la panela

Un programme de transfert sud - sud

Sucre roux à petite échelle

Mars 1991

Griffon Dany

Dufour Dominique

CEEMAT : Centre d'Etude et d'Expérimentation en Mécanisation Agricole et Technologie Alimentaire

la panela

Un programme de transfert sud - sud

Sucre roux à petite échelle

Mars 1991

Griffon Dany

Dufour Dominique

CEEMAT : Centre d'Etude et d'Expérimentation en Mécanisation Agricole et Technologie Alimentaire

SOMMAIRE

I Les intentions 1

II La démarche Recherche & Développement du CEEMAT 1

2.1 Les objectifs 1

2.2 La méthode 1

2.3 Le programme général 1

2.4 Applications au projet "panela" 2

III Etat des connaissances concernant "la panela" 3

3.1 Le produit 3

3.2 La situation socio-économique 6

3.3 Le procédé traditionnel 6

IV Connaissances actuelles des travaux entrepris pour l'amélioration du procédé de fabrication de la panela 16

V Grandes lignes du projet de recherche 17

Flowsheet du procédé de fabrication de "la panela" 18

Plan général d'un atelier de fabrication de "panela" 19

Plan général du four 20

Bibliographie 21

I les intentions

Les demandes des pays africains pour la réalisation d'unités de fabrication de sucre roux naturel à petite échelle sont nombreuses auprès de la banque mondiale qui est prête à appuyer ce secteur dans la mesure ou la viabilité technico-économique est prouvée.

Par ailleurs la S. A. A. (Société Auxiliaire d'Agriculture), entreprise de distribution de produit diététiques, commercialise actuellement sur les pays de la CEE de la panela colombienne avec des problèmes de qualité du produit voire de législation vis à vis du label " produit naturel".

Le GIE Technisucre nous a demandé de proposer un programme de transfert sud-sud, et la sucrerie SNE de l'île de la Réunion, membre du GIE, dans le cadre d'une diversification de ses activités, est intéressée pour mettre en place une unité de production de sucre roux à petite échelle.

II La démarche Recherche & Développement du CEEMAT

2.1 Les objectifs

D'une manière générale notre action vise à apporter des solutions technologiques à l'industrialisation à petite échelle d'une filière de production, dans un contexte socio-économique donné, avec en toile de fond la promotion d'un artisanat ou d'une petite industrie agro-alimentaire dans les pays tropicaux.

2.2 La méthode

Notre approche méthodologique vise à répondre aux questions :

pourquoi ? pour qui ? et comment ?

et consiste à :

- Etudier la filière technologique en tenant compte de son impact socio-économique.
- Comprendre le système technique et recenser les goulets d'étranglement de la technologie
- Analyser les possibilités de d'amélioration commerciale en termes de qualité de conditionnement et de distribution du produit fini.

2.3 Le programme général

- Rassembler les informations.
- Réunir une équipe pluridisciplinaire.
- Coordonner les travaux.
- Développer des thèmes de recherche spécifiques.
- Apporter un soutien logistique d'accompagnement.

2.4 Applications au projet "panela"

- Une matière première : la canne à sucre
- Un produit fini : la panela
- Une technologie traditionnelle : L'industrie panelera
- Un secteur économique important

Des besoins recensés

Un thème de Recherche & Développement
Mise au point d'un procédé amélioré de fabrication de panela

Constitution d'une équipe pluridiciplinaire

- Centres de recherche
  - CEEMAT
  - ENSIA
- Partenaires colombiens
  - CIMPA ; FEDEPANELA
  - ICTA
- GIE Technisucre
- S.A.A

Recherche de financements

- Banque mondiale
- ANVAR
- Industriels privés

Maitrise du procédé
Adaptation des équipements
Faisabilité technique et économique
Elaboration d'un produit de qualité

Etude des conditions de diffusion de l'innovation

Des thèmes de recherches appliquées complémentaires

- Diminution du taux d'inversion du saccharose
- Optimisation du four d'évaporation à feux nus
- Amélioration des techniques d'emballage et de conditionnement
- Amélioration du taux d'extraction du sucre
- Amélioration de la technique de clarification des jus

Procédé de production de "panela"

III Etat des connaissances concernant la "panela"

3.1 Le produit

La "Panela" est le nom donné en Colombie au sucre complet de canne à sucre. Le "Gur" est le nom couramment utilisé en Inde, "Khandsari" au Pakistan, "Rapadura" en Amérique Centrale, "Bangue" au Brésil, "Chanaca" en Bolivie et au Pérou, "Dulce" au Costa rica, Muscavado au Philippines (MANOHAR RAO ; 1980).

Actuellement, le sucre complet est fabriqué de façon artisanale ou semi-industrielle dans 21 pays. La Colombie étant le troisième pays producteur derrière l'Inde et le Pakistan, avec une production voisine de 1.250.000 tonnes par an (AZOPANELA ; 1988). La production mondiale atteignait les 13.800.000 tonnes par an en 1977 (MANOHAR RAO ; 1980).

La panela, (Photos 1, 2 et 3 page 4) dont les principales caractéristiques sont données dans le tableau 1 ci-dessous, est produite dans des ateliers ruraux appelés "trapiches" (Photo A1 page 10). Selon la région de production on trouve différentes présentations, soit sous forme de briques parallélépipèdiques, soit sous formes hémisphériques aplaties, soit sous forme de petits carrés. Cette dernière présentation est de fabrication assez récente.

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DE LA "PANELA" (pour cent grammes)

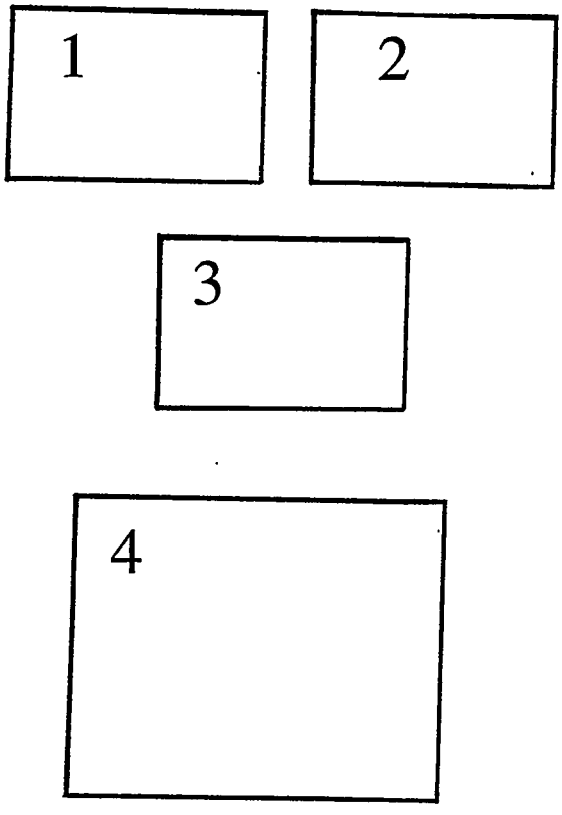
Valeur énergétique			1300 Kj
eau			12,3 g
protéines			0,5 g
matières grasses			0,1 g
		saccharose	72-78%
sucres	~ 86%	fructose	1,5 à 7%
		glucose	1,5 à 7%
cendres			1,1 g
calcium			80 mg
phosphore			60 mg
fer			2,4 mg
thiamine			0,02 mg
riboflavine			0,07 mg
niacine			0,3 mg
acide ascorbique			3, 0 mg

Source : ASOPANELA COLOMBIE, 1987.

PANELA TRADICIONAL

PANELA ELABORADA CON
CLARIFICO

PANELA ELABORADA CON AZUCAR
COMERCIAL Y ANILINA



"PANELA"

SUCRE COMPLET NATUREL

DE CANNE A SUCRE

(PRODUCTION ARTISANALE COLOMBIENNE)

PHOTO 1. "PANELA" TRADITIONNELLE, FABRIQUEE A L'AIDE D'AGENTS CLARIFIANTS NATURELS.

PHOTO 2 DIFFERENTES PRESENTATIONS TRADITIONNELLES : *FORMES PARALELLEPIPEDIQUES ET FORMES HEMISPHERIQUES FABRIQUEES EN UTILISANT LE PHOSPHATE MONOCALCIQUE COMME CLARIFIANT.*

PHOTO 3 "PANELA" FABRIQUEE A PARTIR DU SUCRE RAFFINE ET DE COLORANTS MINERAUX.
(FAUSSE "PANELA" DE PRODUCTION INTERDITE)

PHOTO 4 DEMOULAGE DE "PANELA" DE FORME PARALLELEPIPEDIQUE.

3.2 La situation socio-économique

D'après une étude récemment réalisée par le CIMPA (convenio de investigación para el mejoramiento de la industria panelera ICA-Holanda), l'industrie panelera joue un très grand rôle dans l'économie nationale colombienne. D'après le ministère de l'agriculture colombien, la production à atteint 1.244.900 tonnes en 1988 pour un cout de 98 milliard de pesos (soit environ 684 F la tonne de panela). La production de "panela" est dans la plupart des cas liée à l'exploitation familiale et cette agro-industrie se repartie entre des associations, des coopératives, ou des propriétaires privés.

La capacité de production dépend principalement de la taille des exploitations. Les "trapiches" ne travaillent pas en continu, mais selon le marché et les besoins financiers du producteur. Au niveau des coûts de production, les études réalisées par différents auteurs (RAYMOND & SILVA, 1984) ont permis d'établir que l'industrialisation développée dans certains grands "trapiches" entraîne un bénéfice plus important que celui des petits ateliers de fabrication artisanaux, mais la main d'oeuvre est un facteur déterminant.

3.3 Le procédé traditionnel

La culture de la canne à sucre à proximité de l'exploitation ou "trapiche" est indispensable. Elle est produite par le propriétaire ou sur des terres voisines louées par celui-ci, ou bien encore par des paysans qui vendent leur canne ou l'échangent contre de la "panela". En Colombie l'Institut Colombien Agronomique et Zootechnique (ICA) a obtenu des variétés nouvelles de canne à sucre aux rendements améliorés, parmi lesquels on trouve principalement les variétés ICA-POJ 2878 et ICA-HA 7011.

3.3.1. Coupe et transport

Le diagramme de flux (Figure 1 page 18) met en évidence les différentes étapes du procédé de fabrication du sucre complet de canne: "panela".

La fabrication de la "panela" commence par la récolte de la canne qui est effectuée manuellement, et le transport est généralement réalisé à dos de mules. La canne est stockée au maximum trois jours avant d'être traitée, afin d'éviter les phénomènes d'inversion des sucres liés à l'activité enzymatique et pour limiter le développement bactérien.

Les "trapiches" ou "enrramadas" sont des hangars ouverts dont la surface totale varie entre 150 et 1500 mètres carrés. A titre d'exemple, la disposition dans l'atelier des différents appareils (broyeur de canne, four d'évaporation-concentration, les stocks de canne à sucre et de bagasse) est présentée sur la figure 2 page 19)

3.3.2. Broyage

La canne à sucre, stockée (Photo A3 page 10) en quantité suffisante pour assurer la production est broyée afin d'en extraire le jus, à l'aide de divers types de broyeurs. En Colombie, on peut rencontrer aussi bien des broyeurs manuels qu'à entraînement animal ou mécanique (Moteurs électriques ou diesels).

Les ateliers moyens utilisent en général des moteurs diesels pour entraîner des broyeurs horizontaux constitués de trois cylindres (Photo A2 page 10). On trouve parfois deux cylindres supplémentaires à l'avant du broyeur afin d'augmenter le rendement d'extraction. Un très faible rendement d'extraction de jus des différents broyeurs a été observé puisque ceci ne sont jamais supérieures à 60-70 %

Le jus brut est dirigé vers des bacs de stockage intermédiaires appelés "pozuelos" (Photo A4 page 10). A la réception, le jus est filtré sur un tamis rudimentaire pour éliminer la bagasse la plus fine, produite lors du broyage.

3.3.3. Clarification

Les opérations de clarification, évaporation-concentration sont réalisées au niveau d'un four appelé "hornilla". C'est un appareil en maçonnerie conventionnelle construit en brique (Photo B1 page 12 et figure 3 page 20). Il existe une grande quantité de modèles de fours en Colombie, mais c'est ce modèle que l'on rencontre dans la majeure partie des cas.

Lorsque la quantité de jus collecté est suffisante pour remplir un des bacs de clarification le jus filtré issu du broyage est dirigé vers celui-ci. Le jus est chauffé progressivement en ajoutant des agents floculants obtenus à partir d'écorces d'arbres tels que le "balso" (Ochroma Lagopus Sw), le "cadillo" (Triumfetta lappula L), ou le "guasimo" (Lueha divaricata). (Photos 5A et 6A page 10).

L'écorce de ces arbres est mise à macérer dans l'eau pendant quelques heures ; un jus épais et visqueux sort alors de ces écorces et c'est celui-ci qui est ajouté au bac de clarification. Cet agent floculant naturel agglutine les matières organiques en suspension en produisant une écume appelée "cachaza", qu'on élimine progressivement à l'aide d'une grosse louche avant ébullition.

Afin d'améliorer la couleur du produit fini, on ajoute parfois des produits chimiques clarifiants tels que du métabisulfite ou du sulfite de sodium. Ces produits sont maintenant interdits par les autorités colombiennes du fait de leur toxicité. D'autant plus que les principaux consommateurs de "panela" sont des nourrissons en période de lactation.

Pour aboutir à une bonne clarification du jus, le contrôle de trois paramètres différents est primordial :

- l'acidité
- la teneur en fer
- la teneur en phosphore.

D'après (DIAZ ; 1978) l'ajout de chaux permet de stabiliser le P.H. aux alentours de 5,8 . De plus, celui-ci préconise le remplacement des clarifiants naturels par du phosphate monocalcique, (produit chimique autorisé, qui donne de bons résultats).

Quelle que soit la méthode de clarification employée, l'écume est récupérée et cuite. Elle est utilisée pour compléter l'alimentation animale en particulier les mules utilisées pour le transport des cannes (Photo A7 page 10).

3.3.4. Concentration

Le jus clarifié dont le pH a été stabilisé, est concentré par chauffage au feu direct, sur les différents bacs (Photos B1 et B2 page 12), en contrôlant le degré Brix atteint dans chaque cuve. Au début de l'opération le jus présente une concentration voisine de 15 à 20 °Brix, à la fin le degré Brix atteint est voisin de 85.

L'étape de concentration peut être réalisée soit à co-courrant soit à contre-courrant des fumées sur le four-tunnel suivant les installations. Les jus sont transvasés dans les récipients disposés sur le four en utilisant les grosses louches déjà mentionnées précédemment, appelées "remillones".

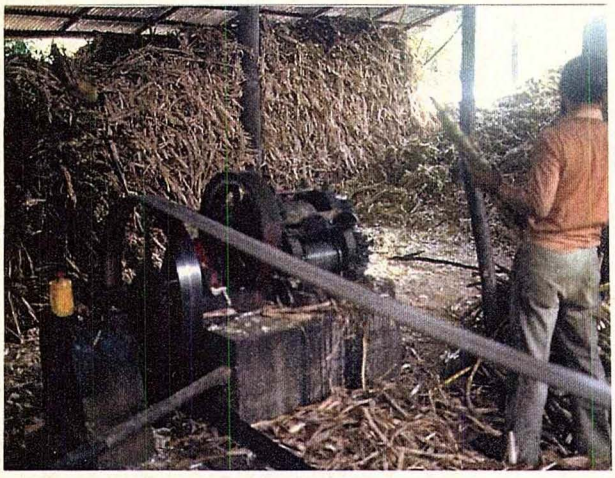
La décision d'arrêter le processus de concentration est très liée à l'expérience des ouvriers. De petits tests simples son utilisés pour évaluer la qualité du produit et le degré de concentration. (Par exemple, on ajoute un peu du jus chaud et concentré dans la main mouillée au préalable à l'eau froide, le jus ainsi brusquement refroidit doit cristalliser immédiatement, donnant une texture croquante et cristalline).

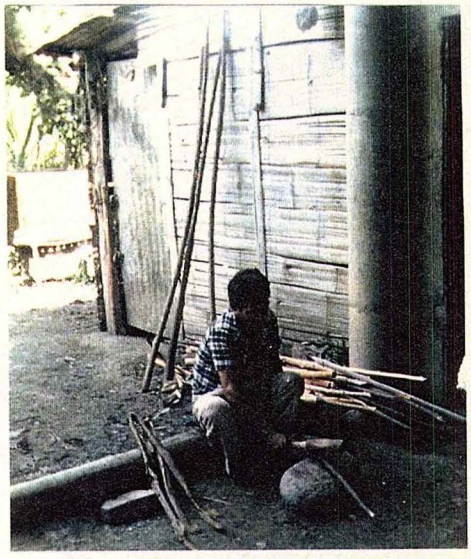
Lorsque l'évaporation est terminée, le jus est transvidé dans un bac de battage (Photo B5 page 12) à l'aide d'une grosse louche par l'intermédiaire d'un canal en bois. Dans le bac de battage le produit gonfle sous l'action de la vapeur d'eau emprisonnée dans le sucre en cours de cristallisation (Photo B6 page 12). Celui-ci est alors battu manuellement à l'aide de bâtons pour faciliter l'élimination de la vapeur. Le produit est alors prêt pour la phase de moulage.

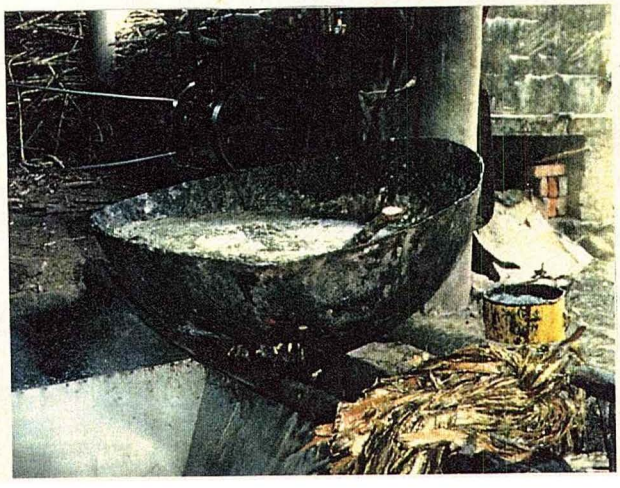
3.3.5. Moulage

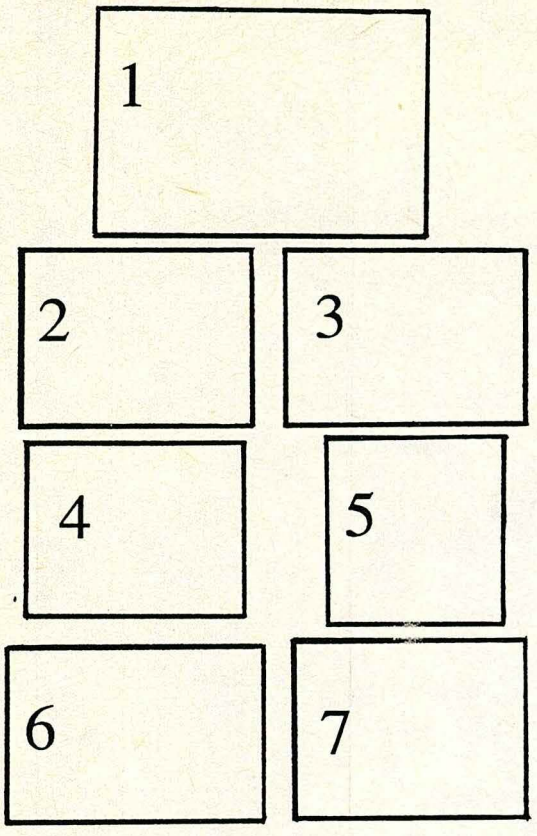
Deux moulages traditionnels de la "panela" existent : l'un utilise des demies sphères en bois pour mouler une à une les "panelas" appelées "redondas", l'autre consiste en l'utilisation d'une grande grille en bois que l'on peut assembler et désassembler et les "panelas" de forme parallélépipèdique sont moulées dans les cavités constituées par cette grille (Photos B7, et B8 page 12). Après un court délai de refroidissement on enlève le moule pour laisser refroidir les "panelas". Le produit est alors prêt à être emballé et expédié (Photos C1 et C2 page 14).

L'emballage est réalisé de différentes façons suivant le lieu de fabrication : cartons, sacs de sisal, polyéthylèneou film P.V.C. (Photo C3 page 14).









"PANELA"

SUCRE COMPLET NATUREL

DE CANNE A SUCRE

(PRODUCTION ARTISANALE COLOMBIENNE)

-BROYAGE
-EXTRACTION DU JUS
-CLARIFICATION

PARTIE (A)

PHOTO 1. VUE D'ENSEMBLE D'UNE USINE RURALE "TRAPICHE" PRODUCTION DE "PANELA".

PHOTO 2. BROYEUR HORIZONTAL A TROIS CYLINDRES

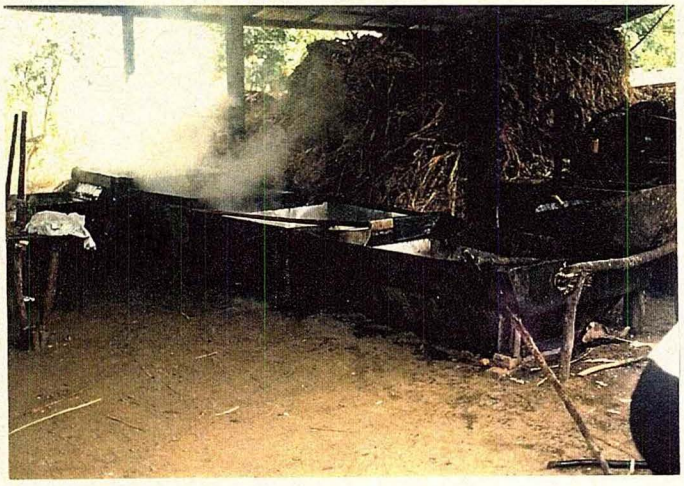
PHOTO 3. STOCKAGE DE LA CANNE A SUCRE

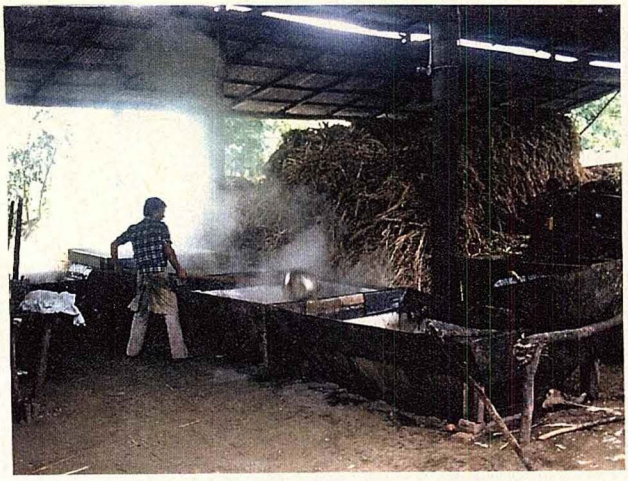
PHOTO 4 BAC DE STOCKAGE DU JUS A LA SORTIE DU BROYEUR TRANVASEMENT DU JUS PAR GRAVITE DANS LE PREMIER CHAUDRON.

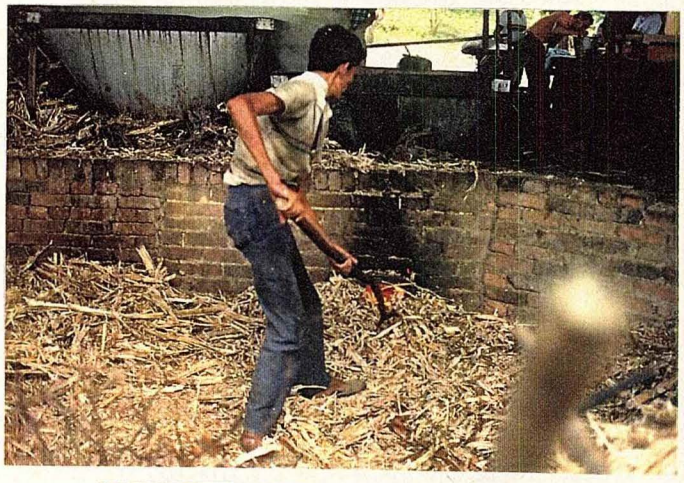
PHOTO 5 . OBTENTION DES ECORCES DES ARBRES TELS QUE LE : "BALSO" (*Ochroma lagopus sw*), LE "CADILLO" (*Triumfetta lappula l*) OU LE "GUASIMO" (*Lueha divaricata*).

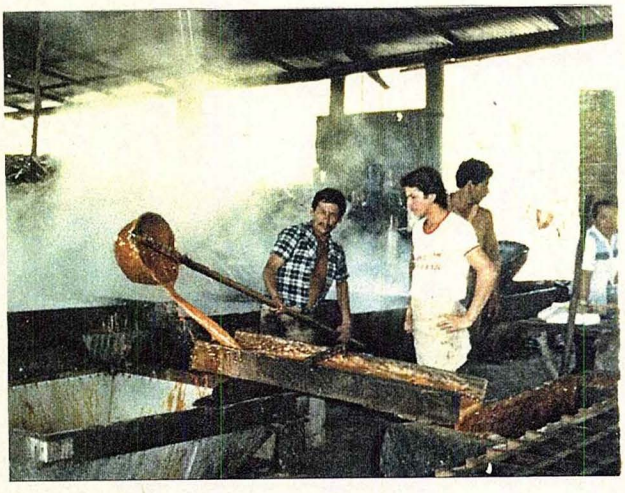
PHOTO 6. OPERATION DE CLARIFICATION. L'ECUME FORMEE LORS DE L'ADDITION DES AGENTS CLARIFIANTS EST ELIMINEE A L'AIDE D'UNE GROSSE LOUCHE.

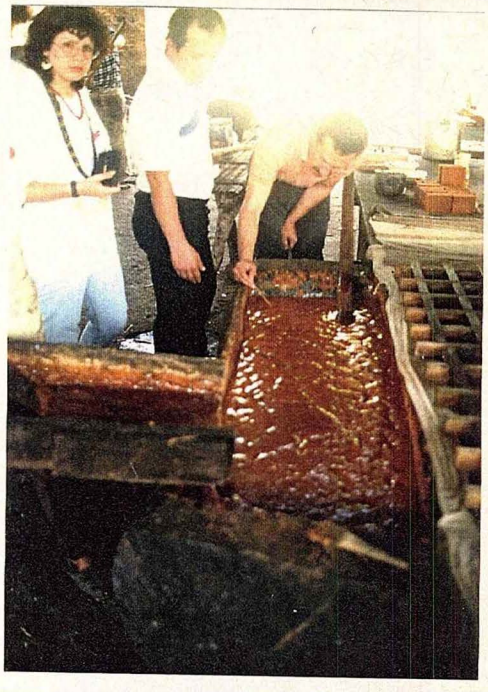
PHOTO 7. BAC DE STOCKAGE ET CUISSON DE L'ECUME (OBTENUE LORS DE LA CLARIFICATION DES JUS)

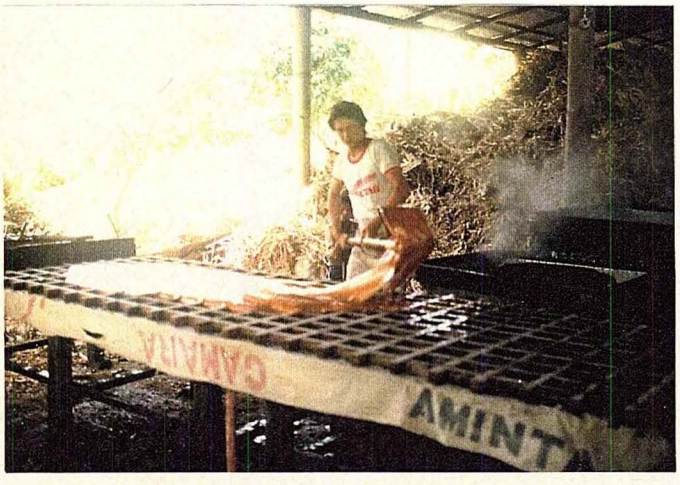


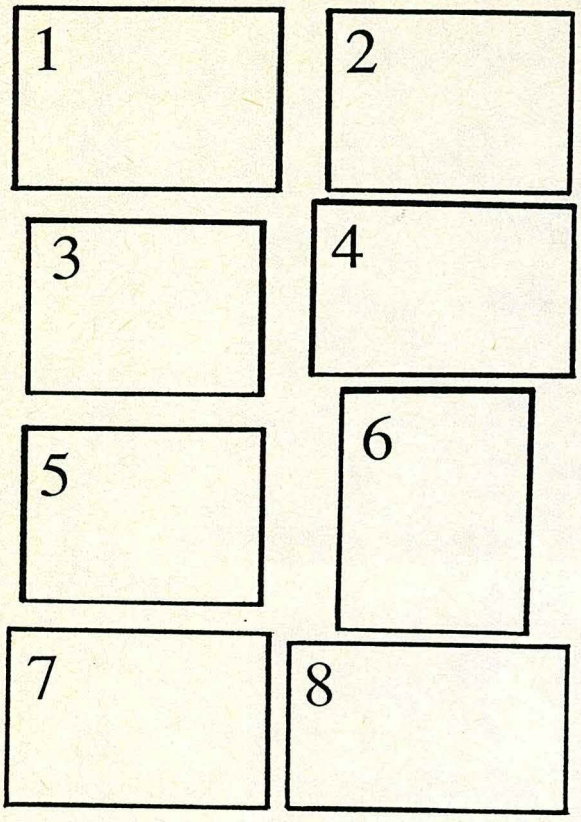









AMINTA



"PANELA"

SUCRE COMPLET NATUREL

DE CANNE A SUCRE

(PRODUCTION ARTISANALE COLOMBIENNE)

-EVAPORATION
-CONCENTRATION
-MOULAGE

PARTIE (B)

PHOTO 1. VUE GENERALE DES CHAUDRONS D'EVAPORATION ET DE CONCENTRATION.

PHOTO 2. TRANSVASEMENT DES JUS A L'AIDE D'UNE GROSSE LOUCHE. *(LES JUS SONT TRANSVASES EN FONCTION DE L'AUGMENTATION DE LA CONCENTRATION).*

PHOTO 3. STOCKAGE DE LA BAGASSE. SECHAGE A L'AIR LIBRE.

PHOTO 4. PORTE D'ALIMENTATION DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION DU FOUR *(ALIMENTATION A L'AIDE DE BAGASSE SECHEE).*

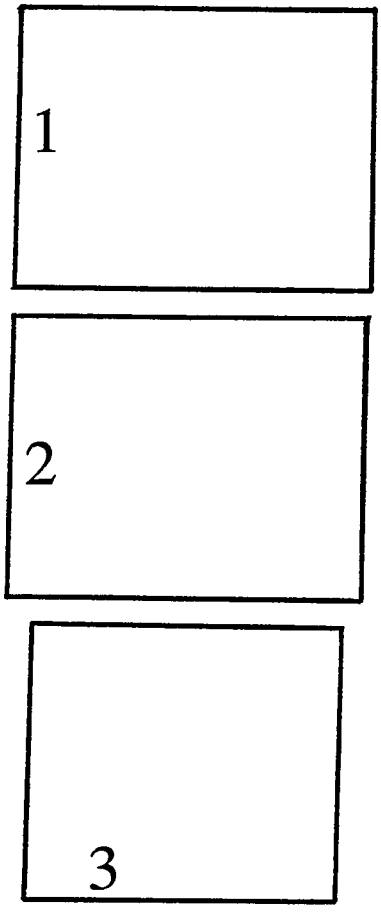
PHOTO 5. SORTIE DU PRODUIT APRES CONCENTRATION SUR UNE CLAIE EN BOIS OU SE FAIT LE BATTAGE.

PHOTO 6. GONFLEMENT DU PRODUIT. *(ELIMINATION DE LA VAPEUR D'EAU ACCELEREE PAR LE BATTAGE).*

PHOTO 7. MOULAGE DU PRODUIT SUR UNE GRILLE EN BOIS.

PHOTO 8. LISSAGE DE LA SURFACE DES MOULES *(A L'AIDE D'UNE RACLETTE EN BOIS).*

MEDELLIN
CENTRAL - MAYORISTA GALPON 13
PUESTO 82
TELS. 852965-853285



"PANELA"

SUCRE COMPLET NATUREL

DE CANNE A SUCRE

(PRODUCTION ARTISANALE COLOMBIENNE)

FINITIONS ET CONDITIONNEMENT

PARTIE (C)

PHOTO 1. FINITION DU MOULAGE .
(LE SURPLUS DE "PANELA" EST ELIMINE AFIN D'OBTENIR DES "PANELAS" BIEN NETTES).

PHOTO 2 LES "PANELAS" SONT REDRESSEES SUR UNE DE LEURS FACES LATERALES POUR AUGMENTER LA VITESSE DE REFROIDISSEMENT.

PHOTO 3. CONDITIONNEMENT FINAL EN CARTONS.

IV - CONNAISSANCES ACTUELLES DES TRAVAUX ENTREPRIS POUR L'AMELIORATION DU PROCEDE DE FABRICATION

Jusqu'à présent, les recherches développées par les différentes institutions colombiennes et étrangères ont apporté des améliorations aux procédés traditionnels avec de très divers résultats pratiques.

De plus, les paysans usagers des technologies traditionnelles sont souvent fiers de leur savoir, transmis de génération en génération, et s'opposent souvent à l'utilisation d'autres méthodes de fabrication.

C'est pour cette raison que les travaux développés à ce jour, ont été axés principalement sur des améliorations qui ne boulversent pas le procédé traditionnel, faciles à mettre en oeuvre avec des investissements de base minimum.

La majeure partie des différents travaux entrepris à ce jour concernent principalement :

- Des évaluations générales des problèmes industriels rencontrés lors de la fabrication .
- La faible productivité des cultures de canne à sucre.
- Les pertes d'extraction de jus pendant le broyage.
- L'inéfficacité thermique des fours à feux nus.
- La qualité du produit fini.
- La diversification des modes de présentation des produits finis
- La limitation des travaux manuels durs.

En Colombie, les grosses industries sucrières ont l'interdiction gouvernementale de produire de la "panela" de façon industrielle, ceci afin de favoriser la production artisanale locale des petits "trapiches" villageois. Cette mesure politique a permis de pallier un problème social avec les associations de fabricants du produit.

Bien qu'en Colombie cette industrie soit exclusivement artisanale, il existe certains ateliers qui fabriquent de la "panela" pour l'exportation en utilisant des technologies plus avancées (évaporateurs sous vide, chauffage à la vapeur, séchoirs à tambour, etc...).

A partir de ces différentes observations, on propose ici un programme de recherche dont le but est la mise au point d'une ligne de transformation de canne à sucre, en sucre naturel complet de canne, de type "panela".

V- GRANDES LIGNES DU PROJET DE RECHERCHE

5.1 Etude des opérations de fabrication de la "panela".

5.1.1 Prédimensionnement des équipements semi-industriels qui pourraient permettre d'obtenir des résultats équivalents

5.1.2. Etudes expérimentales - au niveau du laboratoire

- au niveau d'unités pilotes

5.2. Etude de la faisabilité économique

5.2.1. Taille et localisation du projet.

5.2.2. Etude des marchés.

5.2.3. Détermination des investissements .

5.2.4. Evaluation économique.

5.3. Etudes de la qualité du produit fini.

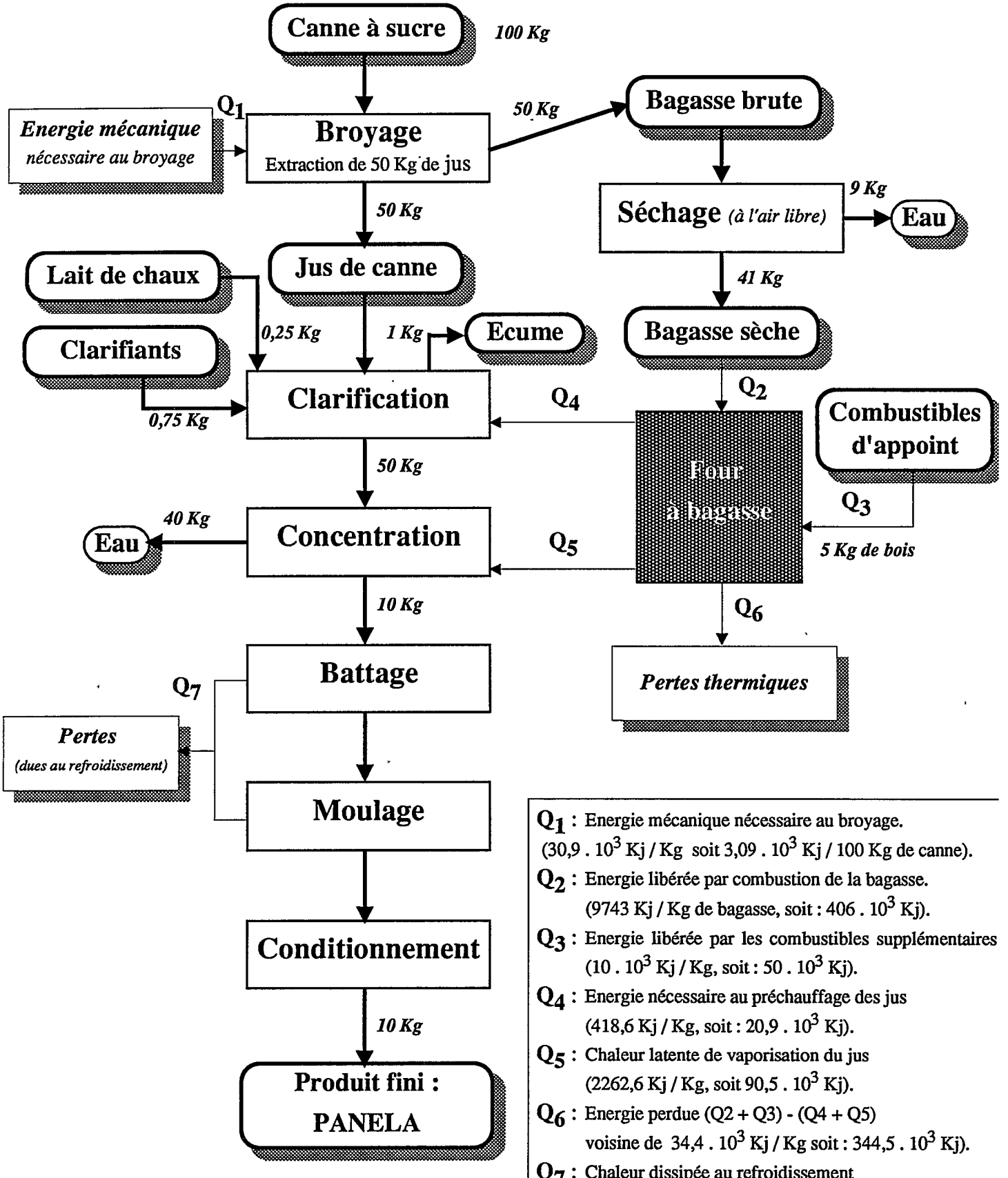
5.3.1. Caractérisation des variables nutritionnelles.

5.3.2. Etude de présentation du produit, du conditionnement et de l'emballage du produit.

Elaboration d'un process amélioré sur la base de la technologie traditionnelle

Etude expérimentale au niveau du laboratoire	- Etapes de broyage, clarification, evaporation, battage et moulage. - Etapes de conditionnement pour une qualité commerciale. - Définition du cahier des charges des équipements et réalisation d'une unité pilote pour valider les choix.
Elaboration d'un dossier d'ingéniérie à soumettre à la banque mondiale	- Etude de la faisabilité économique de l'agro-industrie "panela". - Etude du marché et de la commercialisation du produit fini.

Flowsheet du procédé de fabrication de la "panela"



Q_1 : Energie mécanique nécessaire au broyage.
($30,9 . 10^3$ Kj / Kg soit $3,09 . 10^3$ Kj / 100 Kg de canne).

Q_2 : Energie libérée par combustion de la bagasse.
(9743 Kj / Kg de bagasse, soit : $406 . 10^3$ Kj).

Q_3 : Energie libérée par les combustibles supplémentaires
($10 . 10^3$ Kj / Kg, soit : $50 . 10^3$ Kj).

Q_4 : Energie nécessaire au préchauffage des jus
(418,6 Kj / Kg, soit : $20,9 . 10^3$ Kj).

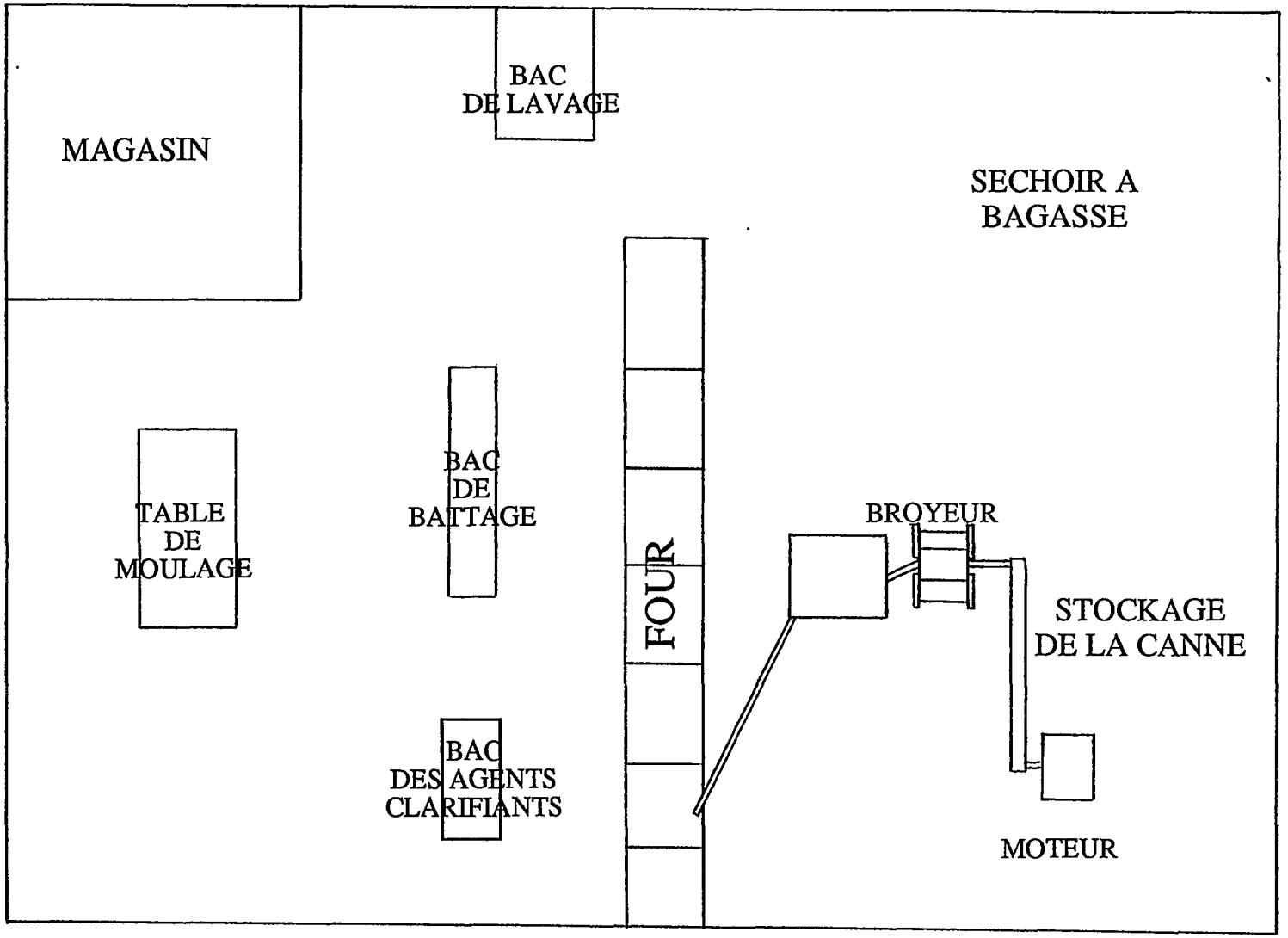
Q_5 : Chaleur latente de vaporisation du jus
(2262,6 Kj / Kg, soit $90,5 . 10^3$ Kj).

Q_6 : Energie perdue (Q2 + Q3) - (Q4 + Q5)
voisine de $34,4 . 10^3$ Kj / Kg soit : $344,5 . 10^3$ Kj).

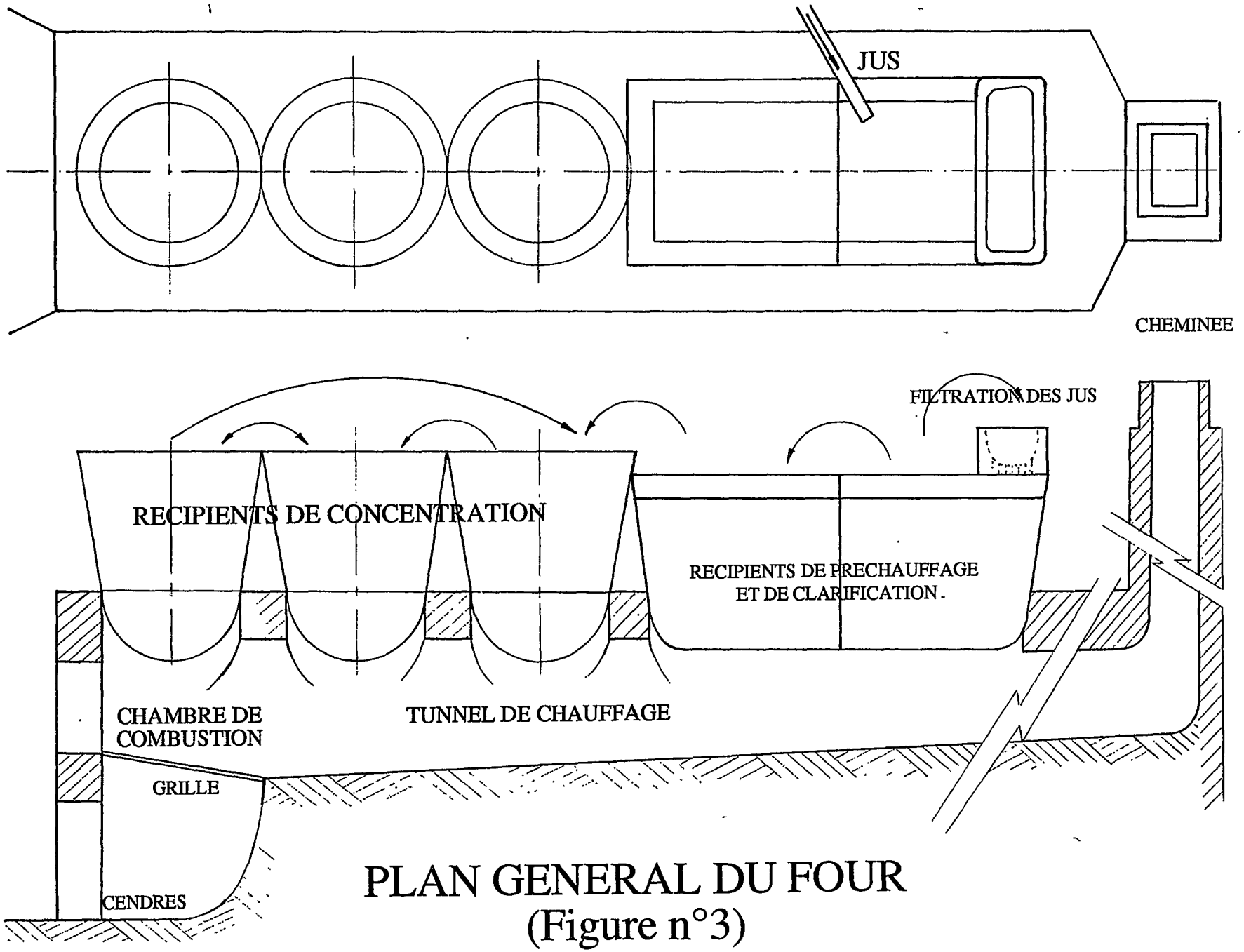
Q_7 : Chaleur dissipée au refroidissement
(240 Kj / Kg soit $2,4 . 10^3$ Kj).

Source : ABAD C.

Procédé de production de "panela"



Plan général d'un atelier de fabrication de "panela"
(Figure n° 2)



PLAN GENERAL DU FOUR
(Figure n°3)

VI - BIBLIOGRAPHIE

1 **ABAD (C.)**
Clarification des jus de canne à sucre par le phosphate monocalcique: effet sur l'aptitude à la conservation de la panela
Rapport de stage CEEMAT, 1988, 38 p.

2 **ABAD (C.)**
Etude préliminaire des mécanismes physicochimiques responsables de la dégradation de la panela au stockage.
Mémoire de fin d'étude d'ingénieur de l'ENSBANA, Dijon, 1988, 26 p.

3 **ABAD (C.)**
Fabrication de sucre complet : dossier d'ingénierie
Communication personnelle SIARC, Montpellier 1987, 41 p.

4 **ABAD (C)**
Proposition d'amélioration du trapiche la Ceiba en vue de l'exportation de sa production
Memoire fin d'étude SIARC-TAA, Montpellier, 1988, 63 p.

5 **ANDRE (C); FAUCONNIER (R).**
L'artisanat sucrier en Inde
in : L'agronomie Tropicale, Oct. 1964, p. 827-884.

6 **ANDRE (C); FAUCONNIER (R).**
Les possibilités offertes par la production artisanale du sucre de canne
in : L'agronomie tropicale, Oct 1964,p. 800-826

7 **ARMAINGAUD (J.)**
La canne à sucre, sa culture et sa récolte
Cours de la SIARC, mars 1983.

8 **ASOPANELA NACIONAL**
Qué es la panela?
Communication personnelle, Bogotá D.E.

9 **DIAZ DELGADO (D)**
Elaboracion de panela
Guadalupe Ltda. 1978, 52 p.

10 **DUMONT (R.)**
Le sucre brut : de l'artisanat à l'industrie
in: L'agronomie tropicale, Oct 1967, p. 899-900.

11 **EVRARD (E.)**
La panela: Approche énergetique
Mémoire fin d'étude SIARC-TAA, Montpellier, octobre 1989, 37 p.

12 **GARCIA (H.)**
Pérdidas de sacarosa en el proceso de la elaboración de panela.
in: Revista ICA, Juin 1978, vol 13, n° 2, p. 387-392.

13 **GARCIA (H.)**
Avances tecnólogicos en la producción de caña y panela
in : Fedepanela, Octubre-Noviembre 1990, n°3, p. 8-19

14 **GARG (M.K.)**
Guid to avoid inversion in improved khandsari industry - Inversion or destruction of sucrose during processing of cane.
The all improved khandsari sugar manufactures association (editeurs).

15 **GARG (M.K.)**
La réduction de l'échelle des techniques modernes : la production du sucre cristallisé en Inde
Communication personnelle de la SIARC, 17 p.

16 **GAULMYN (C.); PICHIT-VARAPANIT (P.); CHAISIRIPANT (P.).**
Comparative study of traditional an new stoves in the Sathing Phra area.
Communication personnelle

17 **GAULMYN (C.); MUCHNIK (J)**
Thaïlande: le sucre et le feu.
in: Association Bois de feu,n°21, 2ème et 3ème trimestre, 1987, p. 9-11.

18 **GUERIN (J.)**
La sucrerie de canne
Cours de la ENSIA-SIARC, 2 tomes, 406 p.

19 **GUERIN (B.), MUCHNIK (J.)**
Projet d'amélioration de la fabrication de sucre de palme.
Compte rendu de mission en Thailande, CEEMAT, janvier 1986, 30 p.

20 **GUERIN (B.), MUCHNIK (J.)**
Projet d'amélioration de la fabrication de sucre de palme.
Compte rendu de mission en Thailande, CEEMAT, 6-15 Juillet 1986, 30 p.

21 **GUILLAUME (M.)**
Notes et actualités à propos de projets d'installation de sucreries artisanales en Afrique Noire.
in: l'agronomie Tropicale, Oct 1964, p. 885-898.

22 **HONIG (P)**
Brown non-centrifugal sugars made directly from cane jus.
Principles of sugar technology, chapter 10, p. 496-502

23 **LAI-TIM (E.); ROKOTOALISON (S.S)**
Technologie appropriée en sucrerie de canne
Communication personnelle de la SIARC, mai 1988, 17 p.

24 **MANOHAR RAO (P.J.)**
World's largest producers of non centrifugal sugar
in : World sugar journal, Vol. 2, n°12, p. 14-17

25 **MONCADA (F.R.), SARMIENTO (L.G.)**
Investigación sobre panela. I. Sus características de conservación y presencia de colorantes. in: Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, n° 112, marzo-abril 1979, p. 22-43.

26 **MONCADA (F.R.), SARMIENTO (L.G.)**
Investigación sobre panela. II. Grados comerciales y su normalización.
in: Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas n° 113, mayo-junio 1978, p. 31-42.

27 **MUCHNIK (J.)**
Compte rendu de mission Equateur, Colombie, du 04 au 19 novembre 1990
Documentation CEEMAT.

28 **MUCHNIK (J.)**
Technologies autochtones et alimentation en Amérique Latine.
Deuxième partie. Sucre et panela en Colombie,
Thèse du Doctorat en Economie Apliquée, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, Juin 1981, p. 70-147.

29 **MUCHNICK (J.), TREILLON (R.)**
Le sucre en Inde. Systèmes techniques et innovations endogènes
in : Techniques et cultures, n° 14, 1989, p. 177-202

30 **MUÑOZ CELI (M.A.)**
Consideraciones técnicas acerca de los molinos de caña para panela en Colombia.
in : Revista del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, n° 119, mayo-junio 1979, p. 7-46.

31 **OCENI (A.)**
Etude critique de la production de sucre. La sucrerie raffinerie de Save (Benin)
Rapport de stage de la SIARC, 103 p.

32 **RAYMOND (P) ; SILVA (J.M.)**
La producción panelera en Charala. Evolución de los aspectos sociales económicos y técnicos de la molienda en una región de haciendas
in : Cuadernos de agroindustria y economia rural. 1984, n° 13, p. 37-104.

33 **SIASS**
Projet d'étude de développement : l'industrie du jus de canne
Communication personnelle, Paris, juin 1987.

34 **WACK (A.L.)**
Compte rendu de mission à l'île de la Réunion du 30 Juillet au 8 Août 1990
Documentation CEEMAT