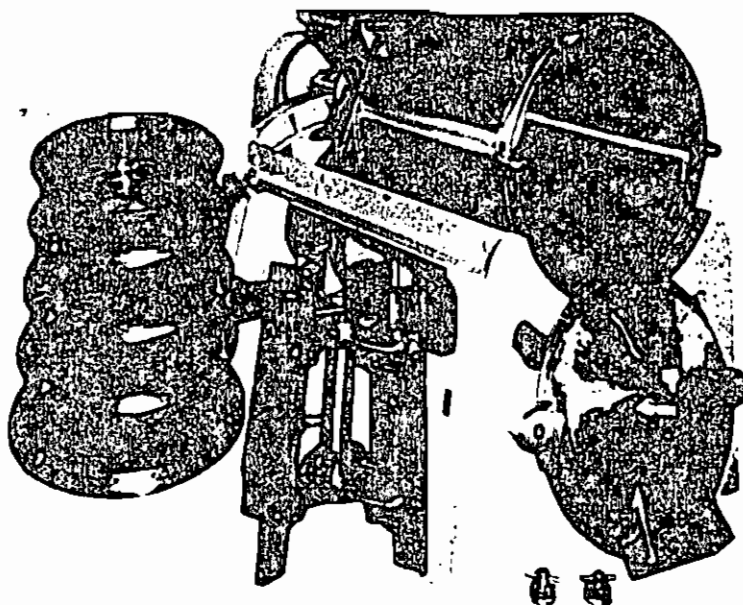
Toutes les pièces en mouvement sont montées sur des groupes de coussinets à bille d'appui et à butée à tenue étanche.

La passoire est directement alimentée par la

pompe d'alimentation du pré-chauffeur.

La passoire et la raffineuse sont montées sur un seul échafaudage en profilés de fer, et sont actionnées par un seul moteur au moyen de courroies trapézoïdales munies de carter de protection.

Afin d'éviter les aspirations d'air et donc les phénomènes d'oxydation du produit, la passoire est directement alimentée par une pompe.



2.1.6 : Tamis

Les tamis sont disponibles avec les perforations suivantes:

6/10 - 8/10 - 10/10 - 12/10 - 15/10 - 20/10 - 30/10 -

2.1.7 : Tuyauterie

Les tuyauteries sont en acier inox pour toutes les machines

2.1.8 : BAC

Bac collecteur pour la tomate raffinée ayant une capacité de 1000 litres, construit en acier inox, muni de couvercle, flotteur, indicateur de niveau, et robinet d'interception de chargement sphérique, monté sur tré-pied.

2.1.9 : Pompe 'V.P'

Construite en acier inox avec stator en caoutchouc spécial anti-corrosif, elle est appliquée au collecteur pour l'aspiration du jus se trouvant dans le bac et pour la successive alimentation de celui-ci à l'installation de concentration.

Cette pompe est accouplée au moyen de joint élastique à un moteur électrique de 4 HP.

Sur la conduite de refoulement, est appliqué un groupe pressostat pour arrêter la pompe au cas où le jus du concentrateur n'était pas aspiré.

2.1.10 : Tableau de contrôle et de commande 'CCP'

En tôle fine vernie, il se compose de :

- Voltmètre pour le contrôle de la tension d'alimentation aux divers groupes
- Amperemètre pour le contrôle de l'absorption en énergie électrique des moteurs installés.
- Boutons de commande pour la mise en marche et l'arrêt des moteurs, avec relatifs télérupteurs et voyants lumineux de marche et arrêt.

2.2 : INSTALLATION de CONCENTRATION SOUS VIDE A DOUBLE EFFET. Modele CDF6

CARACTERISTIQUES:

- Capacité : 165 tonnes/24 heures de tomates fraîches
- Eau évaporée : 4800 kgs/heure
- Vapeur nécessaire : 2600 kgs/heure
- Eau nécessaire : 150 m³/h à 25°
- Puissance installée : 32 HP

L'installation se compose de :

- 1 préconcentrateur
- 1 pompe autoamorçable
- 4 brules de concentration
- 1 condenseur principal.

Soupapes

- 1 pompe centrifuge
- 1 pompe à vide à anneau liquide 400 m³/h
- 1 " " " " " 200 m³/h
- 1 " " " " " 100 m³/h

Tuyauteries diverses

- 1 tableau de commande et contrôle
- 1 échafaudage.

2.2.1 : Pré-concentrateur.

Sous vide, ayant une surface largement dimensionnée, l'appareil est muni de :

- nouveau faisceau tubulaire vertical à tubes courts polis et mandrinés aux plaques tubulaires, avec tube centrale de descente à grande section pour favoriser la circulation du produit.
- raccords pour l'adduction des vapeurs de réchauffement provenant des boules avec entrées tangentielles pour une distribution rationnelle des dites vapeurs et l'exploitation totale de la surface du faisceau tubulaire.
- Calotte inférieure munie de petites portes pour le nettoyage et vanne de décharge.
- Chambre de détente verticale, coupole hémisphérique, trou d'homme, observatoires munis de vitres pour le contrôle visuel pendant le fonctionnement.
- Dispositif automatique de réglage du niveau du jus dans le concentrateur.
- Accessoires divers.
- Construction en acier inox AISI 304 de toutes les parties en contact avec le produit et les vapeurs.

2.2.2 : Pompe auto-amorçable ouvrable

En acier inox, pour le transfert du jus du pré-concentrateur aux 5 boules couplée à moteur électrique

2.2.3 : Boule de concentration

Diamètre 1300 mm. pour la concentration finale du jus.

Pression dans les boules = $2 + 1 \text{ kg/cm}^2$

Capacité de la calotte = 600 litres environ.

- Coupole hémisphérique, avec bande d'une hauteur de 650 mm environ et dôme en acier inox pour la sortie des vapeurs.

- Fond intérieur en cuivre électrolytique

- Fond extérieur en fonte à haute résistance.

- Agitateur mécanique avec râcleurs en téflon, entraîné par motoréducteur électrique.

- Chaque boule est livrée avec les accessoires d'usage réglementaires.

2.2.4 : Condenseur principal

Pour condenser les vapeurs provenant du pré-concentrateur, complet de condenseur auxiliaire incorporé pour les vapeurs non condensées du faisceau tubulaire.

Type à mélange semi-barométrique, système à courant inverse ayant l'avantage de réduire le volume d'air à extraire avec une consommation inférieure d'eau réfrigérante par rapport au système à courant parallèle.

La tête supérieure ainsi que le type de descente sont construits en acier inox; interstice inférieur extérieur en acier au carbone.

Le condenseur est muni d'indicateur et régulateur automatique du niveau d'eau de condensation, de vannes d'interception manuelle plus une pneu commandée de sécurité en cas de panne d'électricité.

Souppes

N° 7 ayant 250 mm de diamètre

N° 1 ayant 500 mm de diamètre.

Construites en matériel inoxydable et anti-corrosion pour les parties en contact avec les vapeurs.

Pompes centrifuges

Débit : 3000 litres / minute environ

Pour l'extraction de l'eau chaude dans le condenseur

sous vide.

Corps en fonte, couronne mobile en bronze, arbre en acier inox.

La pompe est complète, de moteur électrique, groupe de décharge, constituée d'une soupape de retenue et vanne construites en fonte.

2.2.5 : Pompe vide à anneau liquide

En bronze - Arbre en acier inox

Debit = $480 \text{ m}^3/\text{h}$

Pour créer le vide dans le condenseur principal.

Complète de moteur électrique, vannes d'interception gaz et eau de refroidissement, soupape de retenue.

2.2.6 : Pompe vide à anneau liquide

En bronze - Arbre en acier inox.

Debit = $270 \text{ m}^3/\text{h}$

Pour créer le vide dans le condenseur auxiliaire;

Complète de moteur électrique, vannes d'interception gaz et eau de refroidissement, soupape de retenue.

2.2.7 : Tuyauteries diverses

En acier inox, cuivre et fer

Pour la connexion des machines composant le groupe de concentration.

2.2.8 : Tableau de commande et contrôle

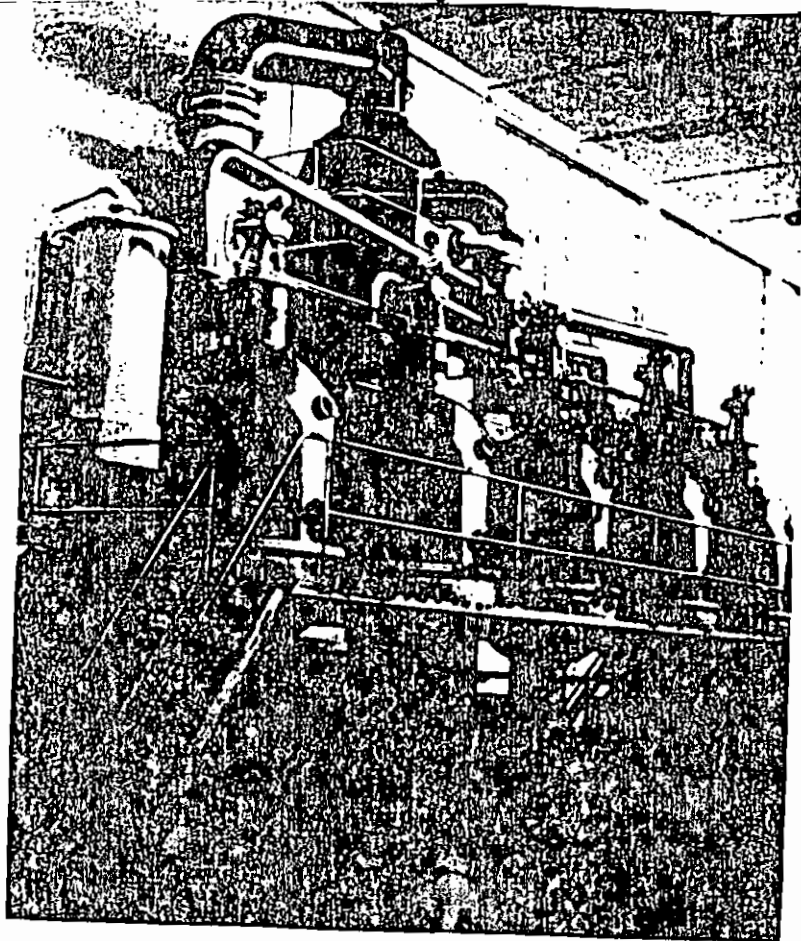
En tôle vernie, complet de:

- Voltmètre pour le contrôle de la tension aux différents groupes.
- Ampèremètre pour le contrôle de l'absorption en énergie électrique des moteurs installés.
- Boutons de commande pour la mise en marche et l'arrêt des moteurs, avec télérupteurs et voyants lumineux de marche et d'arrêt.
- N° 6 vacuomètres à colonne de mercure.

2.2.9: Echafaudage

En fer, pour le soutien du pré-concentrateur et des 4 boules de concentration.

Planches en tôle striée, garde fous et échelles d'accès



2.3 : LIGNE de CONDITIONNEMENT du CONCENTRE de TOMATE

Capacité = 350 tonnes/jour de tomates fraîches.

La ligne se compose essentiellement de :

- 1 bac de stockage
- 1 Pompe "MH"
- 1 Pasteurisateur Tubulaire
- 1 Appareil de Taylor
- 1 Soupape déviateuse
- 1 Groupe Doseuse - Sertisseuse "LD/AG 80-110"
- 1 Groupe Doseuse - Sertisseuse "DCL/240-50"
- 1 Ruban alimentation boîtes.
- 1 Pasteurisateur - Refroidisseur "P.R.R"
- 1 Tableau de commande et contrôle.

2.3.1 : Bac de stockage

Pour le concentré avec agitateur.

Contenance : 1500 kgs.

2.3.2 : Pompe 'MH'

Toutes les pièces en contact avec le produit sont en acier inox, stator en caoutchouc spécial anti-corrosif.

La pompe est accouplée à un moteur électrique au moyen de courroies trapézoïdales et montée sur base.

2.3.3 : Pasteurisateur tubulaire

Il se compose d'un corps horizontal, ayant toutes les pièces en contact avec le produit en acier inox et la partie extérieur en acier au carbone.

Aux deux extrémités du faisceau tubulaire sont appliquées les deux têtes charnières par des crochets permettant d'effectuer rapidement les nettoyages périodiques.

Le chauffage est prévu à vapeur, à une pression de 0,5 Atmosphère et muni de tous les accessoires d'usage.

Le pasteurisateur est complètement isolé avec du matériel calorifuge, revêtu de tôle fine d'acier inox satiné et monté sur des supports en tôle d'acier au carbone.

2.3.4 : Appareillage de réglage pneumatique TAYLOR

Composé de "Fulscope" pour le réglage et l'enregistrement de la température de pasteurisation de la température du produit au moment de l'emboîtement; muni d'horloge manomètre pour le contrôle de la pression de l'air à l'entrée et à la sortie du FULSCOPE "avec filtres relatifs et réducteurs de pression.

Le tout monté sur colonne d'acier au carbone verni.

2.3.5 : Soupape dévieuse

Pneumatique, appliquée à la sortie du produit du pasteurisateur.

La soupape commandée par le groupe "Fulscope" régulateur enregistreur, agissant en synchronisme avec le groupe de contrôle de la température de pasteurisation, permet d'arrêter le produit et de le dévier au cas où la température pré-établie n'était pas atteinte.

Les tuyauteries de retour du produit sont reliées à la sortie de la soupape dévieuse et munie de soupape automatique fonctionnant en cas d'arrêt du groupe de dosage - sertissage.

2.3.6 : Groupe Doseuse - sertisseuse modèle "LD/AG 80-110"

Production: maximum 2400 - min. 1200 boîtes / h
Format des boîtes max. 1kg.

2.3.7 Doseuse - Mod. LD/80

La machine comprend deux têtes doseuses

Chaque groupe de dosage comprend un piston, ayant un mouvement alterne, et un cylindre rotatif permettant l'ouverture et la fermeture des soupapes d'aspiration et de déchargement.

Entre l'extrémité du cylindre et la tête, se trouve une soupape rotative en matière plastique, avec perforation d'entrée et fessures de déchargement, calottée sur le cylindre rotatif afin que les opérations de dosage soient synchronisées avec le piston.

L'ouverture de la soupape met en communication directe la chambre d'aspiration avec la trémie, permettant ainsi une entrée du produit dans n'importe quelle condition.

Le déchargement se produit de la même façon, évitant l'excessive compression du produit, et donc les éventuels dommages qui peuvent en dériver.

Les mouvements sont enfermés dans une boîte et travaillent dans un bain d'huile.

Le groupe doseur est muni d'un dispositif spécial de réglage qui agit sur la course du piston et permet de réduire au minimum la tolérance de poids.

L'alimentation des récipients se fait au moyen d'un ruban transporteur à secteurs d'acier inox ou de delrin, avec dispositif pneumatique de blocage des récipients pendant l'opération de dosage.

Le ruban transporteur est monté sur charpente en

acier inox pour vue d'égouttoirs amovibles, afin de faciliter les opérations de nettoyage.

Les pièces en mouvement sont actionnées par un motor variateur qui transmet le mouvement à la pompe et au ruban transporteur au moyen de chaînes et de pignons.

Le groupe est monté sur bâti complètement fermé, construit en tôle d'acier vernie.

2.3.8: Sertisseuse automatique - AG/110

La machine comprend :

- Une structure portante en fonte spécialement équilibrée pour éviter les vibrations, avec trous d'ancrage à la base.

- Un transporteur à mouvement continu qui évite les débordements du produit dans le cas de boîtes remplies avec des produits liquides ; il est facilement réglable en hauteur pour le changement de format.

- Un synchroniseur placé à l'entrée et permettant l'alimentation sous la tête sertisseuse même pour les boîtes amenées en vrac.

- Une tête sertisseuse à boîte fixe qui comprend 4 rouleaux en acier très résistant, montés sur roulement à billes, et opposés deux à deux pour les opérations de 1 et 2 passe.

- 4 leviers de sertissage avec dispositifs micrométriques de réglage et pivots montés sur coussinets en bronze autolubrifiants.

- Un groupe moteur avec engrenage en acier trempé

et rectifié, et pivots sur roulements à billes.

- Un placeur automatique de couvercles réglable selon leur diamètre sans changer outillage.

- Un dispositif de sécurité no-can no-cap.

- Un plateau élévateur des boîtes sous la tête sertisseuse en synchronisme avec le transporteur.

- Un moteur électrique fermé à ventilation automatique avec variateur continu rapport 1:3.

- Une installation électrique étanche comprenant télérupteurs, relais thermiques, boutons de marche et d'arrêt.

Le mouvement du ruban transporteur et la rotation des boîtes sont transmis par un groupe moto-variateur réducteur qui permet de régler la vitesse et par conséquent la variation du temps de permanence des boîtes dans le pasteurisateur-refroidisseur, selon la qualité du produit.

Un tendeur spécial maintient la chaîne en tension régulière pendant le fonctionnement.

Toutes les pièces en mouvement sont montées sur supports spéciaux à coussinets à billes protégés.

Les boîtes sont transportées sur un plan à rouleaux qui avance dans les bacs.

Les boîtes tournent dans l'eau réchauffée au moyen de serpentins et subissent ainsi une parfaite pasteurisation.

Le refroidissement s'effectue au moyen de pulvérisateurs disposés le long du parcours emprunté par les

boîtes qui sont placées, au moyen d'un alimentateur dans le guide d'entrée du plan transporteur directement relié au tunnel de pasteurisation.

L'eau est récupérée dans un bac situé dans la partie inférieure du pasteurisateur ; elle est ensuite réchauffée à vapeur par des serpentins munis de déchargeur de condensation et recyclée par une pompe.

Le déchargement se fait automatiquement à la sortie du refroidisseur par retombée des boîtes sur un glissoir.

2.3.9 Tableau de contrôle et de commande "CCP"

en tôle fine vernie, il se compose de :

- Voltmètre pour le contrôle de la tension d'alimentation aux divers groupes.

- Ampèremètre pour le contrôle de l'absorption en énergie électrique des moteurs installés.

- Boutons de commande pour la mise en marche et l'arrêt des moteurs, avec relatifs télérupteurs et voyants lumineux de marche et d'arrêt.

1. QUAI DE DEBARQUEMENT

1.1 PROBLEMATIQUE

L'approvisionnement de l'usine en tomates fraîches est entièrement assuré par les coopératives d'agriculteurs.

Les moyens de transport utilisés sont les suivants :

- 1 camion dont la capacité est 300 caissettes/voyage
- Des 404 Camionnette de capacité 50 caissettes/voyage.
- Des charrettes de capacité 15 caissettes/voyage

L'utilisation des camionnettes et charrettes à la place des camions rend le système de manutention très désordonné et crée un véritable goulot d'étranglement qui oblige les transporteurs à débarquer les caissettes au soleil avec tout ce que cela comporte comme aléas à savoir perte de poids et pourrissement de la tomate.

1.1.1. Perte de poids due au soleil

a) Methodologie et Conditions experimentales

Pour mesurer l'influence de l'entreposage au soleil sur le poids de la tomate fraîche, nous avons prélevé un échantillon de 20 tomates fraîchement cueillies. Ces tomates sont pesées et exposées au soleil. Au bout de 5 heures, ces tomates sont pesées à nouveau.

Les conditions et la durée d'entreposage sont les suivantes :

Température sèche $T = 41^{\circ}\text{C}$

Température humide $TH = 25^{\circ}\text{C}$

Début d'exposition 9h 55 - Fin d'exp. 14h 55.

CHAPITRE II

ANALYSE DES PROBLEMES
ET
PROPOSITION DE SOLUTIONS.

l'échantillon est constitué de tomates de qualité courante

b) Resultats

Tableau n°1: variation du poids de la tomate
après 5h d'exposition au soleil.

N°	P _i	P _f	$\frac{\Delta P}{P_i} \times 100\%$
1	125.571	119.500	4.8
2	70.276	66.100	5.9
3	68.210	64.955	4.8
4	46.304	44.745	3.4
5	58.900	58.100	1.4
6	41.700	40.800	2.2
7	96.000	89.100	7.2
8	61.600	59.000	4.2
9	73.850	71.55	3.1
10	60.429	57.55	4.8
11	95.360	90.592	5.0
12	112.520	107.344	4.6
13	75.254	71.566	4.9
14	76.320	72.351	5.2
15	65.550	61.879	5.6
16	100.525	95.800	4.7
17	57.100	54.930	3.8
18	86.210	81.555	5.4
19	79.125	75.564	4.5
20	71.570	67.419	5.8
Perte de poids moyen			= 4.56%

c) Analyse

La perte de poids moyen étant de 4.56% on a:

$$\text{Pertes par jour} = 165T/\text{jour} \times \frac{4.56}{100} = 7.546T$$

soit l'équivalent du chargement d'un camion

$$\text{Pertes en FCFA} = 22^F/\text{kg} \times 7546\text{kg} = 165528^F/\text{jour}$$

1.1.2. Autres influences

L'entreposage de la tomate au soleil favorise le développement de moisissures et, et entraîne des altérations parasitaires et physiologiques. et provoque le ramollissement du fruit. et son pourrissement si il est parfaitement mûr.

Cependant dans certaines usines, les tomates non mûres sont entreposées au soleil pour mûrissement ou amélioration de leur couleur

1.1.3. Conclusion

Nous constatons qu'à plus d'un titre que le soleil a un effet négatif sur la qualité de la tomate. Ainsi pour faire face à ces problèmes d'entreposage nous allons faire dans les pages qui suivent les propositions suivantes :

- Un plan de déchargement
- Un planning d'approvisionnement.

1.2. Solution

1.2.1. Plan de déchargement

Pour optimiser le déchargement des caisses de tomates sur le quai, nous proposons deux méthodes, qui vont certes rompre des habitudes existantes mais, qui, à force d'expérimentation, d'entraînement, de suivi et de corrections pourront certainement diminuer le temps de déchargement des camions pour ainsi éliminer le goulot d'étranglement existant et par conséquent éviter le pourrissement des tomates par entreposage au soleil. Cependant ces méthodes ne pourraient être efficaces qu'avec un ordonnancement optimal de toutes les opérations de traitement jusqu'au produit fini, car il est évident que si on augmente la vitesse de déchargement sans une synchronisation avec le rythme de traitement de la tomate, ceci ne ferait qu'accroître le goulot d'étranglement.

a) Première Méthode.

Cette méthode consiste à arranger les caisses de tomates sur des palettes prédisposées dans le camion et ceci depuis les champs. Arrivée à l'usine, le déchargement se fera par transpalettes ou chariot élévateur.

Cependant, cette méthode suppose deux alternatives:

soit que le châssis du camion soit au même niveau que le quai

soit qu'on utilise une plateforme servant de pont entre le camion et le quai.

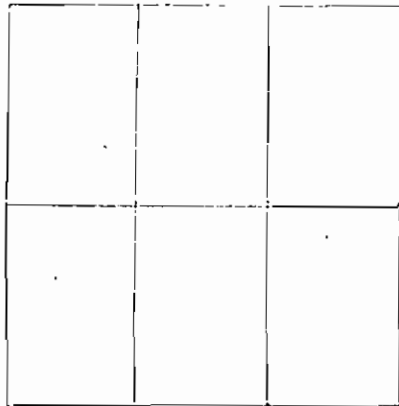
Avec cette méthode, les résultats obtenus quand aux

aux quantités transportées sont les suivantes:

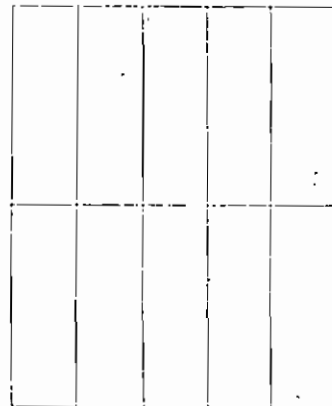
Nbre de caisses par palettes: $N_{cp} = 6 \times 5 = 30$

Disposition

vue de dessus

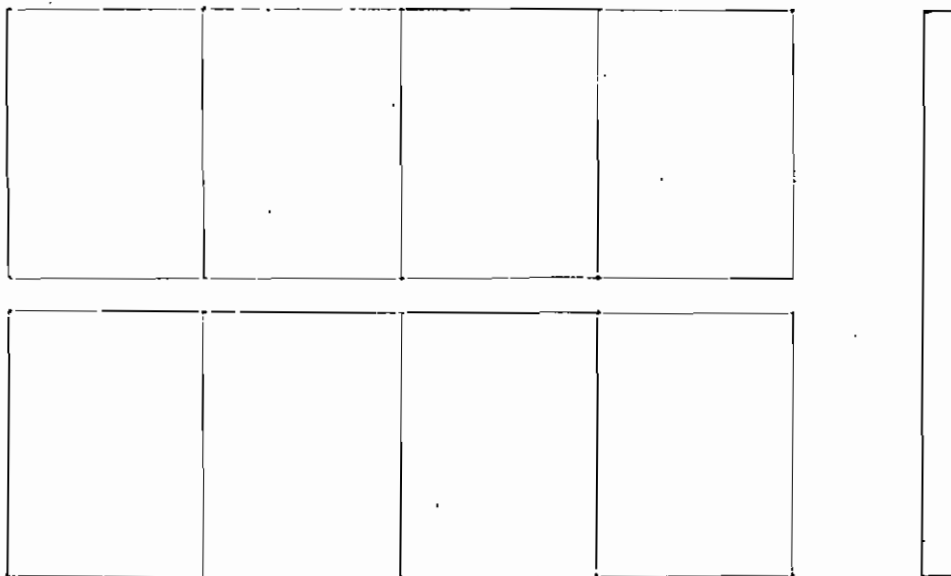


vue de gauche



Nbre de palettes par camion: $N_{pc} = 8$

Disposition



Nbre de caisses par camion: $N_{cc} = N_{cp} \times N_{pc}$

$$= 30 \times 8 = 240$$

Poids moyen de tomates par caisse : $P_m = 25 \text{ kg}$

Poids total de tomates par camion : $P_{tc} = P_m \times N_{cc}$

$$= 25 \times 240 = 6000 \text{ kg}$$

Capacité de traitement par chaîne : $C_c = 150 \text{ t / jour}$

Nbre de voyages par jour : $N_{vj} = \frac{C_c}{P_{tc}}$

$$= \frac{150}{6} = 25$$

Nbre de camions disponibles : $N_c = 4$

Nbre de voyages par camion : 3 camions vont effectuer

6 voyages et le quatrième 7 voyages.

b) Deuxième Méthode.

Cette méthode est quantitativement semblable à la première. La différence est la suivante :

Les palettes au lieu d'être prédisposées dans le camion sont entreposées non loin du quai de déchargement.

Et au moment du déchargement d'un camion, les palettes sont disposées près du chassis pour recevoir les caissettes.

1.2.2 Planning d'approvisionnement

Le planning d'approvisionnement (que nous allons proposer vise les objectifs suivants:

- Eviter le goulot d'étranglement
- Utilisation rationnelle de l'aire de stockage disponible
- Supprimer le stockage au soleil.

Cependant ce planning suppose que les moyens de transports soient normalisés (utilisation de camions à 10 place des 404 et charrettes.

a) Methodologie

Nbre de camions utilisés : 4

Nbre de voyage par camion et par jour:

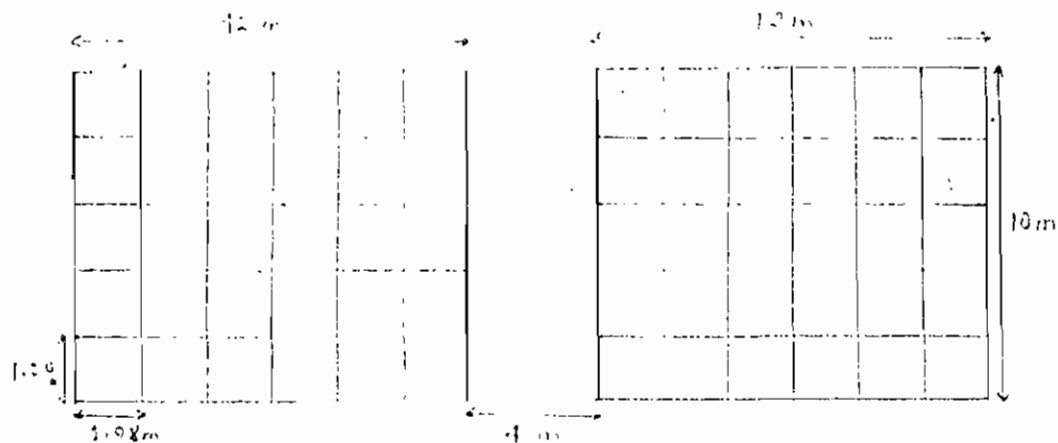
- Camion n° 1 : 7 voyages / jour
- Camion n° 2 : 6 voyages / jour
- Camion n° 3 : 6 voyages / jour
- Camion n° 4 : 6 voyages / jour

Pour fin de comparaison et de flexibilité nous nous proposons de faire deux planning basés sur les hypothèses suivantes:

- hypothèse 1: Les camions devront circuler de 9h à 17h. Donc à 17h, il devra être stocké sur le quai une quantité permettant de l'usine de tourner jusqu'au lendemain à 10 heures: soit 17h de temps
- hypothèse 2: Les camions devront circuler de 8h à 20h. Donc à 20h, il devra être stocké une quantité permettant de tourner jusqu'à 9h soit 12h de temps

b) Estimation

- Surface de stockage disponible :
 - 2 aires de $10 \times 12 \text{ m}^2$ chacune
 - 1 aire de $4 \times 10 \text{ m}^2$ servant de passage.
- Dimensions extérieures d'une palette chargée :
 1.08×1.2
- Disposition des palettes sur le quai.



- Nbre de palettes = $\left[\frac{(1200)}{108} \times \frac{(1000)}{120} \right] \times 2$
 $= [11 \times 8] \times 2 = 176$ palettes
- Poids de tomates par palette
 $176 \text{ palettes} \times \frac{30 \text{ caissettes}}{\text{palette}} \times \frac{25 \text{ kg}}{\text{caissette}} = 132000 \text{ kg}$
- Durée de traitement des 132 Tonnes
 $\frac{24 \text{ h}}{165 \text{ Tonnes}} \times 132 \text{ Tonnes} = 19 \text{ h}$

c) Conclusion

La capacité de stockage répond favorablement à nos hypothèses avec une marge de sécurité de 2h pour l'hypothèse 1 et de 7h pour l'hypothèse 2. Ainsi nous proposons les planning suivants :

Horaire d'arrivée des Camions

hypothèse n° 1	hypothèse n° 2	Camion n° 1	Camion n° 2	Camion n° 3	Camion n° 4
9h 00mn	8h 00mn	///			
9h 20mn	8h 30mn		///		
9h 40mn	9h 00mn			///	
10h 00mn	9h 30mn				///
10h 20mn	10h 00mn	///			
10h 40mn	10h 30mn		///		
11h 00mn	11h 00mn			///	
11h 20mn	11h 30mn				///
11h 40mn	12h 00mn	///			
12h 00mn	12h 30mn		///		
12h 20mn	13h 00mn			///	
12h 40mn	13h 30mn				///
13h 00mn	14h 00mn	///			
13h 20mn	14h 30mn		///		
13h 40mn	15h 00mn			///	
14h 00mn	15h 30mn				///
14h 20mn	16h 00mn	///			
14h 40mn	16h 30mn		///		
15h 00mn	17h 00mn			///	
15h 20mn	17h 30mn				///
15h 40mn	18h 00mn	///			
16h 00mn	18h 30mn		///		
16h 20mn	19h 00mn			///	
16h 40mn	19h 30mn				///
17h 00mn	20h 00mn	///			

2. LIGNE DE FABRICATION

2.1. LIGNE DE PREPARATION

Les insuffisances notées au niveau de cette ligne sont les suivantes:

- a) Les tomates non mûres résultant de l'opération de triage ne peuvent plus mûrir même exposés au soleil car il semblerait que la tomate une fois lavée ne pourra plus mûrir.
- b) On assiste souvent des bris de tamis due à des particules solides très dures qui ont échappé à la vigilance des trieuses et au broyage. Si l'on sait que ces tamis coûtent environ 800 000 Fcfa pièce on appréhende aisément l'urgente nécessité de trouver une solution à ce phénomène.

Pour pallier aux insuffisances énoncées ci dessus, nous proposons:

- a) La mise sur pied d'un système de triage à sec avant lavage. Ainsi les tomates non mûres résultant de ce triage pourront être restitues une fois mûres au soleil.
- b) L'installation d'un bac pour décanter le jus et ainsi précipiter les particules dures solides qui auront échappé au triage et au broyage. Ce bac serait installé entre le broyeur et la passoire raffineuse.
- c) Changer le type de broyeur par un autre

2.2. INSTALLATION DE CONCENTRATION

2.2.1 Problématique

A ce niveau, on note une absence totale de documents fixant les normes de fonctionnement des concentrateurs ; les standards sont ignorés des opérateurs. Ainsi la concentration s'effectue de façon très aléatoire au jugé du manipulateur. C'est ainsi qu'on a constaté que la durée de concentration varie d'une boule à l'autre et d'un opérateur à l'autre. Les mesures expérimentales qui nous ont permis de faire ce constat figurent en Annexe (A-)

2.2.2 Suggestions

Sans le but d'utiliser les boules à concentration de la façon la plus optimale nous proposons :

- a) Faire venir dans les plus brefs délais toute la documentation concernant le fonctionnement de l'unité de concentration.
- b) Continuer les mesures expérimentales entamées conformément aux dispositions définies en annexe (A-4)
- c) Etudier la possibilité de faire la concentration en série telle que proposée dans la figure 2 en annexe (A-)

2.3 LIGNE DE CONDITIONNEMENT

2.3.1 Problématique

Les problèmes constatés se situent à deux niveaux:

- a) insuffisance des bacs de stockage en inox de sorte que lors du dosage des boites de 1 kg, il arrive des moments où tous les bacs sont pleins alors qu'une boîte ou deux sont prêtes à descendre. Ce goulot d'étranglement entraîne un ralentissement de la production donc des pertes pour la société. Cependant lors du dosage des boites de 5 kg, il arrive que le groupe doseuse sertisseuse épuise le contenu des bac et attend qu'une boîte soit descendu; ce phénomène moins grave que le premier crée un temps mort
- b) Au niveau du pasteurisateur - Refroidisseur, on note une absence de contrôle des standard de stérilisation et de refroidissement qui semblent être ignorés.

2.3.2 Proposition

- a) Acheter de nouveaux bacs de stockage en inox
- b) Faire un planning de dosage alterné des boites de 1 kg, 2 kg et 5 kg pour éviter les goulots d'étranglement et les temps morts.
- c) Contrôler la stérilisation - Refroidissement des boites en suivant les barèmes de stérilisation telles que définis et expliqués en annexe (A-4)
Planche 12/10

3. FABRICATION D'EMBALLAGE

3.1 PROBLEMATIQUE

Les emballages utilisés par la SNTI sont de deux types:

- Emballages en fer blanc de divers formats fournis par la société Elmaf à Dakar.
 - . Format 4/4 : 820 g net
 - . Format 2/1 : 2 kg net
 - . Format 5/1 : 4,6 kg net
- Emballage en carton fabriqué par la ROCHETTE à Dakar.

Coût de revient des emballages (81-82) :-)

Format 4/4	-----	3 052 168	
Format 2/1	-----	65 303 504	
Format 5/1	-----	10 882 831	
Transport	-----	4 342 800	
		83 581 303	FCFA

Soit un coût moyen au kg de concentré de :

$$\frac{83\,581\,303}{878\,258} = 95.17F$$

3.2 Suggestion

Ce coût très élevé de 95.17F affecte de beaucoup le coût de revient du kg de produit fini.

Si l'on sait que le coût de l'emballage ne fait que crître d'année en année (de 50F/kg en 1976, il est arrivé à 95.17F/kg en 1982) et si l'on considère les possibilités d'extension de l'usine, il est amplement justifié que la société se dote d'une

unité de fabrication d'emballage sur place.
Cette unité une fois installée accroîtra considérablement la marge bénéficiaire de l'usine et créera de nouveaux emplois.

4. ECOULEMENT DU PRODUIT FINI

4.1 Problématique

Malgré la faiblesse de la production de la SNTI qui n'a jamais atteint les prévisions, la société arrive difficilement à écouler son produit fini.

Ces difficultés sont étroitement liées à la présence sur le marché Sénégalais de la tomate Italienne dont la qualité est jugée meilleure par les consommateurs.

En effet plusieurs enquêtes menées au sein de quelques familles et vendeurs du produit ont aboutit, à aux conclusions suivantes :

- La tomate SNTI est moins consistante que la tomate Italienne
- La tomate SNTI est moins rouges que la tomate Italienne.

Cependant dans la majorité des cas il est constaté que la tomate SNTI est plus savoureuse.

4.2 Suggestion

Face à cette attitude dépréciative du consommateur Sénégalais par rapport au produit Sénégalais, des mesures doivent être prises tant par le gouvernement Sénégalais que par la SNTI pour aider la société à sortir du chaos.

4.2.1 Mesure du Gouvernement

Bloquer l'importation de la tomate étrangère pendant le temps nécessaire pour écouler la production de la SNTI. En somme cette mesure est un peu dictatoriale car elle impose le produit au consommateur.

4.2.2 Mesure de la SNTI

Les autorités de la société doivent déployer tous leurs efforts pour améliorer la qualité de leur produit et le rendre compétitif au produit étranger. Pour cela nous proposons :

- a) Accentuer le contrôle de la qualité du produit brut et ceci en surveillant strictement la culture et en proposant des variétés de tomates plus aptes à la fabrication de concentré aux paysans.
- b) Etudier la possibilité d'utiliser les colorants végétaux ce qui suppose a priori le développement d'une culture intensive à caractère industrielle de ces colorants. ✓

CHAPITRE III

CONTROLE

DE

QUALITE

1 : INTRODUCTION

La connaissance des normes et des méthodes de test pour la pâte de tomate relatif à la composition, la concentration et la qualité est nécessaire pour le manufacturier, le client et le consommateur du produit.

Avant la transformation, il est nécessaire de connaître le degré de mûrissement des tomates fraîches, de procéder à un classement par lots ou catégories sur la base des différentes qualités de tomate recue afin de pouvoir appréhender dès le début une idée de la qualité du produit fini.

Durant la transformation, il est important de connaître :

- le degré de concentration de la pulpe et de la pâte c'est à dire le pourcentage d'extraits secs ou les solides totaux
- Une idée des conditions dans lesquelles, le fruit a été broyée.
- la couleur du produit et dans certain cas l'acidité et la composition en sucre.
- Les tests physiques pour la détermination de la consistance du produit, de la présence de taches noires, brunes et des colorants peuvent également être effectués.
- Occasionnellement, des analyses chimiques pour déterminer la présence de métaux lourds sont effectuées.

Le client peut être intéressé par la connaissance de quelques uns de ces facteurs cités ci-dessus, dépendamment de l'utilisation pour laquelle la tomate a été achetée. Généralement, le client est plus intéressé par les qualités telles que: la couleur, le goût, la consistance et l'absence de taches noires et brunes. Ainsi pour la plupart du temps, la pâte de tomate est seulement soumise à un examen visuel par des personnes expérimentées.

Le consommateur du concentré de tomate peut ne pas être intéressé par ces critères de qualité, une fois que le produit a satisfait le client d'où il s'approvisionne. Cependant, il sera certainement intéressé à connaître le pourcentage de solide, la teneur en sucre, l'acide et le plus souvent il est surtout intéressé par la couleur de la tomate.

2: NORMES de QUALITE

Pour pouvoir établir une procédure de contrôle de qualité, il faut nécessairement connaître les normes de qualité requises pour le produit brut et fini. Dans l'industrie alimentaire, il existe pour chaque pays une réglementation des produits alimentaires, qui fixe les normes de qualité. D'une manière générale, les normes diffèrent très peu d'un pays à l'autre. C'est ainsi qu'en l'absence de normes sénégalaises pour les produits alimentaires, nous avons dans cette étude puisé dans plusieurs sources.

Les normes de qualité sont établies tant pour la tomate fraîche que pour le concentré de tomate.

2.1 TOMATES FRAICHES

2.1.1: Caractéristiques exigées

Extrait sec:

Les tomates destinées à la transformation devront avoir un extrait sec minimum refractométrique de 4,5%

Qualité A

Tomates parfaitement mûres, complètement rouges, entières, sans pédoncule, totalement exemptes de parties vertes, de moisissures ou toute autre corruption, de fêlissures ou taches dues à des lésions cryptogamiques ou à des coups de soleil. Seront acceptées, des tomates éclatées mais dont la blessure sera exempte de moisissures.

Qualité B

Tomates pratiquement mûres, de couleur rouge plus ou moins foncée pouvant présenter les défauts suivants: parties vertes, moisissures ou autres corruptions, fêlissures, taches ou crevasses cicatrisées, parties écrasées, dont l'élimination par parage n'enlève pas plus de 15% en poids du fruit.

Qualité C

Tomates de couleur pâle ou jaunâtre ou présentant des parties vertes, moisissures ou autres corruptions, fêlissures, taches ou crevasses cicatrisées, parties écrasées, dont l'élimination par parage enlève plus de 15% en poids du fruit.

2.1.2: Classement

Les lots de tomates font l'objet d'un classement en deux catégories définies ci après:

Catégorie extra

Lots comprenant au moins 70% en poids de fruits de qualité A et au maximum 28% en poids de fruits de qualité B et 2% en poids de fruits de qualité C.

Catégorie Courante

Lots comprenant au moins 50% en poids de fruits de qualité A et au maximum 40% en poids de fruits de qualité B et 10% en poids de fruit de qualité C.

Tout lot ne satisfaisant pas aux conditions précédentes devra être refusé.

Le fardage étant interdit, la présence de caisses ou cages fardées pourra faire refuser le lot quelle que soit la catégorie dans laquelle il se trouve.

Un excès de fruits de qualité B dépassant les proportions tolérées pour les catégories extra et courante pourra être compensé par une proportion correspondante en moins de fruit de qualité C.

Par contre aucune compensation n'est admise dans le cas d'un dépassement des tolérances prévues en ce qui concerne les proportions de fruits de qualité C.

2.2 : PRODUITS FINIS

2.2.1 Caractéristiques générales

Qualité supérieure

La pâte de tomate doit posséder toutes les caractéristiques organoleptiques des tomates de première qualité.

La couleur doit être conforme à certains standards définis par le C.I.P.C. (Comité International permanent de la conserve)

Lorsque la pâte est examinée selon la méthode Howard, les moisissures ne doivent pas être présentes dans plus de 50% des champs

Le pourcentage d'impuretés minérales insolubles doit être inférieur à 0.1 gm par kilogramme de produit (100 parties par million).

La teneur en acide, considéré comme acide citrique monohydraté et exprimée comme pourcentage des solides totaux, ne doit pas excéder 8%.

La teneur en sucre, exprimée comme pourcentage du sucre contenu dans les solides totaux ne doit pas être inférieure à 45%

Qualité standard

Les caractéristiques organoleptiques doivent être normales mais les spécifications suivantes sont appliquées.

Le nombre de moisissures évalué par la méthode Howard ne doit pas excéder 65% des champs

Les impuretés minérales insolubles ne doivent

exceeder 300 parties par million

La teneur en acide considérée comme acide citrique monohydrate et exprimée comme pourcentage des solides totaux ne doit exceder 10%.

La teneur en sucre ne doit être inférieure à 40%

N.B. Un résumé de la proceduro de controle de qualite figure en annexe A7

Les Methodes de laboratoire figurent en annexe A8

CHAPITRE IV

EXTENSION

1. APPROVISIONNER LA VILLE EN ÉLECTRICITÉ

1.1 Estimation de la puissance installée

A) Force Motrice.

Designation	Puissance unitaire (kw)	Quantité	Puissance Totale (kw)
Preparation :			
Alimentation plan de prelavage	0,37	2	0,74
Alimentation plan de triage	0,37	2	0,74
Entrainement plan de triage	1,50	2	3,00
Broyeur	2,20	2	4,40
Pompe Mono	5,50	2	11,00
Entrainement passoire raffineuse	18,50	2	37,00
Entrainement presse à tourteaux.	7,50	1	7,50
Concentration :			
Agitateur boule	1,50	8	12,00
Pompe à vide ,auxiliaire	4,00	2	8,00
Pompe à vide pour boule	11,00	2	22,00
Pompe à vide pour concentrateur	30,00	2	60,00
Pompe d'extraction d'eau du condenseur	5,50	2	11,00
Pompe pour alimentation des boules	1,12	2	2,24
Conditionnement:			
Pompe transfert de concentré	2,20	2	4,40
Moteur agitateur bac concentré	0,75	1	0,75
Pompe Mono (alimentation pasteurisateur)	3,00	1	3,00
Pompe eau chaude	2,20	1	2,20
Pompe doseuse (1kg)	0,74	1	0,74
Total			190,71

Report 1 :			190.71
Sertisseuse AG.110	1,50	1	1,50
Sertisseuse A -40	3,00	1	3,00
Sertisseuse L. 50	2,20	1	2,20
Pompe Mono doseuse Pellacini	2,20	1	2,20
Compresseur doseuse Pellacini	1,49	1	1,49
Pompe eau chaude doseuse Pellacini	0,56	1	0,56
Transporteur tapis alimentation doseuse Pellac.	0,37	1	0,37
Tapis alimentation sertisseuse	0,37	1	0,37
Tapis alimentation sterilisateur	0,37	1	0,37
Entrainement sterilisateur	0,37	1	0,37
Pompe eau froide refroidisseur	5,50	1	5,50
Transport Emballage Vide :			
Distributeur de boites	0,37	2	0,74
Elevateur de boites	0,37	2	0,74
Transporteur de boites.	0,37	2	0,74
Station primaire			
Moteur pompe eau canal	20,00	3	60,00
Pompe pour alimentation filtres	4,00	1	4,00
Floculateur			
Entrainement passerelle du floculateur	0,50	1	0,50
Entrainement brasseur	9,00	1	9,00
Pompe recirculation d'eau	3,00	2	6,00
Pompe d'extraction des boues	1,75	2	3,50
Traitement des eaux.			
Agitateur sur bac HTH	0,50	1	0,50
Total			294,36

Report 2			294.36
Pompe circulation Al_2SO_4	1,50	2	3,00
Doseuse Al_2SO_4	1,57	2	3,14
Pompe doseuse hypochlorite	0,185	6	1,11
Doseuse polyelectrolite	0,37	2	0,74
Bac preparation polyelectrolite	0,06	1	0,06
Agitateur sur bac polyelectrolite	0,11	2	0,22
Pompe HTH stockage.	0,45	1	0,45
Station Secondaire:			
Pompe eau industrielle → Usine	75,00	2	150,00
Pompe eau industrielle → Filtre	20,00	2	40,00
Pompe eau potable → logement	4,00	1	4,00
Pompe eau potable → Usine	25,00	3	75,00
Pompe extraction eau du local	1,50	1	1,50
Compresseur d'écoulement des filtres.	5,50	2	11,00
Pompage Carburant.			
Pompage Gas-oil centrale électrique I	0,37	1	0,74
Pompage Gas-oil centrale électrique II	0,56	1	0,56
Pompage fuel centrale vapeur	0,77	1	0,77
Pompage fuel centrale vapeur	0,75	1	0,75
Centrale Vapeur .			
Pompe doseuse de l'adoucisseur d'eau	0,08	1	0,08
Pompe eau de condensat	11,00	1	11,00
Pompe eau fuel chaud 12T	2,98	1	2,98
Ventilateur chaud - 12T	18,50	1	18,50
Pompe eau chaude 12T	15,00	2	30,00
Total			649.96

Report			649.25
Pompe eau chaude 4T9	7,50	1	7,50
Ventilateur chaud 4T9	7,46	1	7,46
Pompe fuel 4T9	2,84	1	2,84
Atelier Mecanique.			
Compresseur General usine (di centrale vapeur)	5,50	1	5,50
Compresseur mobile	0,75	1	0,75
Meule	0,75	1	0,75
Tour	3,00	1	3,00
Poste de soudure	8,21	1	8,21
Fraiseuse	0,37	1	0,37
Ventilation.			
Extracteur d'air plafonier	0,37	8	2,96
Climatiseur bureau exploitation	0,81	1	0,81
Climatiseur bureau administration	1,47	1	1,47
Moteur villa chef d'exploitation	1,47	1	1,47
Climatiseur villas	0,70	8	5,60
Puissance totale installée			698.65

Facteur de puissance moyen de l'installation : $\cos \varphi = 0,82$

Facteur d'utilisation moyen = 0,70

Puissance totale installée pour forcemotrice : $\frac{698.65 \times 0.70}{0.82}$

$$P_T \text{ F.M.} = 596.66 \text{ kVA}$$

B) Eclairage.

Designation	Puissance totale (KVA)
Lu.1: Ligne preparation 2	2,25
Lu 2: Ligne preparation 1	1,80
Lu 3: Circulation usine	0,15
Lu 4: Conditionnement	1,50
Lu 5: Conditionnement	1,50
Lu 6: Mise en carton	2,10
Lu 7: Mise en carton	1,80
Lu 8: Local chaudières	0,72
PC : Local chaudières	0,20
Lu 9: Local groupes electropne station de papier	0,44
Bureau chef - Fabrication - Laboratoire - atelier	
Magasin - Local Synoptique	1,80
Gardien + Pont Bascule	0,75
Bureau - Reunion 1-2 - vestiaires - infirmerie	2,34
stockage tourneaux	0,50
Logements	21,00
Abords	1,20
Zone 1 - Eclairage exterieur	1,50
Zone 2 - Eclairage exterieur	1,50
Blocs autonome	0,22
PC 10A: c. Fabri - labo - Atel. Magasin - local BT - loc - grps - rtppe	0,80
PC 20A: Loc - grps - station de pompage	0,50
	44,57

c) Autres

Designation	
<p>Equipements laboratoire</p> <p>Eclairage refractometrie</p> <p>Hotte aspirante</p> <p>Pompe à vide</p> <p>Centrifugeuse</p> <p>Extracteur SOXHLET</p> <p>Extracteur SOXHLET</p> <p>Extracteur SOXHLET</p> <p>Extracteur SOXHLET</p> <p>Four 60°C</p> <p>Sertisseuse</p> <p>Refrigerant</p> <p>Bain - Marie</p> <p>Refrigerant kyeldahl</p> <p>Appareils Menagers.</p> <p>3 Chauffes eau 75L + combine'. Bains (3) 5951</p> <p>3 sonneries 524</p>	
	9782

Soit P_T la puissance totale installée dans l'usine

$$P_T = 596.66 + 44.57 + 9.79 = 651 \text{ kva.}$$

1.2 Puissance totale disponible

A) Centrale CI

- 4 Groupes électrogènes de 150 KVA
- 1 Groupe électrogène de 50 KVA de secours
- 1 Armoire de couplage.

Dès la mise en marche de l'usine, il s'est avéré que ces groupes électrogènes n'étaient pas conçus pour une utilisation intensive en climat tropical car il avait été noté des échauffements anormaux et des coupures dues aux sécurités thermiques. C'est ainsi que cette centrale ait été abandonnée et remplacée la nouvelle centrale CII

B) Centrale CII

- 2 Groupes électrogènes de 800 kVA
- Pas d'armoire de couplage.

L'inexistence d'armoire de couplage dans cette centrale fait que la puissance disponible est de 800 kVA au lieu de 1600 kVA. Donc on a un groupe de 800 kVA et un groupe de secours de 800 kVA.

1.3. Conclusion et recommandations

La pointe de la ville étant de 100 kVA, la centrale CII est capable d'assurer les besoins de l'usine ainsi que celles de la ville avec une marge de $800 - (651 + 100) = 49 \text{ kVA}$

Donc la SNTI peut fournir de l'électricité à la ville de Dagara et ceci de trois façons différentes :

ALTERNATIVE A:

La SNTI se substitue à La SENELEC pour la fourniture de l'électricité à la ville. Pour cela les dispositions suivantes devront être prises:

- Se doter d'une armoire de couplage pour pouvoir coupler les deux groupes de 800 KVA au cas où la demande de pointe dépasserait 800 KVA.
- Puisque la distribution est assurée par la SENELEC, il sera placé un compteur à la sortie des jeux de barre de la centrale SNTI pour mesurer les kilowatt-heures fournis. Cette mesure sera valable pour toutes les alternatives qui suivront

ALTERNATIVE B

La SNTI fournit en même temps que la SENELEC de l'électricité à la ville. Dans ce cas les dispositions seront

- armoire de couplage pour coupler les deux centrales SNTI - SENELEC.

Remarque: cette alternative est envisagée au cas où la demande de pointe dépasse la puissance installée de la SENELEC.

ALTERNATIVE C

La SNTI fournit de l'électricité pour recourir à la SENELEC en cas de panne. Dispositions à prendre

- armoire de couplage pour les deux groupes de 800 KVA de la SNTI

2. AUTRES EXTENTIONS.

2.1 TRAITEMENT DE LA MANGUE

L'usine peut se lancer avec beaucoup de facilité dans le traitement de la mangue. dont la période de récolte coïncide avec la fin de la campagne de la tomate.

Ceci permettrait de mieux rentabiliser l'équipement existant.

Le procédé de fabrication de la mangue étant à peu près similaire à celui de la tomate, cette extension pourrait se faire sans beaucoup d'investissements supplémentaires.

Une première estimation nous permet d'affirmer que le seul équipement supplémentaire à acheter est une épilucheuse qui sépare la pulpe de mangue de son noyau.

Étant donné qu'à l'E.P.T un projet de fin d'études a permis de concevoir une usine traitement de la mangue, nous suggérons au cas où l'usine déciderait de se lancer dans le traitement de la mangue que ce projet soit adapté.

2.2 CULTURE DE LA TOMATE

Dans le but de s'assurer un approvisionnement suffisant en tomate fraîche et surtout de bonne qualité nous estimons que l'usine devra dans les plus brefs délais cultiver ses propres terres

DEUXIEME PARTIE

LE PROBLEME DE
L'EAU

ALIMENTATION EN EAU DE L'USINE

L'eau est un élément indispensable au fonctionnement d'une usine de tomate. C'est elle qui pose le principale problème au niveau de la SNTI. La durée de la campagne dépend dans une large mesure de la disponibilité de l'eau.

Les responsables de l'usine, dans un document intitulé "Rapport de synthèse sur l'état des installations et les essais de l'usine de Dagana" ont parlé vivement de ce problème inquiétant :

" L'alimentation en eau de l'usine

Celle-ci pose un problème très important qui s'il n'est pas définitivement résolu par la SAED avant le prochain démarrage risque de rendre impossible toute exploitation.

En effet l'usine dont la consommation normale est de l'ordre de $500 \text{ m}^3/\text{heure}$ en eau est alimentée par le fleuve Sénégal grâce à la station de pompage A de la SAED à travers le canal d'irrigation A₃ sur lequel est installé la station de pompage de la SNTI.

Or la remontée de la langue salée, rendant l'eau

inutilisable, a été observée en 1978 dès la mi-Avril à Dagana et risque, si le cycle de sécheresse s'accroît de couvrir l'essentiel de la saison de production de tomates.

Il convient dès à présent :

- 1- de rendre de rendre le profil de ce canal conforme aux exigences de notre consommation
- 2- de prévoir une réserve d'eau douce suffisante pour alimenter l'usine pendant toute la période de présence de la langue salée, soit d'Avril à Juillet. Cette réserve pourrait être constituée du chenal de la station B et du bassin de pisciculture de la SAED. Il sera nécessaire de mettre en place dès à présent une liaison directe entre cette réserve et le canal A₃ d'alimentation de l'usine pour éviter les difficultés quasi insurmontables liées au passage préalable à travers la réserve de laminage.
- 3- que la SAED prenne les dispositions nécessaires pour mettre ses stations de pompage en marche pendant toute la durée du fonctionnement de l'usine.

La SONESS ne disposant pas d'installation pour

nous approvisionner en eau, la solution d'un forage pourrait être envisagée, mais nécessiterait des études poussées pour déterminer l'importance des nappes éventuellement présentes, des investissements supplémentaires importants, de longs délais d'exécution. "

Ce rapport est assez ancien; après une visite sur les lieux, on constate que les problèmes et les craintes évoquées demeurent jus qu'à présent.

Le règlement du problème de la fourniture de l'eau n'est pas impossible. Nous proposons son étude dans la page qui suit.

Propositions pour le reglement du problème de l'alimentation en eau de l'usine

1) Au niveau du fleuve Sénégal

Le fleuve Sénégal est en cours de valorisation. Un barrage anti-sel est en cours de construction à Diama. Son apport est considérable. Le problème de la remontée de la langue salée ne se posera plus. La réserve d'eau douce pour toute la durée de la campagne qui pourrait être trop difficile à constituer, ne sera plus nécessaire. Les efforts déployés pour la lutte contre le problème de l'eau pourra commencer au niveau de la station de pompage de la SNTI sur le canal A3

Quelle solution
pour le barrage
1- extraction
2- évaporation
3- dessalage
4- ...

2) Au niveau de la station de pompage du canal A3

* Le canal A3 n'est pas étroit et est en bon état pour l'approvisionnement en eau. Seulement vu le grand débit aspiré par les pompes, il doit être élargi au niveau de la prise. Il doit aussi être approfondi au même endroit. Ceci permettra de ne pas aspirer trop de boue.

* Un débit mètre devra être placé après les pompes pour permettre un contrôle ^{de l'écoulement} sur le volume d'eau d'alimentation. Ceci est d'une importance capitale pour des raisons que nous verrons plus tard. L'estimation faite à partir des capacités nominales des pompes n'est pas toujours correcte

* Du fait que le pompage supplémentaire que la SAED effectue pour la SNTI est payé, la petite digue sur le canal A₃ en aval de la station de pompage doit être améliorée pour permettre de mieux contrôler le niveau de l'eau dans le canal A₃ en amont de la station de pompage de la SNTI. Elle doit pouvoir être complètement fermée quand il n'y a pas d'irrigation, c'est à dire quand le pompage est effectué uniquement sur le compte de la SNTI : l'eau montera plus rapidement dans le canal, la durée de pompage sera plus courte, et on payera moins cher.

* Le pompage vers le flocculateur ne doit pas être saccadé : il doit se faire de manière continue. Un débit moyen devra être évalué et maintenu (à peu près) le plus longtemps possible

Correct
à faire
améliorer

Les arrêts et les reprises fréquents des pompes perturbent le processus de traitement de l'eau dans le flocculateur en brisant le floc qui s'y forme. Ceci donnera lieu à une très mauvaise coagulation.

3 Au niveau du réseau de distribution à l'intérieur de l'usine

* Dans toute l'usine, il n'y a pas un seul débit mètre. Il en faudrait au moins un pour la mesure de la quantité d'eau industriel et d'eau potable.

* Plus loin nous indiquons les interconnexions et les jeux de vannes supplémentaires à poser pour rendre le réseau plus flexible.

*On peut évaluer
avec une certaine
sécurité la
production.*

TRAITEMENT DES EAUX

Toujours, dans les documents des responsables de l'usine, on s'est indigné du système de traitement des eaux.

Selon eux le personnel mis à leur service par le fournisseur Castagnetti de Turin n'a pas été en mesure de mettre au point en sulfate d'alumine et en hypochlorite.

Jusqu'à présent aucun contrôle ne se fait au niveau du traitement des eaux. On se contente d'appliquer un certain dosage qu'il est un peu difficile de justifier sa détermination et son utilisation.

L'usine a cependant un laboratoire, mais qui n'est pas utilisé. Sa mise en marche sera l'une de nos tâches.

Nous ferons une petite analyse du traitement actuellement effectué avant de proposer une méthode systématique de traitement de l'eau de l'usine.

En annexe nous produisons un document expliquant de manière simple l'importance des opérations et les techniques de contrôle en traitement des eaux.

Analyse de la pratique actuelle du traitement des eaux

Trois produits sont actuellement utilisés pour ce traitement. Ils sont mis en solution et déversés dans le flocculateur par des pompes. Ces produits sont:

- Le sulfate d'alumine

Il est reçu dans des sacs de 20 kg
20 sacs sont déversés dans une fosse pour préparer la solution. Le dosage est effectué par une pompe de 60 l/heure.

- L'hypochlorite de calcium

Il est livré dans des fûts de 45 kg. Des solutions de 8% (8 kg d'hypochlorite pour 100 litres d'eau) sont préparées dans des bacs en plastique.

Une pompe de 0.39 l/heure renvoie la solution dans le flocculateur.

- Le Polyélectrolyte

C'est une poudre dans des sacs de 25 kg
Une solution de 1‰ sera déversée aussi dans le flocculateur par une pompe de 60 litres/heure.

PROPOSITIONS POUR LE TRAITEMENT DES EAUX

1) Alimentation du flocculateur en eau brute

Comme nous l'avons déjà souligné, il faudra éviter autant que possible les variations brusques du débit d'eau dans le flocculateur. Une forte augmentation de ce débit peut causer le bris ^{au lit de} du floc qui s'est déjà formé et qui a rôle très important dans le processus de coagulation : il joue en quelque sorte le rôle de filtre.

2) Produits à utiliser

Pour la chloration, nous conseillons fortement l'utilisation du chlore liquide au lieu de l'hypo-
chlrite de calcium actuellement utilisé. pour faire

Pour la coagulation, on doit maintenir le produit actuellement utilisé à l'usine.

Nous allons parler en détail de tous ces produits.

a- / Produits à utiliser pour la chloration

a1- / L'hypochlorite de calcium

Le produit est livré dans des fûts de 45 kg et a initialement une teneur de 65% à 70% de chlore actif. Cette teneur baisse avec la durée du stockage. Le taux de dégradation du produit sera d'autant plus rapide que les conditions de stockage seront mauvaises: il faudra éviter le contact avec les rayons du soleil, et de l'humidité. Les contacts avec les matières organiques ou les huiles peuvent donner des explosions.

Préparation de la solution

La préparation d'une solution est simple, mais faudrait-il que la solution soit stable.

On peut stabiliser les solutions d'hypochlorite de calcium par addition de carbonate de soude qui conduit à la formation d'hypochlorite de sodium et de carbonate de calcium qui précipite sous forme de boue.

La solution limpide et stable ainsi obtenue peut être stockée de quatre à cinq semaines à la température ambiante, mais à l'abri de la lumière, sans grande perte de chlore actif.

Pour la préparation et la dilution des solutions d'hypochlorite de calcium, on doit utiliser si possible des eaux douces, de manière à réduire au minimum le dépôt de substances.

Pour éviter la formation de boues quand on prépare des solutions d'hypochlorite concentrées avec des eaux dures, on utilise un réactif spécial, tel que le pyrophosphate tétrasodique qui a pour effet d'empêcher la précipitation des composés calciques.

On ajoute 0.66 gr de ce composé à 100 l de la solution à préparer, pour chaque p.p.m de dureté de l'eau employée.

Ex : On veut préparer 120 l de solution avec une eau de dilution de 150 ppm de dureté

il faudra $0.66 \times 150 \times 120 / 100 = 119 \text{ g}$ de réactif

ou dépend toujours de la
bonne volonté de l'opérateur
à préparer la solution
et à ajuster la dose
de la pompe
doseuse.

a-2 / Le chlore liquide

Il présente l'intérêt d'être plus économique que tout autre produit utilisé pour la chloration. Sa teneur en chlore actif est presque de 100%. Comparativement aux autres produits comme l'hypochlorite de calcium ou l'eau de javel (solution d'hypochlorite de soude), il a l'avantage de ne pas se dégrader, il garde toujours la même concentration de chlore actif. *d'où une plus grande stabilité*

Il a cependant un petit aspect négatif : c'est un produit dangereux et demande alors un certain nombre de précaution pour sa manipulation.

Mesures de sécurité

Aération : Le chlore gazeux est deux fois et demie plus lourd que l'air, il a donc tendance à tomber vers le sol en cas de fuite. Les locaux utilisés pour le stockage des bouteilles de chlore et les coffrages des chloromètres doivent être hermétiques; les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur du bâtiment et non vers la salle des machines. Des conduites d'évacuation doivent

de moins que
l'hypochlorite
ou javel
comme ça.

il faut être
certain

être prévues au niveau du sol et des bouches d'aération à air frais en haut des murs.

Masques à gaz : Le chlore gazeux est irritant. Il faut donc avoir grand soin de ne pas en respirer lorsqu'une fuite nécessite une réparation de l'appareillage. Il existe des masques à gaz qui doivent être placés à portée de la main, dans un endroit facilement accessible, à proximité du chloromètre.

Appareillage

Chloromètre : L'utilisation du chlore liquide nécessite un chloromètre pour le dosage. De nombreuses firmes en fabriquent. Elles fournissent des catalogues et toute la documentation nécessaire concernant leur appareils.

Pesage du chlore : Les bouteilles de chlorure raccordées aux appareils doivent être placées sur des balances appropriées qui permettent de contrôler la quantité de gaz débitée.

b-1 Produits à utiliser pour la coagulation

b-1 Coagulant

Le produit utilisé à la SNTI comme coagulant est le sulfate d'alumine solide. Ce produit devra être maintenu

le sulfate d'alumine technique pèse 480 kg/m^3
C'est un sel acide, donc corrosif pour la plupart des métaux. Il se dissout bien dans l'eau et est d'utilisation facile.

Les réactions entre le sulfate d'alumine et les constituants naturels des divers catégories d'eau dépendent de nombreux facteurs de sorte qu'il est impossible de déterminer exactement la quantité de sulfate d'alumine qui réagira avec une quantité de substances alcalines naturellement présentes dans l'eau, ou de chaux ou de carbonate de sodium ajouté à l'eau

A titre d'indication générale, on peut indiquer que théoriquement :

1 ppm de sulfate d'alumine réagit avec

0.51 ppm de substances alcalines naturelles (en CaCO_3)

0.33 ppm de chaux vive à 85% (en CaO)

0.39 ppm de chaux éteinte à 95% (en Ca(OH)_2)

0.54 ppm de carbonate de sodium

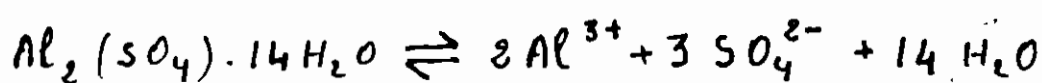
Les concentrations indiquées ci-dessus pour les substances ajoutées à l'eau sont approximativement celles qui sont nécessaires, avec le sulfate d'alumine, pour la formation d'un floc d'hydroxyde d'aluminium, si l'on ne modifie pas l'alcalinité de l'eau traitée. Autrement dit, l'eau traité par 1 ppm de sulfate d'alumine et 0.39 ppm de chaux éteinte sera approximativement de même alcalinité que l'eau brute.

Si l'on ajoute pas de substance alcaline, l'acidité du sulfate d'alumine à 1 ppm abaissera l'alcalinité naturelle de l'eau brute de

0.51 ppm.

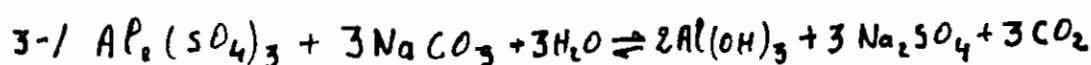
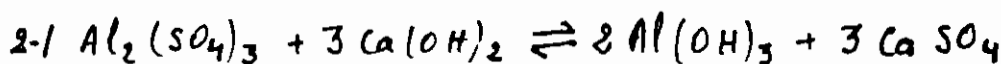
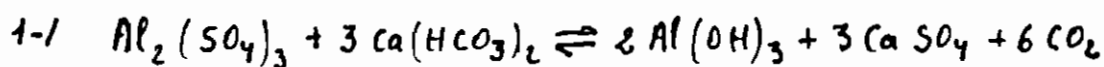
Processus de coagulation et de floculation
par le sulfate d'alumine

Dans l'eau le sulfate d'alumine s'ionise en donnant des ions aluminium positifs et des ions sulfate négatifs :



Les ions aluminium réagissent avec les ions hydroxydes dont la présence est due à l'alcalinité naturelle de l'eau. Si celle-ci n'était pas suffisante, on y remédierait en ajoutant de la chaux, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou du carbonate de sodium Na_2CO_3

Dans les trois cas il y a formation d'hydroxyde d'aluminium



Ces équations sont exactes du point de vue théorique, mais elle n'indique ni la quantité d'hydroxyde d'aluminium effectivement produite, ni la quantité de substances alcalines en jeu.

A une eau déterminée, correspond un pH optimal pour la précipitation de l'hydroxyde d'aluminium. Il s'agit donc de déterminer quelles sont ces conditions optimales.

En comparant les trois équations on voit immédiatement qu'il y a intérêt à utiliser la chaux (Ca(OH)_2) moins coûteuse pour ajuster le pH.

Ces équations sont réversibles, si l'on ajoute trop ou trop de substances alcalines, on provoque la formation de sels complexes d'aluminium, acides ou basiques, solubles, contrairement à l'hydroxyde d'aluminium qui est insoluble. Aux valeurs élevées de pH, par exemple, l'hydroxyde d'aluminium s'ionise en donnant des aluminates solubles, sels de l'acide Al(OH)O ou de l'anhydride Al_2O_3 ; si la valeur du pH se situe dans la zone acide, il donne des composés basiques solubles Al(OH)SO_4 . Ce qui importe, en l'occurrence, c'est que les composés formés sont beaucoup plus solubles que celui que

que l'on voudrait obtenir, l'hydroxyde d'aluminium qui est l'agent de la floculation.

Cependant, les réactions normales font précipiter de très fines particules d'hydroxyde d'aluminium qui sont portées d'une charge positive, elles se repoussent donc l'une l'autre et, par suite, ne coaguleraient pas n'était la présence des ions sulfates négatifs qui les neutralisent, provoquant ainsi^{la} précipitation et la coagulation de l'hydroxyde d'aluminium sous la forme d'un "floc d'alumine". Ces réactions sont sensibles au pH et à la teneur de l'eau en substances minérales.

Tout ceci montre l'utilité que peut avoir l'addition de substances alcalines au sulfate d'alumine pour une coagulation efficace.

b-2 Les substances alcalines

Comme substances alcalines on a généralement le carbonate de soude, la chaux vive, la chaux éteinte.

On les utilise quand l'alcalinité de l'eau n'est pas suffisante pour que la réaction s'effectue avec le coagulant: elles servent à ajuster le pH. On s'en sert aussi pour réduire la dureté non carbonatée de l'eau.

Pour une utilisation éventuelle nous proposons le choix de la chaux éteinte Ca(OH)_2 parce que:

- le carbonate de soude est trois fois plus cher que la chaux
- la chaux vive est moins chère que la chaux éteinte, mais elle pose un certain problème: il faut l'éteindre avant de l'utiliser.

La chaux éteinte étant d'un maniement facile, c'est elle qu'on utilise de préférence dans les petites stations d'épuration, où la chaux sert d'appoint pour augmenter de l'eau; dans les grandes installations, c'est la chaux vive qui coûte moins cher

qu'on utilise

La chaux éteinte ou hydratée, également désignée sous le nom d'hydroxyde de calcium est une poudre blanche qui résulte de l'hydratation de la chaux vive par l'eau ou l'humidité de l'air.

On peut se procurer ce produit, livré en quantités relativement petites dans des sacs de papier ou de toile. Il ne se détériore pas par stockage, ne demande aucune hydratation complémentaire et contient moins d'impuretés que la plus part des chaux vives

On peut le mélanger directement dans les bacs de dissolution et l'introduire dans l'eau à traiter.

On trouve dans le commerce diverses qualités de chaux éteinte dont la teneur varie entre 80% et 99% d'hydroxyde de calcium

CONTROLE DU TRAITEMENT DES EAUX

La feuille de relevée pour le traitement des eaux placée en annexe indique les points (de 1 à 10) où des prises de mesures seront nécessaires. Des exemplaires de cette feuille permettront de prendre périodiquement des mesures et de suivre ainsi l'évolution des caractéristiques de l'eau. Ceci aidera beaucoup dans l'étude du problème de l'eau.

Contrôle de la chloration

La mesure du chlore résiduel libre indique si doit augmenter ou diminuer la dose de chlore. Le tableau ci-dessous donne les concentrations minimales recommandées de chlore résiduel libre en fonction du PH pour une bonne stérilisation. (La durée de contact étant d'au moins 10 minutes)

PH	6.0-7.0	7.0-8.0	8.0-9.0	9.0-10.0	10.0 +
PPM	0.2	0.2	0.4	0.8	0.8*

concentrations minimales recommandées de chlore résiduel libre pour assurer une bonne stérilisation

* : La durée de contact devra être supérieure à 10 min

Contrôle de la coagulation

Dans un premier temps il est nécessaire de procéder à des essais de coagulation et de floculation au laboratoire et ensuite appliquer les résultats à l'échelle de l'installation de traitement.

Le contrôle courant de la floculation repose sur les observations faites à l'installation de traitement, complétées par des mesures de turbidité, de la coloration du pH et de l'alcalinité. Dans le cas d'une eau filtrée, la turbidité indique que le floc traverse le filtre ou qu'un floc se forme dans le réservoir d'eau claire

alors qu'il devrait se faire dans le bassin de coagulation.

Contrôle de l'eau des chaudières

À ce niveau, c'est la dureté permanente qui cause les incrustations dans les chaudières qu'on doit déterminer. On a :

$$\text{Dureté totale} - \text{Alcalinité} = \text{incrustants} \\ \text{(dureté permanente)}$$

La dureté permanente devra être en générale inférieure à 3 grains ^{par gallon U.S.} ou 17.1 ppm

Les notices techniques doivent fournir la valeur recommandée pour une chaudière donnée.

Une eau dont la dureté totale est inférieure à 30 ppm devient très corrosive. à cause de la présence du CO_2

BESOINS EN EAU
UTILISATION

a-1/ Utilisation de l'eau dans le système de concentration

a-1/ Les procédés de concentration de la tomate

Ils sont deux :

- La concentration à l'air libre
- La concentration sous vide partiel

La concentration à l'air libre se fait dans des bassines ou des bacs de faible profondeur chauffés à la vapeur. Elle n'est utilisée que chez les petits artisans. Le rendement est faible, il faut 1 kg de vapeur vive à 4 kg de pression absolue (148°C) pour évaporer 1 kg d'eau en une minute. L'efficacité est aussi faible. L'extrait sec final du produit ne peut excéder 15%.

La concentration sous vide partiel est le procédé industriel universel. On peut parler de système à simple effet, double effet ou triple effet selon que l'évaporation se produit dans

un seul, deux ou trois éléments du système de concentration.

La SNTI possède un système à double effet:

- La pulpe de tomate est d'abord admise dans un préconcentrateur de grande capacité où se produit une évaporation jusqu'à un extrait sec de 12%.

- elle est alors distribuée vers quatre concentrateurs appelés "boules" où l'on obtient un concentré à 28-30% d'extrait sec.

Les boules sont chauffées par de la vapeur vive, alors que le préconcentrateur est chauffé par la vapeur de "tomate" qui se dégage lors de la concentration de la pulpe dans les boules.

a-2/ Procédé utilisé pour faire le vide

On arrive à maintenir le vide dans le pré-concentrateur et dans les boules avec l'emploi des condenseurs barométriques par mélange. Le principe est basé sur la chute rapide de la température de la vapeur entrant dans le condenseur. La vapeur en se condensant donne lieu, par une variation de volume considérable, à la création d'une dépression ou vide qui, théoriquement, est égal à la différence entre la pression atmosphérique et la tension de la vapeur de l'eau de condensation à la température régnant dans le condenseur. Ce vide est en premier lieu diminué de la tension propre à l'air et aux gaz incondensables. Ces gaz incondensables proviennent du produit à concentrer, des fuites propres au concentrateur et surtout de l'eau d'injection au condenseur. Ils sont aspirés par des pompes à vide.

a-3/ Recommandations sur la concentration
de la tomate (par le C. I. P. C.
Comité International Permanent de la conserve)

La température de cuisson a une grande influence sur la saveur du produit. Cette dernière est altérée par les températures élevées.

Une des avantages de la concentration sous vide est la basse température utilisée pour la cuisson. La température maximum est atteinte dans les boules et on recommande qu'elle soit inférieure à 62°C .

Dans le préconcentrateur, la température doit se situer entre 40° et 42°C

Ces recommandations sont à peu près respectées au niveau de la SNTI.

Nous avons relevé les valeurs maximum que voici :

63°C : température dans boules de concentration

44°C : température dans le préconcentrateur

On remarque un léger dépassement des valeurs maximum recommandées.

b Estimation du débit d'eau industrielle

b-1/ Quantité de vapeur à condenser

C'est la quantité de vapeur à extraire de la pulpe de tomate et qu'il faut condenser pour une nécessité technique.

La vapeur qui sort du préconcentrateur et celle qui provient des boules ne sont pas dans le même état. Nous allons déterminer la quantité de chacune d'elle.

La pulpe de tomate industrielle a toujours un extrait sec supérieur à 5%. Plus précisément il se situe entre 5 et 6%.

Nous considérerons que la pulpe de tomate a un extrait sec de 5%; le double concentré de tomate dont l'extrait sec se situe entre 28 et 30% sera considéré comme ayant un extrait sec de 30%; la quantité de vapeur déterminée sera après ces considérations une quantité de vapeur maximale.

A partir de la table de concentration placée en annexe A3 on peut tirer les résultats suivants :

- avec 1000 kg de pulpe de tomate fraîche à 5% on obtient : 833 kg de vapeur à extraire
- 167 kg de concentré de tomate à 30%

Le poids des pépins et des peaux de tomate fraîche étant approximativement 7% du poids de la pulpe, on peut faire la répartition suivante :

1070 kg de tomate fraîche donnent

- 833 kg de vapeur

→ - 167 kg de concentré à 30% } Pulpe à 5% d'extrait sec

- 70 kg de déchets

07

à déduire sans les
pépins et les peaux
du poids
de pulpe

Une ligne de fabrication a une capacité de 165 tonnes de tomate fraîche par 24 heures, soit

$$\frac{165\,000 \text{ kg}}{24 \text{ h}} = 6875 \text{ kg/h (tomate fraîche)}$$

$$\text{Quantité de vapeur à extraire sur une ligne de fabrication par heure} = \frac{6875 \text{ kg/h}}{1070 \text{ kg}} \times 833 \text{ kg de vap}$$

$$= 5352$$

$$\approx 5350 \text{ kg de vapeur / heure}$$

Les 5350 kg de vapeur / heure représente la quantité de vapeur à extraire si on veut passer de 1000 kg de pulpe à 5% d'extrait sec à un concentré à 30%

En réalité la concentration se fait à deux niveaux, comme nous l'avons souligné, nous allons déterminer la quantité de vapeur au niveau du pré-concentrateur et au niveau des boules, le total devra donner 5350 kg de vap./heure

- Quantité de vapeur à extraire au niveau du préconcentrateur

La table en annexe A3 donne pour 1000 kg de pulpe à 5%

- 583 kg de vapeur à extraire

- 417 kg de concentré à 12% d'extrait sec

(On doit faire évaporer dans le préconcentrateur jusqu'à 12%)

Un raisonnement similaire au précédent donne

$$Q_1 = \frac{6875 \text{ kg/h}}{1070 \text{ kg}} \times 583 \text{ kg de vap} \cong 3750 \text{ kg de vapeur/heure}$$

— Quantité de vapeur à extraire au niveau des boules.

Des 1070 kg de tomate fraîche, le préconcentrateur en fournit 417 kg de concentré à 12% aux boules; ces dernières poussent la concentration jusqu'à 30% d'extrait sec.

La table de l'annexe A3 nous donne pour 1000 kg de "pulpe" à 12

- 600 kg de vapeur à extraire
- 400 kg de concentré à 30%

Avec 417 kg de pulpe à 12% on aura alors

$$- \frac{600 \times 417}{1000} = 250.2 \text{ kg de vap}$$

$$- \frac{400 \times 417}{1000} = 166.8 \text{ kg de concentré à 30\%}$$

La quantité de vapeur à extraire sera :

$$Q_2 = \frac{6875 \text{ kg/heure}}{1070 \text{ kg}} \times 250.2 \text{ kg de vap} \approx \underline{\underline{1600 \text{ kg de vap/h}}}$$

La quantité d'eau de condensation se trouve alors inversement proportionnelle à l'écart de température de l'eau entre l'entrée et la sortie du condenseur.

D'après les relevés de température effectués, l'eau disponible dans le bassin de réserve a une température maximale de 25°C .

D'autre part, pour ce qui concerne la température de l'eau à la sortie du condenseur, les spécialistes du traitement de la tomate demandent qu'elle soit au maximum égale à 50°C .

Dans les conditions actuelles de fonctionnement de l'usine, l'eau quitte le condenseur avec une température de 40°C , ce qui correspond à un $\Delta T \approx 15^{\circ}\text{C}$. Nous calculerons la quantité d'eau de condensation avec cette valeur avant d'étudier les influences

b-2/ Quantité d'eau nécessaire pour
concentrer un kg de vapeur

La vapeur d'eau a une température bien déterminée et les tables thermodynamiques donnent la chaleur de vaporisation correspondante. Cette chaleur ou l'enthalpie de vaporisation est égale à la quantité de chaleur qu'il a fallu fournir à l'eau pour la vaporiser. C'est la même quantité de chaleur qu'il faut retirer de la vapeur pour la condenser.

Pour condenser un kg de vapeur de chaleur de vaporisation h'' , il faut une masse M d'eau avec une température d'entrée dans le condenseur T_1 et une température T_2 .

Nous avons la relation suivante :

$$M c_p \Delta T = h'' \quad \Delta T = T_2 - T_1$$

Si $c_p \approx 1 \text{ kcal/kg} \cdot \text{C}$ on a

$$\underline{\underline{M = \frac{h''}{\Delta T}}}$$

- Eau de condensation de la vapeur du préconcentrateur

Vapeur à 42°C maximum $\Rightarrow h'' = 615.5 \text{ kcal/kg}$

Température eau disponible : 25°C (T_1)

Température eau sortie du condenseur : 40°C (T_2)

$$\Delta T = 40^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$$

$$M_1 = \frac{615.5}{15} = 41 \text{ kg d'eau / kg de vapeur}$$

- Eau de condensation de la vapeur des concentrateurs

Vapeur à 68°C $\Rightarrow h'' = 624 \text{ kcal/kg}$

$T_1 = 25^{\circ}\text{C}$ $T_2 = 40^{\circ}\text{C}$ $\Rightarrow \Delta T = 15^{\circ}\text{C}$

Cette vapeur commence à se condenser au niveau du préconcentrateur au quel il cède 615.5 kcal/kg
 Pour la condenser complètement, il faut lui retirer

$$624 - 615.5 = 8.5 \text{ kcal/kg}$$

$$\Rightarrow M_2 = \frac{8.5}{15} = 0.6 \text{ kg d'eau / kg vap}$$

b-3 Débit d'eau nécessaire pour
la concentration de la tomate

Pour le préconcentrateur, on a à extraire
3750 kg de vapeur par heure; il faut 41 kg d'eau
pour condenser 1 kg de cette vapeur.

Le débit d'eau nécessaire pour la condensation est
alors

$$3750 \times 41 = 153750 \text{ kg/heure} \approx 153.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

La quantité de vapeur à extraire du préconcentra-
teur est de 1600 kg de vapeur par heure et il faut
0.6 kg d'eau pour la condensation; on a un débit
d'eau de

$$1600 \times 0.6 = 960 \text{ kg/heure} \approx 1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Le débit d'eau total pour la concentration
est de

$$153750 + 960 = 154710 \text{ kg/heure} \approx \underline{\underline{155 \text{ m}^3/\text{h}}}$$

* C'est une valeur maximum pour une production
de 165 tonnes/jour. Des pertes de chaleur ont été
négligées dans les calculs.

C/ Estimation du débit d'eau potable.

C-1/ Débit d'eau dans les logements

Nous pouvons considérer ces logements comme un hôtel et utiliser les recommandations qui se réfèrent à ce dernier en plomberie.

- Les logements sont constitués de deux bâtiments de 3 unités chacune, ce qui fait au total 6 unités

- Recommandations en plomberie :

* Si la population est inconnue
considérer 1.75 pers/unité

* Consommation journalière : 130 (g/5 pers

* durée : 11 h

* débit de pointe = 3 x débit moyen

- Calcul

Nombre de Personnes : $1.75 \times 6 = 10.5$ gallons U.S.

130 gal en 8 h

au débit de pointe
de la source

Consommation : 130 gallons^(U.S.)/J. pers x 105 pers
 = 1365 g/J

Débit de pointe :

$$3 \times 1365 \text{ gallons/Jour} \times \frac{\text{Jour}}{11\text{h}} \times 4.56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{gallon}$$

$$\approx 1.7 \text{ m}^3/\text{h}$$

- La consommation des sanitaires de l'usine sera estimée à 1.3 m³/h
- La consommation d'eau potable pour le lavage peut être retenue égale à 23 m³/h

Besoin en eau potable : 1.7 + 1.3 + 23 = 26 m³/h

d / Débit d'eau de condensation en fonction de la différence de température (ΔT) entre l'entrée et la sortie du condenseur

Ce débit d'eau nécessite une attention particulière car c'est le plus important de toute l'usine. Il varie avec la différence de température entre l'entrée et la sortie du condenseur (voir page suivante) le débit d'eau minimum est obtenu quand la différence de température est maximale; ceci implique, à première vue, le rejet d'une eau à une température de 50°C dans le canal d'irrigation ce qui n'est pas autorisé par la SAED.

Le problème peut être contourné; en effet le rejet d'une aussi grande quantité d'eau traitée est un gaspillage énorme. Nous proposons le recyclage de l'eau avec l'utilisation d'une tour de refroidissement dont l'utilisation est très avantageuse du fait de la base humidité de l'air, la température humide est environ 20°C

Débit d'eau de condensation en fonction de ΔT

$\Delta T = T_2 - T_1$ ($^{\circ}\text{C}$)	Débit d'eau (m^3/h)
10	232
11	211
12	193
13	179
14	166
15	155
16	145
17	137
18	129
19	122
20	116
21	111
22	106
23	101
24	97
25	93

e- / Possibilités de réduction de la consommation en eau

Bien que le problème de la langue salée puisse être résolu par le barrage anti-sel de Diama, l'alimentation en eau de l'usine restera toujours difficile si l'on ne trouve pas d'autres solutions.

on peut diminuer le coût de production

On se trouve souvent obligé de faire appel à la SAED pour un pompage en dehors de ses heures de services, et dans ces conditions c'est la SNTI qui doit lui fournir le carburant nécessaire pour le fonctionnement des pompes.

Le traitement chimique de cet énorme quantité d'eau pour l'alimentation coûte cher et c'est du gaspillage que de la rejeter dès une première utilisation.

Le recyclage de l'eau devient alors une solution qui s'impose pour le règlement du problème de l'eau.

Nous allons voir les modalités d'application de ce recyclage de l'eau.

e-1 / Analyse du recyclage

- Au niveau du condenseur

L'eau sort du condenseur avec une température de 50°C au maximum. Elle est un peu trouble parce qu'elle est contaminée par la pulpe de tomate. L'eau du condenseur doit être sérieusement désinfectée.

- Au niveau du lavage de la tomate

Dans les grandes installations de traitement de la tomate, on réchauffe l'eau de lavage en y faisant buloter de la vapeur, ce qui la rend plus efficace. L'eau provenant du condenseur et qui se trouve assez chaude peut être utilisée avantageusement pour un premier lavage de la tomate.

Une quantité d'eau potable assez réduite sera utilisée pour un second lavage de la tomate; ce second lavage est nécessaire pour une question d'hygiène.

L'eau récupérée sera assez sale et chargée de débris (tomates pourries, boue, etc...)

Il faut aussi à l'avaloir l'efficacité de la désinfection.

Il est à noter que l'eau chaude provenant du condenseur perd quelque degrés au niveau du lavage en cédant quelques calories à la tomate fraîche et en se mélangeant avec l'eau potable du deuxième étage de lavage.

- Nécessité d'un bassin de récupération

Après ces deux étapes, on pourrait penser qu'il ne reste qu'à refroidir l'eau pour l'utiliser de nouveau au condenseur. Cependant cette eau peut causer beaucoup de dommages si elle est directement dans une tour de refroidissement. Il se pose donc la nécessité d'un bassin assez grand permettant de séparer l'eau et les impuretés. Un autre avantage de ce bassin sera le refroidissement partiel de l'eau qui peut s'y produire.

vers bassin
de sédimentation
et mélange
avec l'eau
brute.

- Nécessité d'une tour de refroidissement

Elle sera d'un apport considérable pour le recyclage de l'eau. La température humide dans l'usine est très favorable pour l'utilisation d'une tour de refroidissement.

e-2/ Procédure du recyclage.

Le recyclage a pour but de réduire la quantité d'eau aspirée du canal et de donner ainsi à l'usine un peu d'autonomie.

Nous avons déjà estimé le débit d'eau nécessaire pour le fonctionnement de l'usine :

155 m³/h d'eau industrielle

26 m³/h d'eau potable

soit au total 281 m³/h

A cet état, le recyclage est impossible car la plus grande partie de l'eau est de l'eau chaude qui vient des condenseurs; l'introduction d'une tour de refroidissement a réglé ce problème.

Au lieu de débiter 155 m³/h dans le condenseur nous proposons 93 m³/h ce qui correspond à un ΔT de 25. Ce ΔT est maximum si l'on considère que l'eau disponible est à 25°C et que la température maximum de l'eau à la sortie du condenseur doit être 50°C

Toute cette quantité d'eau ne pourra certaine-

ment pas être utilisée pour le lavage des tomates. Une partie seulement sera utilisée, l'autre partie sera dirigée directement vers le bassin.

L'eau utilisée pour le lavage (l'eau industrielle et l'eau potable) sera récupérée et déversée au bassin elle aussi.

On notera dans ce recyclage deux apports d'eau

- l'eau fournie par la condensation de la vapeur issue de l'évaporation de la tomate ($5.35 \text{ m}^3/\text{h}$)

- l'eau potable pour le deuxième lavage de cette même tomate : après un lavage intensif avec l'eau industrielle, 40 gicleurs de 0.5 gpm (2.28 litres/min) suffisent à cet effet, soit environ $5 \text{ m}^3/\text{h}$

Donc, chaque heure, l'eau de recyclage sera gonflée de 10 m^3 environ; cependant il y aura aussi des pertes au niveau du lavage, du bassin et de la tour de refroidissement. Un bilan correct ne pourra être fait qu'après la réalisation pratique.

Le refroidissement des boîtes stérilisées se fait

grâce à une circulation d'eau : l'eau pulvérisée sur les boîtes chaudes est récupérée dans une cuve et est reprise par une pompe pour être réutilisée. Ce circuit est trop court, l'eau se réchauffe à la longue et le refroidissement n'est plus efficace.

La solution est de pulvériser les boîtes stérilisées avec l'eau provenant de la tour de refroidissement qui sera ensuite rejeté au bassin

Le bassin de décantation appelé encore lagune aérée doit pouvoir réduire les éléments solides et décantables et il s'y développe des activités biologiques favorables. Pour sa conception on pourra se référer à "Metcraft and Eddy Waste water Engineering"

La qualité de l'eau à la sortie de ce bassin devra être contrôlée de très près. Un renouvellement périodique de l'eau sera à envisager.

La tour de refroidissement pourra être construite sur place ou commandée chez un manufacturier

Pour une commande éventuelle, trois paramètres doivent être connus :

- le débit d'eau à refroidir
- le "range" c'est à dire la différence entre la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la tour
- la température humide à l'endroit où l'on implantera la tour de refroidissement.

Pour la construction sur place, des essais seront nécessaires avant d'arriver au résultat voulu, les facteurs qui seront déterminants sont :

- la température humide (favorable à Dagona)
- la surface de contact entre l'eau et l'air :
cette surface devra être aussi grande que possible, pour ce faire, l'eau est pulvérisée du sommet de la tour par des gicleurs et l'air est soufflé du bas ; on peut aussi disposer à l'intérieur de la tour des filtres-ciments ondulés qui va nuire l'eau en un film très mince qui sera en contact avec l'air soufflé à partir du bas de la tour
- la durée de contact avec l'air et l'eau :
on l'augmente en général en augmentant la hauteur de la tour.

BIBLIOGRAPHIE

- CHARLES R. COX, Technique et contrôle du traitement des eaux, Organisation mondiale de la santé, Genève 1967
- MERRILL L. RIEHL, Water supply and Treatment, 9^{ème} Edition
National Lime Association
- , Standard Methods for the Examination of Water and Waste water
14^{ème} Edition, Apha - Awwa - wpcf
- PETER G. GOOSE, and ARIC, Tomato Paste, Purée Juice and Powder
- PAUL LERAILLEZ, La Conservation industrielle des légumes, J-B Baillière et Fils,
- METCALF and EDDY, INC, Wastewater engineering: collection, treatment, Disposal Mc Graw - Hill

CONCLUSION

La mise sur pied de l'usine de Dagana a été une excellente perspective. Cette réalisation était porteuse d'espoir, non seulement pour les demeurants de la localité de Dagana, mais aussi pour tous les sénégalais et notre gouvernement même qui pensait pouvoir diminuer ses exportations de moitié. Cependant le bonheur des sénégalais serait étroitement lié au malheur des Italiens qui allaient perdre la moitié de l'un de leur marchés, ainsi n'ont-ils pas hésité à saboter et quitter le sentier en plein cours du projet. Les efforts déployés par les dirigeants de la SNTI pour la réalisation complète du projet avaient abouti à l'acquisition des installations actuellement en place. Cette discontinuité dans la réalisation devait être la source de plusieurs problèmes, notamment le mauvais dimensionnement de l'usine, l'installation de machine non adaptée aux conditions climatiques de la région, le coût d'opération élevé de l'usine; aucun document technique

plus fort

As conclusions
général
répartez à
Zéro
qui les
pour les
et article 2011

n'accompagne les installations.

L'étude des problèmes montre que la situation peut être redressée; le rendement de l'usine peut être nettement amélioré. La procédure qui conduit à ce résultat ne devra pas être précipitée des propositions et les suggestions que nous avons eu à faire n'ont nullement la prétention de vouloir résoudre à la fois tous les problèmes posés par le fonctionnement de l'usine. Cependant cette étude constitue une première étape dans la bonne voie de résolution des problèmes. La position des responsables de l'usine par rapport à la question sera déterminante.

Au delà de tous les efforts déployés par les autorités de la SNTI en vue d'améliorer le rendement et la productivité de l'usine, il faut noter une autre dimension, c'est à dire l'attitude du consommateur vis à vis du produit de la SNTI car il ne sert à rien de vouloir produire d'avantage un produit qui ne se vend pas, nous estimons que le combat le plus difficile que doit mener les autorités de l'usine est celui qui consiste à faire accepter son

produit. En effet il semble s'être développé au niveau de la population sénégalaise une mentalité qui croit toujours en la supériorité du produit étranger devant le produit local et ceci quelque soit le secteur industriel considéré.

Le surdimensionnement de l'usine du point de vue des besoins en eau et en électricité militent beaucoup en faveur de l'avenir de l'usine qui peut évoluer vers la création d'un ensemble agro-industriel et agro-pastoral. En effet l'usine pourra facilement se lancer sur la culture intensive de la tomate en quantité suffisante pour les deux chaînes de production, création d'une ferme qui utilisera le tout-à-l'évier pour la nourriture du bétail. /

STERILISATION PAR LE CHLORE

Objectif

Objectif

Le traitement des eaux de boisson par le chlore a pour but principal de détruire les bactéries grâce à l'action microbicide du chlore. Il joue en outre différents rôles secondaires mais néanmoins importants : oxydation du fer, du manganèse et du sulfure d'hydrogène, destruction de certains composés engendrant des goûts et des odeurs désagréables ; il facilite la coagulation

Principes

On utilise soit du chlore gazeux, soit des composés chlorés, mais dans tous les cas le désinfectant est le chlore

Pour que la stérilisation par le chlore soit efficace, il faut :

a- / appliquer le chlore uniformément à toutes les fractions de l'eau à traiter

b- / Ne jamais interrompre la chloration

c- / déterminer la dose de chlore en fonction des besoins normaux de l'eau à traiter

d- / contrôler la chloration de manière à obtenir une eau de consommation qui soit à la fois saine et agréable.

Les eaux naturelles représentent un milieu complexe contenant en solution de nombreuses substances dont la plupart sont négligeables, mais dont certaines peuvent aussi avoir une incidence sur la chloration :

1- Les solides en suspension peuvent protéger les bactéries contre l'action du chlore

2- Les matières organiques réagissent avec le chlore dont l'action stérilisante se trouve de ce fait fortement réduite ou même supprimée.

3- L'ammoniaque forme avec le chlore des chloramines ou chlore résiduel combiné qui possède des propriétés stérilisantes bien inférieures à celle du chlore résiduel libre

4- Il est plus facile de stériliser les eaux de faible PH (inférieur à 7.2 environ) et de faible alcalinité que celles dont le PH dépasse 7.6

5- Les nitrites se combinent au chlore libre et peuvent conduire à l'obtention d'une coloration trompeuse dans le test à l'orthotolidine si celui-ci n'est pas corrigé par l'utilisation de réactif à l'arsénite.

6- Le manganèse donne dans le test à l'orthotolidine une coloration trompeuse à laquelle on remédie par l'addition d'arsénite.

Température

La rapidité microbicide du chlore est proportionnelle à la température de l'eau, par conséquent toutes choses égales d'ailleurs, la stérilisation par le chlore est plus efficace dans les eaux de température élevée. En revanche, le chlore est plus stable dans les eaux froides, donc subsiste plus longtemps ce qui compense dans une certaine mesure la lenteur relative de son action.

Durée du contact

Le temps pendant lequel le chlore peut réagir avec les constituants de l'eau représentent l'un des facteurs les plus importants de la chloration. Il doit être au minimum de 10 ou 15 min et de préférence de plusieurs heures afin que la stérilisation soit efficace mais que la teneur en chlore résiduel de l'eau d'livrée ne soit pas trop élevée.

Chlore résiduel libre et chlore résiduel combiné

On a constaté en laboratoire qu'en ajoutant des doses croissantes de chlore dans une série de tubes contenant des échantillons d'une même eau riche en ammoniacque et en matière organique qu'il y avait quatre phases dans l'évolution du chlore résiduel

- Pour des doses allant de 0,0 à 0,12 ppm, le chlore se combine en matières organiques; il ne subsiste pas de chlore résiduel et l'eau n'est donc pas stérilisée.
- Pour les doses allant de 0,12 à 0,53 le chlore se combine avec l'ammoniacque de l'eau pour former du chloramines et des composés organiques chlorés. Par l'épreuve à l'orthotolidine; une partie de ceux-ci et les chloramines réagissent par l'épreuve à l'orthotolidine; on constate que la teneur en chlore résiduel combiné croît au fur et à mesure que les doses augmentent.
- Pour les doses comprises entre 0,53 et 0,7 ppm

on remarque l'apparition du point critique au-delà duquel l'augmentation des doses de chlore amène une recrudescence d'activité chimique qui permet l'oxydation ou la modification des chloramines et des composés organiques chlorés.

- Enfin pour des doses supérieures à 0.7 ppm: toute nouvelle augmentation de la dose de chlore produit alors du chlore résiduel libre dont la teneur s'accroît avec l'augmentation de la dose.

Pour la stérilisation, on pourra alors procéder de deux manières pour avoir une certaine teneur de chlore résiduel :

- On peut ajouter à l'eau une faible dose de chlore pour obtenir une teneur en chlore résiduel de 0,1 à 0.2 ppm et sans atteindre le point critique. Ces faibles doses entraînent la formation de chlore résiduel combiné notamment sous forme de chloramines (combinaison du chlore avec l'ammoniac) dont l'action stérilisante n'est pas efficace bien que le chlore combiné soit plus stable.

- une autre manière de procéder est de stériliser par introduction de doses massives de chlore, ce qui permet de dépasser le point critique et de produire du chlore résiduel libre dont l'action bactéricide est très rapide : c'est ce qu'on appelle "stérilisation par chlore résiduel libre" ou "surchloration au point critique".
La première procédure, le "traitement par les chloramines" est désuète.

LA TURBIDITE

La turbidité de l'eau est causée par la présence de particule en suspension. Celles-ci peuvent être constituées par de la vase ou du limon arrachés au sol et par des matières organiques ou minérales dans les eaux de ruissellement, de carbonate de calcium précipité dans toutes les eaux, de l'hydrate d'alumine dans les eaux traitées, de l'oxyde de fer précipité dans les eaux corrosives, des micro-organismes etc.

Selon leur degré de turbidité, les eaux brutes demandent des doses de coagulant plus ou moins fortes et l'abaissement de ce degré permet de juger de l'efficacité de la coagulation.

Le degré de turbidité dépend de la concentration, ou de la dispersion des matières en suspension ainsi que des caractéristiques d'absorption lumineuse de la suspension. Il ne se mesure pas alors en parties par million (ppm) mais en unités, puisque, par exemple la présence de 1,0 mg de terre à foulon par litre d'eau ne produit pas

nécessairement le même degré de turbidité que la même concentration d'un matériau plus fin ou plus grossier et, par conséquent, ne suscite pas nécessairement un degré de turbidité, qui déterminé à l'aide du turbidimètre Jackson serait égal à une unité.

Aucune valeur n'est indiquée pour le degré de turbidité d'une eau donnée car cette question et celle du traitement à adopter dépendent des conditions particulières à chaque cas et ne se prêtent pas à la fixation d'une limite en général.

ALCALINITE

Dans les eaux naturelles, l'alcalinité est généralement due à la présence de carbonates et de bicarbonates de calcium, de magnésium, de sodium et de potassium.

Lorsqu'elle n'est pas excessive, l'alcalinité, bien que négligeable du point de vue sanitaire est extrêmement importante pour les opérations de coagulation et d'adoucissement et pour les mesures de prévention de la corrosion. Le sulfate d'alumine est un sel acide qui, ajouté en petite quantité à l'eau naturelle réagit avec les constituants alcalins pour former un floc. Si ces constituants sont en quantité insuffisante pour réagir avec la totalité du sulfate d'alumine, la coagulation est incomplète et il reste du sulfate d'alumine en solution.

Il arrive donc qu'il faille augmenter l'alcalinité de l'eau par addition de carbonate de soude ou de chaux pour achever la coagulation ou pour maintenir une alcalinité qui empêche l'eau traitée

d'être corrosive.

Les constituants alcalins se présentent sous forme d'hydroxydes de carbonates ou d'hydrogénocarbonates (bicarbonates)

D'ordinaire l'alcalinité globale déterminée en présence du méthyl orange renseigne suffisamment pour permettre de contrôler la coagulation et de prévenir la corrosion.

DURETE

L'eau est un solvant universel qui dissout différentes quantités de substances minérales. Certaines de ces substances qui produisent la dureté ne compromettent pas la qualité hygiénique de l'eau, mais sont importantes pour son utilisation domestique, notamment le lavage et le chauffage central. Les sels minéraux qui sont les principaux constituants minéraux réagissent avec le savon pour donner des composés insolubles. Tant que tout le calcium et tout le magnésium ne sont pas précipités, le savon ne moussé pas; la consommation de savon d'une eau est donc un indice de sa dureté. Le calcium et le magnésium se dissolvent généralement sous forme hydrogénocarbonates (bicarbonates) solubles mais ceux-ci peuvent se transformer, par chauffage en carbonates moins solubles qui précipitent et sont une des causes d'incrustation dans les conduites de distribution et les chaudières. Quand la dureté est supérieure à la somme des alca-

limités en carbonate et en bicarbonate, la dureté qui est équivalente à l'alcalinité totale est appelée dureté carbonatée. L'excès de dureté est appelé dureté non-carbonatée. Si la dureté est inférieure ou égale à l'alcalinité totale, on n'a qu'une dureté carbonatée.

DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE

D.C.O.

On mesure avec cet essai la quantité de matière organiques contenue dans un échantillon.
On mesure la quantité totale d'oxygène requise pour oxyder toute la matière organique.

DEMANDE D'OXYGENE BIOLOGIQUE

D.B.O.

Cette mesure est utilisée pour dimensionner les unités de traitement et pour mesurer l'efficacité d'une usine de traitement.

On mesure la quantité d'oxygène dissout, consommée par les microorganismes sur une période de temps donnée (habituellement cinq jours (DBO₅) pour stabiliser la matière organique.

ETAT DU LABORATOIRE DE L'USINE

Le laboratoire de l'usine est relativement bien équipé. Le recensement suivant a été fait

Appareillage

- 1 Balance Mettler
- 1 PH mètre digital
- 1 Microscope binoculaire
- 1 centrifugeuse
- 1 balance à plateau de précision
- 1 four de labo de 1000°C
- 1 Réfractomètre de table
- 1 réchaud de laboratoire avec vide

Matériel

<u>Fuole</u> :	2 de 1 litre	2 de 150 ml
	2 de 500 ml	5 de 100 ml
	2 de 250 ml	3 de 50 ml

Bécher

1 de 500 ml
1 de 300 ml
4 de 200 ml
4 de 100 ml

Ballon

1 de 1 litre
4 de 500 ml
1 de 250 ml jaugé
5 de 100 ml "
1 de 50 ml "

Pipettes

5 pipettes de 5 ml
3 pipettes de 10 ml
2 pipettes de 25 ml
2 pipettes de 50 ml

On notera aussi l'existence de papier filtre, de burette et de verreries diverses.

Nous ne proposons que l'achat d'un comparateur Hellige et la recherche d'un laborantin.

METHODES DE LABORATOIRE

Les méthodes de laboratoires publiées dans les pages suivantes sous forme de planche permettent de faire les mesures de contrôle nécessaires pour assurer une bonne qualité surtout constante au produit.

Les points de contrôle ainsi que la fréquence des contrôles sont consignés dans le dessin qui figure en annexe (A-1) et qui constitue un résumé de la procédure de contrôle de qualité.

Planche n° 1

Détermination du pourcentage d'extraits secs

Il existe deux méthodes pour la détermination du pourcentage d'extraits secs autrement dit, du degré de concentration.

I) Méthode par séchage au four.

A) Matériel requis.

1 balance de précision.

1

1 dessicateur

1 capsule

B) Manipulation

a) Peser la capsule vide et préalablement séchée

b) Mettre environ 5g d'échantillon dans la capsule et peser

c) Mettre la capsule dans une étuve à 105°C pendant 4 heures

d) Sortir la capsule et la faire refroidir dans un dessicateur

e) Peser à nouveau la capsule + échantillon

C) Calcul

- Soit P_v le poids de la capsule vide

- Soit P_e le poids de l'échantillon + capsule avant séchage

- Soit P'_e le poids de l'échantillon + capsule après séchage

On a :

Poids de l'échantillon humide : $P_h = P_e - P_v$

Poids de l'échantillon sec : $P_s = P'_e - P_v$

Donc :

$$\text{Pourcentage d'extraits secs : } X\% = \frac{P_s}{P_h} \times 100$$

D) Remarques.

1. La procédure normale, consiste à continuer à sécher après chaque pesage jusqu'à obtention d'un poids constant.
2. Cette méthode est considérée comme "méthode absolue". Cette méthode étant très lente, elle ne peut être utilisée pour contrôler le produit durant sa fabrication. Cependant, elle peut être utilisée par les contrôleurs publics ou également par les manufacturiers comme mesure de référence en l'effectuant une fois par quart de travail.

II) Méthode par mesure directe au réfractomètre.

A) Matériel requis

Un réfractomètre portable

Plusieurs morceaux d'étoffes en mousseline

B) Manipulation.

- a) Mettre l'échantillon non dilué dans un morceau de mousseline
- b) Presser et mettre une goutte du filtrat sur la prisme du réfractomètre
- c) Fermer la prisme et lire directement sur un cadran gradué le pourcentage d'extraits secs.

Planche n° 2

Détermination des solides insolubles.

Certaines variétés de tomates sont plus pulpeuses que d'autres et contiennent ainsi plus de solides insolubles. Même si cela est de faible importance, il peut être utile pour la détermination des différents corps qui composent le produit. Un rapport de solides totaux sur solides insolubles inférieur à 8 donne généralement un produit dont la consistance est satisfaisante. Dans la pulpe fraîche, la proportion de solides insolubles est généralement de 12,5% des solides totaux.

A) Manipulation.

- a) Mettre exactement 5g de pâte non diluée en solution avec 100 ml d'eau distillée dans un gobelet
- b) Faire bouillir légèrement la solution pendant 30mn en agitant de temps en temps.
- c) Faire reposer pendant un instant et filtrer à l'aide d'un papier filtre du type n° 1
- d) Remettre les résidus dans le gobelet
- e) Rajouter environ 50ml d'eau distillée dans la solution et faire bouillir pendant 15 minutes.
- f) Après une nouvelle décantation à travers un filtre, répéter l'opération e) une fois de plus
- g) Faire une dernière filtration à travers un filtre Gooch taré
- h) Sécher le filtre contenant les résidus dans une étuve à 70°C jusqu'à obtention d'un poids constant.

Calcul

soit P_f le poids du filtre à Gooch mesuré à l'étape g)

soit P_c le poids constant du filtre + résidus mesuré en h)

$$\text{Pourcentage d'extraits secs: } X = \frac{P_c - P_f}{5}$$

Planche n° 3

Determination de l'acidité

L'acidité dans la tomate est généralement considérée comme étant entièrement citrique, et les acides sont toujours déterminés comme acide citrique monohydrate.

Le titrage de l'acide citrique avec une solution d'hydroxide de sodium est sujet à des difficultés car le PH neutre est à 8.9 et la courbe de neutralisation est plutôt expansée, ce qui fait qu'il s'avère difficile de trouver un indicateur réellement satisfaisant. Cependant, en pratique, il convient d'utiliser de la phenolphtaleine (qui vire au rose à un PH=8.9)

Manipulation

- a) Peser X grammes de l'échantillon
- b) Mettre 40 ml d'eau distillée
- c) Mettre la solution ainsi obtenue au bain Marie pendant 1 s
- d) Defequer avec 2 ml de Carreza 1 (acetate de zinc) et 2 ml de Caneza 1 (ferrocyanure de potassium).
- e) Laisser refroidir et compléter à 100 ml et filtrer.
- f) Prendre 10 ml de ce filtrat et doser avec de la soude à 0,1 N en présence de phenolphtaleine

Calcul.

Soit V le volume de soude

Soit ρ la masse spécifique de la solution.

n°

$$\text{Pourcentage d'acide citrique : } X\% = \frac{V \times 7.0}{\rho \times \% \text{ de solides totaux}}$$

Planche n° 4

Détermination du sucre

La quantité de sucre contenue dans la tomate est si petite qu'en pratique on peut la négliger. Les sucres réducteurs qui composent 50 à 60% des solides totaux contenues dans la tomate sont essentiellement du dextrose (glucose) et leivulose (Fructose) dans des proportions presque égales.

A) Manipulation

(On peut utiliser le filtrat obtenu lors de la détermination de l'acidité)

- a) Prendre 10ml de filtrat
- b) Ajouter 40 à 50ml d'eau distillée, 5ml d'acide chlorhydrique dilué.
- c) Porter au bain marie pendant 5 minutes.
- d) Ajouter de l'eau distillée jusqu'à obtention d'une solution de 100ml.
- e) Prelever 5ml de la solution ainsi obtenue et ajouter 5ml de réactif de Luff-Schoorl
- f) Préparer les solutions suivantes:
 - (A) Dissoudre 5g d'acide acétique dans 50ml d'eau.
 - (B) Dissoudre 25g de sulfate de cuivre dans 100ml d'eau.
 - (C) Dissoudre dans environ 300ml d'eau chaude 143,8g de carbonate de sodium
- g) Verser la solution (A) dans la solution (C) après refroidissement en agitant prudemment.
- h) Verser la solution (B) dans la solution ainsi obtenue (A+C)
- i) Ajouter de l'eau distillée jusqu'à obtention d'une solution de un litre et filtrer. Le PH doit être voisin de 9.4

- j) Après addition du réactif de Luf-schod, ajouter un peu de pierre de Ponce.
- k) Chauffer à l'aide d'un brûleur; l'ébullition doit se faire au bout de 3 minutes. Ensuite laisser bouillir pendant 5 minutes (douce ébullition)
- l) Refroidir immédiatement et ajouter 3 ml de KI à 30%
3 ml de H_2SO_4 6N goutte à goutte
- m) Dosier avec le Thiosulfate de sodium 0,1N en présence d'empois d'amidon.
- n) Faire un blanc avec de l'eau distillée
- o) Faire la différence entre le blanc et l'échantillon et lire sur la table.

Planche n° 5

Détermination du sel

Une méthode d'analyse exacte et précise pour la détermination de la teneur en sel de la pâte de tomate n'est généralement pas nécessaire, et ainsi un titrage direct d'un mélange convenable à l'aide d'une solution standard de nitrate d'argent est satisfaisant pour la plupart des déterminations (Méthode de Mohr)

A) Manipulation

(on peut utiliser le filtrat obtenu lors de la détermination de l'acidité).

- Prendre 5 à 10 ml du filtrat
- Ajouter 1 ml de solution de K_2CrO_4 (chromate de potassium) à 5%
- Titrer directement avec le nitrate d'argent ($AgNO_3$) 0,1N en agitant jusqu'à coloration rose persistante

Calcul.

soit V_t le volume de titrant

soit X la quantité de sel dans les solides totaux

$$X = 0.00585 V_t$$

$$\text{Teneur en sel : } X\% = \frac{V_t \times 5.850}{P_{\text{solution}} \times \% \text{ Solides totaux}}$$

Planche n° 6

Détermination des cendres.

La détermination des cendres rend compte de la présence de matières minérales dans la pâte de tomate.

A) Manipulation

- a) Peser x grammes (environ 5 grammes) dans un creuset préalablement séché et taré
- b) Chauffer à l'aide d'un bec Bunsen, jusqu'à évaporation complète de l'eau.
- c) Après calcination, porter au four jusqu'à obtention de cendres exemptes de points noirs charbonneux. Sinon, humecter un peu les cendres et reporter au four.

B) Calcul

Soit P_v le poids du creuset vide

Soit P_c le poids du creuset + cendres.

$$\text{Pourcentage de cendres : } y\% = \frac{P_c - P_v}{x}$$

Planche n° 7

Détermination de la teneur en cuivre.

(Méthode colorimétrique de GALLAN et HENDERSON.)

Le diéthyledithiocarbamate de sodium donne avec le cuivre, en solution légèrement alcaline, un composé de couleur jaune. Ce composé est extrait par l'alcool amylique et la couleur est comparée à celles des solutions contenant des quantités connues de cuivre.

A) Réactifs nécessaires:

- Acide sulfurique à 66°.
- Acide nitrique à 36°.
- Acide perchlorique pur à 55°.
- Phosphate de soude pur.
- Diéthyledithiocarbamate de sodium.
- Alcool isoamylique pur 129/131 redistillé.
- Ammoniaque pure, $d = 0,900$, redistillée.

L'eau distillée devra provenir d'un appareil en verre, ou être redistillée dans l'appareil de Fumel. Vérifier l'absence de cuivre, dans l'eau distillée et dans les divers réactifs, par la réaction au diéthyledithiocarbamate.

B) Préparation des réactifs et de l'échelle colorimétrique

Après s'être assuré que les divers réactifs ne contiennent pas de cuivre, on prépare les deux solutions suivantes :

- a) solution aqueuse de pyrophosphate de sodium à 6%

b) solution de diethyldithiocarbamate de sodium dans l'eau distillée (2g pour 10 cm³)

On pèse d'autre part 0,3928g de sulfate de cuivre cristallisé (SO₄Cu, 5H₂O). On dissout dans l'eau légèrement acidulée par l'acide sulfurique et on ajuste la solution à 100 cm³; 1 cm³ de cette solution représente 1 mg de cuivre. En prélever 1 cm³ et étendre à 100 cm³ avec de l'eau distillée: 1 cm³ de la nouvelle solution correspond à 0,01 mg de cuivre (solution type)

Dans six tubes à essais, de mêmes dimensions et de même épaisseur, de verre, propres et secs, verser:

Tube n° 1 : 0,5 cm³ de la solution type + 19,5 cm³ d'eau distillée

— n° 2 : 1 cm³ — + 19 cm³ —

— n° 3 : 1,5 cm³ — + 18,5 cm³ —

— n° 4 : 2 cm³ — + 17,5 cm³ —

— n° 5 : 2,5 cm³ — + 17,5 cm³ —

— n° 6 : 3 cm³ — + 17 cm³ —

Ces diverses solutions sont traitées dans les mêmes conditions que la solution sur laquelle on opère le dosage.

c) Mode opératoire

a) Peser dans un petit becher de 50 cm³ entre 5g et 10g de substance (épate de tomate).

b) Transvaser avec de l'eau bidistillée, dans une fiole Kjeldahl de 300 cm³.

c) Ajouter 10 cm³ d'acide sulfurique pur et goutte à goutte, 20 cm³ d'acide nitrique concentré.

d) laisser en contact pendant deux heures puis chauffer lentement

et progressivement.

e) Lorsque le liquide commence à s'éclaircir, ajouter 2 à 3 cm³ d'acide nitroperchlorique (une partie d'acide nitrique et deux parties d'acide perchlorique), par petites portions.

f) Lorsque la destruction est terminée et que le liquide est limpide, laisser refroidir et ajouter 50 cm³ d'eau distillée.

g) Faire évaporer jusqu'à formation de fumées blanches.

Recommencer ce traitement trois fois pour bien éliminer les vapeurs nitreuses.

h) Après refroidissement, transvaser dans un ballon jaugé de 200 cm³.

i) Rincer trois fois avec de petites quantités d'eau.

j) Refroidir et ajuster à 200 cm³.

D) Dosage.

a) Prélever 20 cm³ de la solution obtenue et les verser dans un tube à essais identique à ceux de l'échelle colorimétrique (tubes 22 x 220).

b) Ajouter 3 cm³ de solution de pyrophosphate de sodium (ou 5 à 10 cm³, si le fer est en quantité importante).

c) Mettre au bain-marie quinze minutes à 80°C.

d) Laisser refroidir. Ajouter de l'ammoniaque jusqu'à neutralité au papier tournesol. Le fer est à ce moment engagé sous forme d'un complexe qui ne réagit pas sur le réactif au dithio carbamate.

e) Ajouter une goutte de lessive de soude à 36°Be; 10 cm³ d'alcool isoamylique, 0,5 cm³ de solution de diéthyl dithio carbamate de sodium.

f) Agiter pendant exactement une minute et laisser reposer une minute.

g) Prelever la couche d'alcool avec une pipette, filtrer sur filtre sans pli, pour éliminer les traces d'eau qui peuvent être prélevées avec l'alcool.

h) Comparer les teintes des filtrats entre elles.

Les teintes peuvent être également mesurés à l'aide du colorimètre à cellule photo-électrique. Une courbe peut être tracé en fonction de la mesure de coloration des solutions étalonnées.

Planche n° 8

Mesure de la Consistance.

Il existe plusieurs méthodes pour la mesure de la consistance. Cependant nous ne présenterons ici que la méthode la plus utilisée par les manufacturiers et clients.

A) Manipulation

- a) Disposer d'une surface en matière plastique ou en verre sur laquelle on dessine plusieurs cercles concentriques dont la distance entre deux rayons consécutives est constante.
- b) Placer sur cette surface un cylindre creux par exemple un morceau de tube de diamètre 2 pouces et de hauteur 3 pouces avec les deux bouts parfaitement lisses et ronds afin que le tube une fois rempli et soulevé légèrement, la pâte puisse s'étendre sur la surface.
- c) 30 secondes après avoir légèrement soulevé le tube, mesurer l'étalement moyen sur les 4 côtés opposés. Cette mesure indique la consistance du concentré.

B) Analyse :

Soit E_m l'étalement moyen sur les 4 côtés opposés mesurés en cm

on a :

$$\text{Taux d'étalement} : \Delta = \frac{E_m}{30}$$

Rem: Un taux d'étalement élevé indique que le produit a mauvaise consistance

Planche n° 9

Détermination de la Couleur

Il existe plusieurs méthodes pour la détermination de la couleur d'un produit, nous nous proposons d'exposer la méthode utilisant le tintomètre "Lovibond"

Planche n° 10

Barèmes de stérilisation - Refroidissement

Les purées de tomates étant généralement embouteillées à une température de 90°C minimum, on peut éviter la stérilisation en utilisant des boîtes préalablement ébouillantées et en les retournant après sertissage, de façon à stériliser l'air contenu dans l'espace libre. Ce procédé peut s'appliquer surtout aux boîtes 1/2, 1/1 et 5/1, dans lesquelles la masse de purée ne refroidit pas trop vite avant sertissage. Cependant si la température de remplissage est inférieure à 90°C, il est préférable de soumettre les boîtes pleines à un rechauffage au bain-marie bouillant avant sertissage.

Dans le cas des boîtes 1/12 et 1/6, on peut craindre un refroidissement plus rapide de la purée, de sorte que pour ces types de boitage il est préférable de stériliser. La stérilisation s'effectue à l'air libre dans l'eau bouillante. Les durées de stérilisations à 100°C sont généralement les suivantes (boîtes immobiles)

Boîtes 1/12	-----	20 minutes
- 1/6	-----	30 -
- 1/2	-----	50 -
- 1/1	-----	80 -
- 5/1	-----	120 -

Après stérilisation les bûtes sont aussitôt refroidies dans un courant d'eau froide ou, ce qui est mieux, en les faisant passer sous une série de gicleurs, la pulvérisation d'eau froide à la surface des bûtes permettant un refroidissement rapide.

ANNEXE A₃

ANNEXE A₃

JUICE TABLE																											
% DRY SOLID		QUANTITY OF JUICE REQUIRED TO PRODUCE HUNDRED UNITS OF CONCENTRATE																									
Juice ↓	Concentrate →	10	15	20	25	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	45	50	55	60	65	70	
3		833	500	663	833	833	833	1000	1023	1088	1100	1183	1168	1200	1233	1268	1300	1333	1368	1400	1433	1468	1500	1533	1568	1600	1633
4		250	375	500	625	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975	1000	1025	1050	1125	1250	1375	1500	1625	1750	
4.5		222	333	444	555	622	644	668	688	711	733	755	777	800	822	844	866	888	911	933	1000	1111	1222	1333	1444	1555	
5		200	300	400	500	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840	900	1000	1100	1200	1300	1400	
5.5		181	272	363	454	509	527	545	563	581	600	618	636	654	672	690	709	727	745	763	818	900	1000	1080	1181	1272	
6		166	250	333	416	466	483	500	517	534	550	567	583	600	616	633	650	666	683	700	750	833	916	1000	1083	1166	
6.5		153	230	307	384	430	446	461	478	492	507	523	538	554	569	584	600	615	630	646	682	768	846	923	1000	1076	
7		142	214	286	357	400	414	428	443	457	471	485	500	514	528	542	557	571	585	600	643	714	785	857	928	1000	
8		125	187	250	312	350	362	375	387	400	412	425	437	450	462	475	487	500	512	525	562	623	687	750	812	875	
9		111	166	222	277	311	322	333	344	355	366	377	388	400	411	422	433	444	455	466	500	555	611	666	722	777	
10		—	150	200	250	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	450	500	550	600	650	700	
11		—	136	182	227	254	263	272	282	291	300	309	318	327	336	345	354	363	372	382	409	434	500	545	591	636	
12		—	125	166	208	230	241	250	258	268	275	283	291	300	308	316	325	333	341	350	375	418	459	500	541	583	
13		—	116	154	192	218	229	237	246	254	261	269	277	284	292	300	307	315	323	331	354	394	433	473	513	553	
14		—	107	140	176	200	207	214	221	228	235	243	250	257	264	271	278	285	293	300	321	357	393	429	464	500	
15		—	—	132	168	180	189	195	200	208	215	222	229	236	243	250	257	264	271	278	300	333	366	400	433	466	

EXAMPLE. To find the quantity of juice at 6% D.S. required to produce a hundred units of concentrate at 40% D.S. follow the horizontal line of 6% until it meets vertical line of 40%. At the point of intersection, the figure read (564) will give quantity of juice required per hundred units of concentrate.

CONCENTRATION TABLE

% DRY SOLIDS		Quantity of water evaporated (W: top figure) and concentrate (C: lower figure) obtained for each thousand units of juice (Q) obtained from (m) to (n) dry solids (*)																								
		Quantity of water evaporated (W: top figure) and concentrate (C: lower figure) obtained for each thousand units of juice (Q) obtained from (m) to (n) dry solids (*)																								
Juice ↓	Concentrate →	10	15	20	25	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	45	50	55	60	65	70
m	3	780	820	850	880	890	897	900	904	907	908	912	915	917	919	921	922	923	927	928	933	940	943	950	954	957
		380	330	180	120	107	100	100	98	93	91	91	89	88	83	81	79	77	75	73	72	67	60	55	50	43
4	4	620	723	800	840	850	852	857	871	876	879	883	886	889	893	895	898	900	902	905	911	920	927	933	938	943
		480	287	200	180	142	138	133	129	125	121	121	117	114	111	108	105	102	100	98	93	89	80	73	67	62
4.5	4.5	550	700	775	820	840	845	850	855	860	864	868	872	875	879	882	885	888	890	893	900	910	918	925	930	935
		450	300	225	180	160	155	150	145	140	138	138	132	128	125	121	118	115	112	110	107	100	90	82	75	70
5	5	500	667	750	800	822	828	833	839	844	848	853	857	861	865	869	872	875	878	881	889	900	903	917	923	928
		350	233	250	280	178	172	167	161	156	151	151	147	145	139	135	131	128	125	122	119	111	100	91	83	77
5.5	5.5	450	634	725	780	803	810	816	822	828	834	838	843	847	851	855	858	863	866	869	877	890	900	908	915	921
		350	286	275	233	187	180	184	178	172	168	168	162	157	153	149	145	141	138	134	131	125	110	100	92	85
6	6	400	600	700	760	783	789	800	807	813	819	824	829	833	838	843	846	850	854	857	867	880	891	900	907	914
		300	400	300	240	218	207	200	193	187	182	182	178	171	167	162	157	154	150	146	143	133	126	108	100	90
6.5	6.5	350	586	675	740	763	770	780	790	797	803	809	814	819	825	829	833	838	841	845	855	870	881	890	900	907
		300	434	325	280	252	224	217	210	200	197	197	191	186	181	175	171	167	162	158	155	145	138	119	103	93
7	7	300	633	730	790	813	820	830	837	844	850	856	860	865	871	875	879	883	887	891	904	916	927	936	945	950
		200	467	350	280	250	242	233	226	218	212	212	208	200	194	189	184	179	176	171	167	158	140	128	117	105
8	8	250	687	800	860	883	890	900	907	914	920	926	931	936	942	946	950	954	958	961	977	990	1000	1007	1015	1020
		150	523	400	330	298	270	262	255	248	240	240	233	225	222	216	210	205	200	196	190	179	160	148	133	123
9	9	200	737	850	910	933	940	950	957	964	970	976	981	986	992	996	1000	1004	1008	1011	1029	1042	1050	1057	1065	
		100	573	450	380	348	320	312	305	298	291	291	285	277	270	265	257	251	245	240	235	214	200	189	174	169
10	10	150	837	950	1010	1033	1040	1050	1057	1064	1070	1076	1081	1086	1092	1096	1100	1104	1108	1111	1129	1142	1150	1157	1165	
		50	687	550	480	448	420	412	405	398	391	391	385	377	370	365	357	351	345	340	335	314	290	279	264	260
11	11	100	937	1050	1110	1133	1140	1150	1157	1164	1170	1176	1181	1186	1192	1196	1200	1204	1208	1211	1229	1242	1250	1257	1265	
		0	783	650	580	548	520	512	505	498	491	491	485	477	470	465	457	451	445	440	435	414	390	379	364	360
12	12	50	1037	1150	1210	1233	1240	1250	1257	1264	1270	1276	1281	1286	1292	1296	1300	1304	1308	1311	1329	1342	1350	1357	1365	
		0	883	750	680	648	620	612	605	598	591	591	585	577	570	565	557	551	545	540	535	514	490	479	464	460
13	13	0	1137	1250	1310	1333	1340	1350	1357	1364	1370	1376	1381	1386	1392	1396	1400	1404	1408	1411	1429	1442	1450	1457	1465	
		0	983	850	780	748	720	712	705	698	691	691	685	677	670	665	657	651	645	640	635	614	590	479	464	460
14	14	0	1237	1350	1410	1433	1440	1450	1457	1464	1470	1476	1481	1486	1492	1496	1500	1504	1508	1511	1529	1542	1550	1557	1565	
		0	1083	950	880	848	820	812	805	798	791	791	785	777	770	765	757	751	745	740	735	714	690	479	464	460
15	15	0	1337	1450	1510	1533	1540	1550	1557	1564	1570	1576	1581	1586	1592	1596	1600	1604	1608	1611	1629	1642	1650	1657	1665	
		0	1183	1050	980	948	920	912	905	898	891	891	885	877	870	865	857	851	845	840	835	814	790	479	464	460

EXAMPLE: To find the quantity of water to be evaporated per thousand units of juice at 6% D.S. to produce a concentrate of 40 D.S., follow the horizontal line of 6% until it meets the vertical line 40%. At the point of intersection, the black number (850) will give the quantity of water to be evaporated and the red number (150) will give the corresponding quantity of concentrate produced.

To find the quantity of water to be evaporated per thousand units of juice at 6% D.S. to produce a concentrate of 40 D.S., follow the horizontal line of 6% until it meets the vertical line 40%. At the point of intersection, the black number (850) will give the quantity of water to be evaporated and the red number (150) will give the corresponding quantity of concentrate produced.

Formulae used:
 water evaporated, $W = Q \cdot \left(1 - \frac{m}{n}\right)$
 concentrate obtained, $C = Q - W$

ANNEXE A4

Mesures Expérimentales sur l'unité de Concentration.

Ces mesures visent les buts suivants:

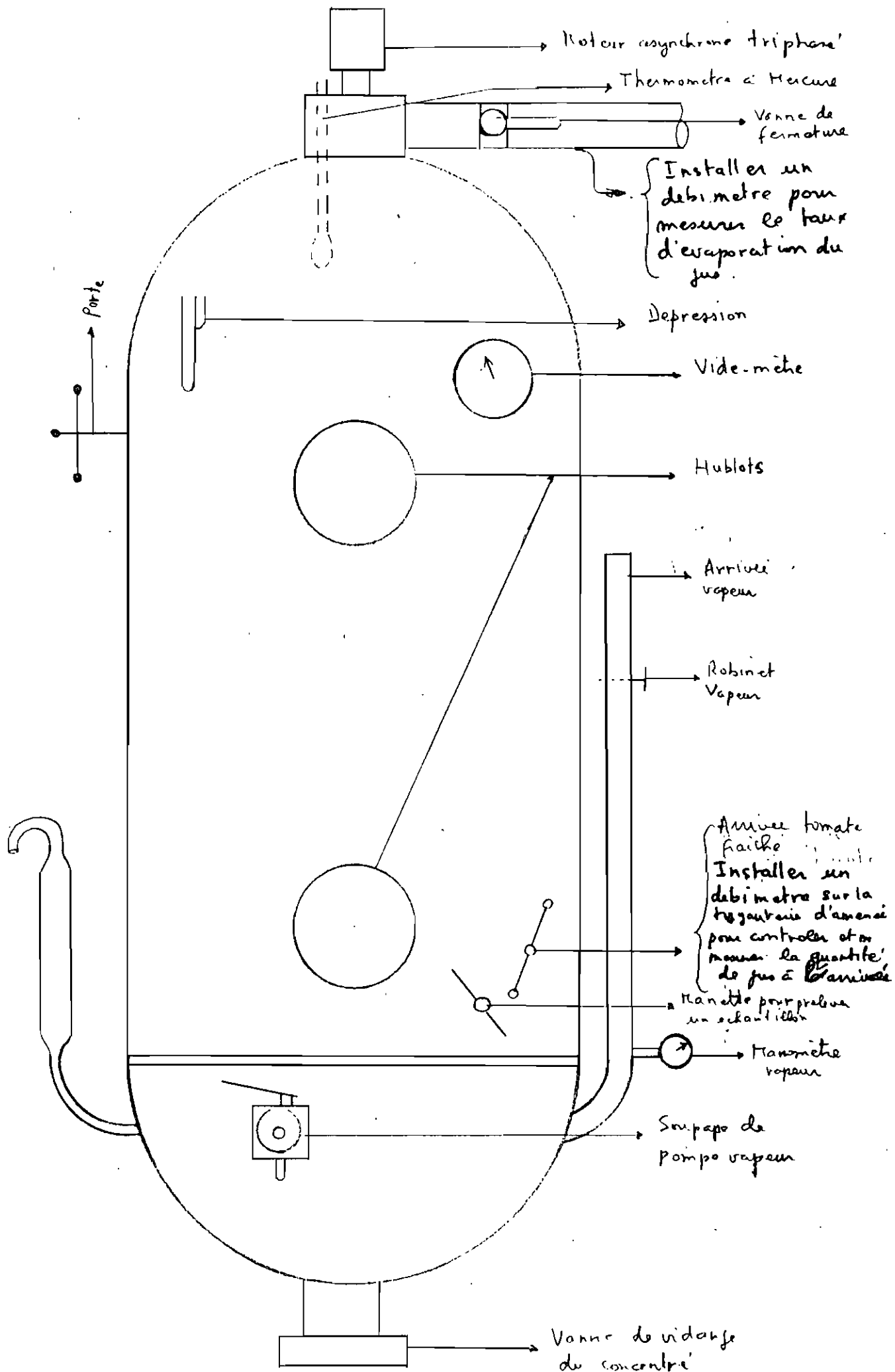
- 1°) Comprendre le fonctionnement des concentrateurs
- 2°) Optimiser la quantité de jus à injecter dans les boules à chaque ouverture de la manette d'arrivée de jus.
- 3°) Proposer un plan d'ordonnement optimale pour le système de concentration

Cependant nous n'avons pas pu tirer des conclusions significatives résultant de ces mesures et ceci pour deux raisons:

- Les mesures prises pour deux quarts de travail seulement ne pouvaient nous permettre de tirer une quelconque conclusion
- Il y avait absence de débitmètre pour contrôler le jus à l'arrivée ainsi que pour mesurer le taux d'évaporation.

Ainsi Nous estimons que ces mesures doivent être poursuivies et si échelonnées ~~durant~~ toute ~~une~~ campagne et que des débitmètres doivent être installés sur les boules comme le montre le schéma sur la page suivante.

· Pour les mesures expérimentales voir Annexe A5



Schema d'une boiler à concentration sous vide avec amélioration