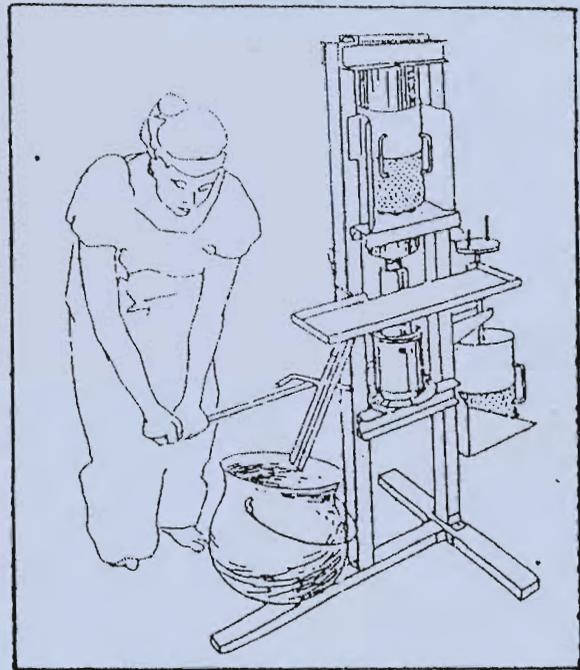


DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE AGRICOLE  
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE

# AGRICULTURE GENERALE



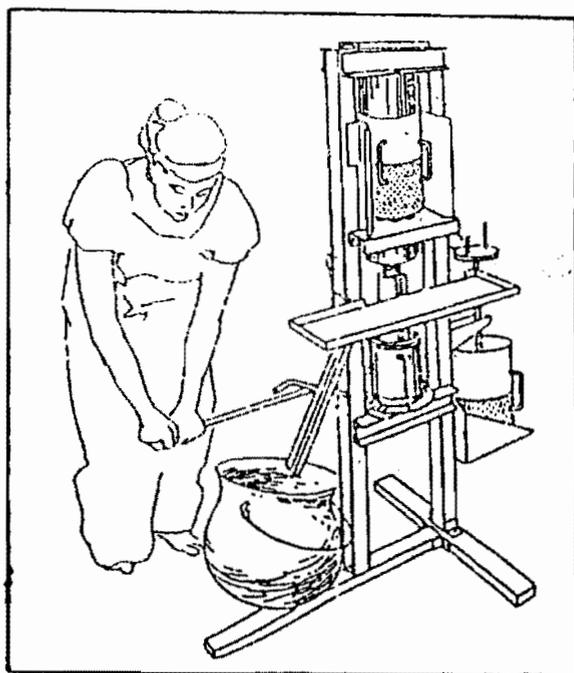
## STOCKAGE , CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES PRODUITS AGRICOLES

à l'usage des Centres d'Apprentissage Agricole  
et des Centres Spécialisés



DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE AGRICOLE  
ET DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE

## AGRICULTURE GENERALE



# STOCKAGE , CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES PRODUITS AGRICOLES

à l'usage des Centres d'Apprentissage Agricole  
et des Centres Spécialisés



## AVANT PROPOS

A l'exception de quelques grosses unités industrielles, principalement huileries, sucreries, rizeries, minoterie et filature, l'industrie agricole et agro-alimentaire malienne est à peine développée.

En effet, la transformation des produits agricoles est divisée en trois secteurs correspondant à trois niveaux technologiques très différents :

- La transformation à l'échelle familiale pour l'autoconsommation ou pour la commercialisation sur les marchés locaux (mouture des céréales, fabrication du beurre de karité etc.).
- Le secteur industriel, constitué d'unités à forte intensité de capital conçues selon les technologies modernes et importées (sucrerie, minoterie, filature etc.).
- Le secteur intermédiaire : constitué d'unités artisanales. Ce secteur est axé principalement sur l'activité de mouture des céréales (moulins villageois notamment). C'est dans ce secteur que le développement des technologies appropriées, avec des investissements limités, est de loin celui qui offre le plus de possibilités à court et à moyen termes.

Ce bref rappel nous a permis de concevoir ce nouveau cours de "Stockage, Conditionnement et Transformation des produits agricoles". Nous nous sommes contentés de décrire brièvement les différents processus de conditionnement et de transformation des principaux produits agricoles du Mali, à savoir : céréales, fruits et légumes, corps gras, fibres textiles, produits saccharifères et produits stimulants.

Nous avons estimé nécessaire de rajouter une nouvelle filière "transformation méthanique des sous-produits agricoles ou biogaz", bien qu'elle soit encore au stade d'expérimentation ou de pré-vulgarisation mais elle s'insère parfaitement dans le cadre de la revalorisation des énergies renouvelables.

Notons enfin que nous avons prévu un certain nombre de questions d'études relatives à la transformation bien spécifique des produits agricoles (usinage du riz, conserveries, huileries etc.), celles-ci peuvent être étudiées en 3e année de spécialisation, dont les programmes d'enseignement sont axés autour d'une culture cible telle que le riz ou le coton.

Comme dans les cours récemment révisés par le projet CAA/SECID, nous avons accompagné le texte par de nombreux schémas et graphiques afin de mieux illustrer les processus de transformation industrielle souvent très complexes.

Ce cours a été le fruit de collaboration très étroite entre nos collègues de DETA-FP et ceux de l'enseignement des CAA.

Hamako, Décembre 1985

T.V.A

## TABLE DES MATIERES

N° de l'unité	Thème traité	Page
1	Généralités sur les industries agricoles et agro-alimentaires.....	1
2	Manutention et emmagasinage des graines alimentaires.....	19
3	Technologie de transformation des céréales.....	51
4	Conditionnement et transformation des fruits et légumes.....	77
5	Conditionnement et transformation des corps gras.....	109
6	Conditionnement et transformation des fibres textiles.....	135
7	Conditionnement et transformation des produits saccharifères.....	152
8	Conditionnement et transformation des produits stimulants.....	164
9	Transformation méthanique des sous-produits d'origine agricole- Biogaz.....	183
 <b>ANNEXES :</b>		
	I- Principales industries agricoles et alimentaires du Mali.....	199
	II- Quelques techniques traditionnelles de conservation et de transformation des fruits et légumes au Mali.....	203
	III- Techniques de séchage de tabac expérimentées au Mali.....	208

## UNITE 1

### GENERALITES SUR LES INDUSTRIES AGRICOLES ET AGRO-ALIMENTAIRES

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

- A la fin de cette unité, l'élève sera capable :
- de définir les différents termes techniques relatifs aux activités agro-industrielles : agro-industrie, agro-alimentaire, conservation, conditionnement, transformation ;
  - d'expliquer la place de la transformation des produits agricoles dans la stratégie alimentaire du Mali ;
  - de connaître l'importance des industries agricoles dans les pays en voie de développement et dans l'économie malienne.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Qu'appelle-t-on agro-industrie ?
2. Qu'est-ce que l'agro-alimentaire ?
3. Qu'est-ce que le conditionnement ?
4. Qu'est-ce que la transformation ?
5. Qu'est-ce que la conservation des produits alimentaires ?
6. Quel est le rôle spécifique des industries agro-alimentaires dans les pays en voie de développement ?
7. Quels sont les principaux objectifs de la "stratégie alimentaire" mise en oeuvre au Mali et quelle est la place de la technologie et transformation des produits agricoles dans cette stratégie ?

8. Quelle est l'importance des industries agricoles et alimentaires dans l'économie malienne ?
9. Quelles sont les principales industries agricoles et agro-alimentaires au Mali ?

### III. DISCUSSION

#### 1. Qu'appelle-t-on agro-industrie ?

C'est l'ensemble des activités industrielles transformant des produits d'origine agricole, et dont plus de 50 % des consommations intermédiaires proviennent de l'agriculture.

Dans l'agro-industrie, on distingue :

- **le secteur alimentaire** dans lequel plus de 50 % des produits créés sont destinés à l'alimentation humaine (viande, lait, céréales, corps gras....) ;
- **le secteur non alimentaire** : dont les produits sont destinés pour plus de 50 % à d'autres usages (tabac....) ;
- **le secteur de fabrication des biens intermédiaires** de la chaîne alimentaire est essentiellement les industries d'aliments composés pour le bétail.

Les activités agro-industrielles englobent également certaines industries :

- boissons et alcools (vins, bière, thé, jus de fruits etc.),
- industries des textiles, des bois, des cuirs....
- **Certaines industries liées à l'agriculture** sont parfois qualifiées d'agro-industries, car elles jouent un rôle important dans le développement de l'agriculture (industries des engrais, du machinisme agricole etc.).

## 2. Qu'est-ce que l'agro-alimentaire ?

Le terme de "agro-alimentaire" désigne :

- soit le secteur de transformation industrielle des produits agricoles en denrées alimentaires destinées aux hommes et aux animaux, c'est **l'industrie agro-alimentaire** ;
- soit l'ensemble des activités qui concourent à l'accomplissement de la fonction "alimentation" c'est-à-dire la production agricole, la préservation, la transformation et la distribution des produits agricoles, c'est le **système agro-alimentaire**.

Le système agro-alimentaire peut être décrit en suivant la chaîne agro-alimentaire, c'est-à-dire la succession d'activités qui concourent à la formation et à la distribution du produit alimentaire final.

- **L'agriculture** est le premier maillon de cette chaîne.

Elle livre :

- \* des produits agricoles qui serviront de matières premières alimentaires aux circuits des produits transformés ou agro-industries ;
  - \* des produits agricoles alimentaires aux circuits des produits frais (consommateurs, exportateurs) ;
  - \* des produits agricoles non alimentaires aux industries des textiles, des bois, etc.
- **L'agro-industrie alimentaire** : elle extrait les principes utiles, stabilise des produits, les transforme, les adapte aux régimes alimentaires et les diversifie. Elle vend ces produits aux consommateurs.

L'agro-industrie fournit aussi, en retour, à l'agriculture des aliments composés pour animaux.

- **Le consommateur** reçoit des produits alimentaires des trois sources :
  - \* l'agriculture livre des produits frais ;
  - \* l'agro-industrie alimentaire fournit des produits plus ou moins élaborés (plats préparés surgelés par ex.) ;
  - \* la restauration des "plats servis".
- **Le transfert des produits** : le corps de la chaîne agro-alimentaire est assuré par les entreprises commerciales.
 

Selon les lieux et les modalités d'intervention, trois types fondamentaux de marchés peuvent être distingués :

  - \* le marché de collecte ou de production ;
  - \* le marché de gros ;
  - \* le marché de détail.
- **Les industries et les services liés au secteur agro-alimentaire** fournissent celui-ci en consommations intermédiaires (énergie, produits chimiques, emballages etc.) et le bien d'équipement (machines, installations diverses) nécessaires à son fonctionnement.
- **L'agro-industrie d'amont** (industrie des engrais, du machinisme agricole etc.) joue un rôle dans le développement de l'agriculture.

### 3. Qu'est-ce que le conditionnement ?

Le conditionnement est une opération par laquelle on place une denrée dans un conteneur pour assurer sa conservation, son transport et sa commercialisation.

Le conditionnement est la première étape de **l'emballage** : le produit est directement placé au contact de l'enveloppe, qui le protège de l'extérieur et évite une dégradation physique, chimique ou biologique.

Le choix des matériaux de conditionnement est très grand. Il existe de nombreux types de papiers (simple, paraffiné, sulfurisé etc.), de plastiques, qui sont adaptés et autorisés pour chacun des produits alimentaires. La tendance est de conditionner sous de faibles volumes, correspondant à une consommation familiale voire individuelle.

**Exemples :** Sachet de jus de mangue de 20 cl (SOCAM) ; sachet de lait frais (Mali Lait).

#### **4. Qu'est-ce que la transformation ?**

C'est l'action de changer la forme, la nature, les caractéristiques de quelque chose.

En industries agro-alimentaires, les transformations réalisées dans une usine ou dans un atelier permettent à une matière première d'origine agricole de devenir un produit commercialisé.

**Exemple :** Fabrication des confitures ou des jus à partir de fruits et de sucre.

#### **5. Qu'est-ce que la conservation des produits alimentaires ?**

En industries agricoles, la conservation est un ensemble des procédés utilisés pour maintenir, voire améliorer la qualité des produits végétaux ou animaux.

La conservation des aliments est à la base même de toute activité de l'industrie alimentaire. En effet, les produits animaux ou végétaux sont devenus de plus en plus souvent conservés plus ou moins longtemps avant d'être consommés ou transformés.

Dans la plupart des cas, les tissus qui les constituent évoluent spontanément, après la mort de l'animal ou la cueillette de la plante, de l'état vivant vers un état de décomposition selon un processus naturel (action des microbes et des enzymes ou ferments qui sont présents dans toutes les cellules).

Pour freiner cette décomposition, on utilise divers procédés, dont certaines, comme le séchage au soleil, le salage, le fumage, la fermentation contrôlée sont des méthodes traditionnelles.

Par contre, les grands procédés modernes de conservation font appel à une action :

- soit d'ordre physique : chaleur, froid, déshydratation, irradiation...
- soit d'ordre chimique : salage, utilisation d'additifs alimentaires...
- soit d'ordre biologique : utilisation d'antibiotiques, fermentation...

Les procédés faisant appel à la chaleur (stérilisation et pasteurisation), au froid (surgélation), à la déshydratation sont très couramment utilisés.

## **6. Quel est le rôle spécifique des industries agro-alimentaires dans les pays en voie de développement ?**

Dans les pays en voie de développement (PVD), les industries agro-alimentaires (IAA) peuvent certes contribuer à accroître la valeur ajoutée des produits exportés mais, face aux besoins des populations locales, leur rôle principal est **d'améliorer les régimes alimentaires**. Il s'agit de fournir des produits bon marché et nutritionnellement adaptés à une population souvent sous-alimentée, en améliorant l'équilibre nutritionnel de la ration, par des formes d'organisation et des technologies appropriées réduisant les coûts de transformation et de distribution.

**a. L'augmentation de la production agricole** : est la base du développement des systèmes agro-alimentaires. L'agro-industrie d'amont peut jouer un rôle décisif dans la protection des biens intermédiaires et d'équipement nécessaires à l'intensification de l'agriculture ou à l'extension des terres cultivées (production des engrais, de pesticides, d'aliments de bétail, d'équipement hydraulique, de machines agricoles adaptées etc.).

Les IAA peuvent ensuite contribuer à moderniser la production agricole disponible de différentes façons :

- \* **La substitution de technologies industrielles et appropriées** aux technologies artisanales permettant d'améliorer les rendements des processus de transformation.

**Exemple** : Extraction du sucre contenu dans la canne, on extrait environ 45 % du sucre par la technologie traditionnelle, alors que l'industrie moderne permet d'en extraire jusqu'à 80 % du sucre.

**Autre exemple** : Le rendement en farine de mil est de l'ordre de 55 % par le pilage artisanal et de 75 à 80 % par les procédés mécaniques.

- \* **L'amélioration de la conservation, la manutention et les transports, les conditions de la transformation** par des technologies adaptées aux conditions socio-économiques du pays.

**Exemples** : Les pertes de produits alimentaires sont très importantes, près de 20 % des récoltes perdues. Ces pertes sont dues aux mauvaises conservations des produits, aux mauvaises conditions de manutention et de transports et à des processus de transformation inadéquats.

- \* **L'amélioration de la qualité des aliments** par les adaptations nutritionnelles des aliments (**Exemple** : supplémentation en protéines), par la fabrication d'aliments adaptés à des catégories de la population particulièrement vulnérables (enfants, vieillards, malades etc.).

**b. L'organisation des filières agro-alimentaires** pour les principales catégories des produits, constitue une priorité en vue d'assurer la satisfaction des besoins alimentaires.

**c. L'action sur le processus global de croissance** par leurs effets d'entraînement en amont et en aval. Les effets d'aval sont importants pour certaines agro-industries non alimentaires, telles que les industries forestières (bois pour la fabrication des caissettes ou des allumettes).

Les transformations alimentaires doivent aussi liées à des sous-produits et à des déchets, qui peuvent être utilisés pour la fabrication de produits pharmaceutiques, d'aliments pour le bétail, d'engrais, d'alcool, de pâte à papier (cas de déchets du traitement de la canne à sucre).

**7. Quels sont les principaux objectifs de la "stratégie alimentaire" mise en oeuvre au Mali et quelle est la place de la technologie et transformation des produits agricoles dans cette stratégie ?**

- La stratégie alimentaire adoptée par le Mali apparait comme :

- \* une **approche intégrée et opérationnelle** reliant les aspects de la **production agricole** et de la **nutrition** au problème alimentaire et à l'économie nationale.
- \* un **processus** à mettre en route et à conduire par étape en vue d'assurer la réussite alimentaire pour l'ensemble de la population malienne actuelle et pour les générations à venir.

Sept objectifs stratégiques ont été définis dans ce but :

**a. Deux objectifs fondamentaux**

- 1- Parvenir à l'**auto-suffisance alimentaire** (objectif quantitatif) ;
- 2- Atteindre le **niveau nutritionnel suffisant** (objectif qualitatif).

**b. Un objectif prioritaire**

- 3- Fournir à la population une ration équilibrée et suffisante au moindre coût.

### c. Autres objectifs associés

- 4- Un revenu agricole correct et régulier ;
- 5- Une épargne collectée pour suivre le développement ;
- 6- Une balance commerciale équilibrée ;
- 7- Une amélioration du budget de l'Etat.

Ces objectifs et principes d'action doivent couvrir tous les maillons de la chaîne agro-alimentaire à savoir :

Production → Transformation → Commercialisation →  
Logistique → Consommation → Nutrition

On voit que la **transformation des produits agricoles** constitue un des éléments de cette stratégie. De la solidité de chacun de ces maillons dépend finalement la réussite de la stratégie alimentaire.

Des efforts particuliers doivent être portés sur la mise au point et la diffusion de **technologies traditionnelles** ou **appropriées** directement utilisables dans les différents échelons de la filière alimentaire, notamment dans les domaines de la production agricole, de la conservation et transformation de produits, du stockage et du transport.

### 8. Quelle est l'importance des industries agricoles et alimentaires dans l'économie malienne ?

Pays à vocation essentiellement agro-pastorale, le Mali a orienté, depuis 1962, son industrialisation vers la valorisation des matières premières du secteur. Cependant, dans l'ensemble de l'économie nationale, l'industrie reste faible et occupe seulement 15 % de la population active par rapport à l'agriculture et l'élevage (près de 85 % de la population). L'Etat joue un rôle actif dans l'effort d'industrialisation qui est surtout basée sur la transformation des matières premières agricoles locales (coton, arachide) ou importées (blé, tabac).

De manière générale, les industries alimentaires, y compris tabac et alcools, plus les textiles constituent ensemble environ 70 % de la production industrielle malienne.

En 1980, les industries alimentaires et textiles (biscuiteries, pâtes alimentaires, huileries, conserveries de fruits et légumes, brasseries, sucreries, rizeries, filature) ont représenté à elles seules 61 % du chiffre d'affaires global des entreprises industrielles.

## **9. Quelles sont les principales industries agricoles et agro-alimentaires au Mali ?**

Le Mali a une industrie agricole et agro-alimentaire peu développée. Elle reste cependant primordiale formant les branches d'activités industrielles. Les grands secteurs sont :

### **a. La transformation des corps gras**

- \* L'unité de Koulikoro : Société d'Exploitation des Produits Oléagineux du Mali (SEPOM) a une capacité de traitement de 65 000 t/an et peut traiter indifféremment arachides, graines de karité et de coton.
- \* L'unité de Kita : Société d'Exploitation des Produits Arachidières du Mali (SEPAMA) transforme l'arachide et a une capacité de traitement de 30 000 t/an.
- \* L'unité de Koutiala : Huilerie Cotonnière du Mali (HUICOMA) est une huilerie de graines de coton et peut traiter jusqu'à 50 000 t/an.
- \* La SIKAMALI ou Société Industrielle de Karité du Mali à Banankoro (près de Bamako) est une entreprise privée de traitement de beurre de karité et a une capacité théorique de 22 000 t de noix/an.

**b. La transformation du sucre** : avec deux complexes sucriers (Dougabougou et Siribala) dans l'Office du Niger dont la capacité théorique est de 21 000 t de sucre et 800 000 litres d'alcool par an.

### **c. La transformation des céréales**

- Plusieurs rizeries dont 4 dans la région de Ségou qui produisent 30 000 t de riz/an.
- Moulins mécaniques artisanales des céréales (mil et sorgho) : représentent moins de 5 % de la production de farine du pays (les moulins à meule HUNT et BENTAL sont les plus utilisés).
- Une meunerie moderne (GMM) à Koulikoro qui produit de la farine de blé mais aussi céréales locales (mils, sorgho, maïs).

### **d. La transformation des fruits et légumes**

- L'unique usine de transformation est la SOCAM, située à Baguineda. Sa principale activité est la production de concentré de tomates. La capacité de traitement est de 50 t de tomates/24 heures.

L'usine transforme également des fruits (mangue, goyave, tamarin) pour la fabrication de sirop et de jus.

### **e. La transformation des fibres textiles**

L'essentiel de la production du coton est destinée à l'exportation et une faible part à la valorisation locale.

Les grandes unités existant au sein de la filière coton sont les suivantes :

- La Compagnie Malienne de Textiles (CMDT) a pour la mission de promouvoir la production de coton et le développement agricole des zones du sud du Mali.
- La Compagnie Malienne de textile (COMATEX) : produit à partir de fibre achetée localement, des fils, des tissus et articles de bonneterie qu'elle vend sur les marchés locaux principalement.
- L'Industrie Textile Malienne (ITEMA) est une usine de production de fils et textiles ; une partie de sa production est destinée à l'exportation.

#### IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Rechercher les documents et rapports relatifs aux industries agricoles et agro-alimentaires et discuter leurs importances dans l'économie malienne.
2. Recenser les diverses activités agro-industrielles dans la région. Classer les par secteur, par exemple : industries alimentaires, industries des corps gras, industries de grains et farines, rizeries, tabac, thé, industries textiles etc. (Voir liste en Annexe). Discuter leurs rôles et leurs impacts dans le processus de développement régional et national.
3. Dans le cadre de la "stratégie alimentaire", décrire la chaîne agro-industrielle ou agro-alimentaire la plus importante de la région. Exemple : filière riz, coton, corps gras etc. Discuter son rôle dans le domaine alimentaire et socio-économique de la région.

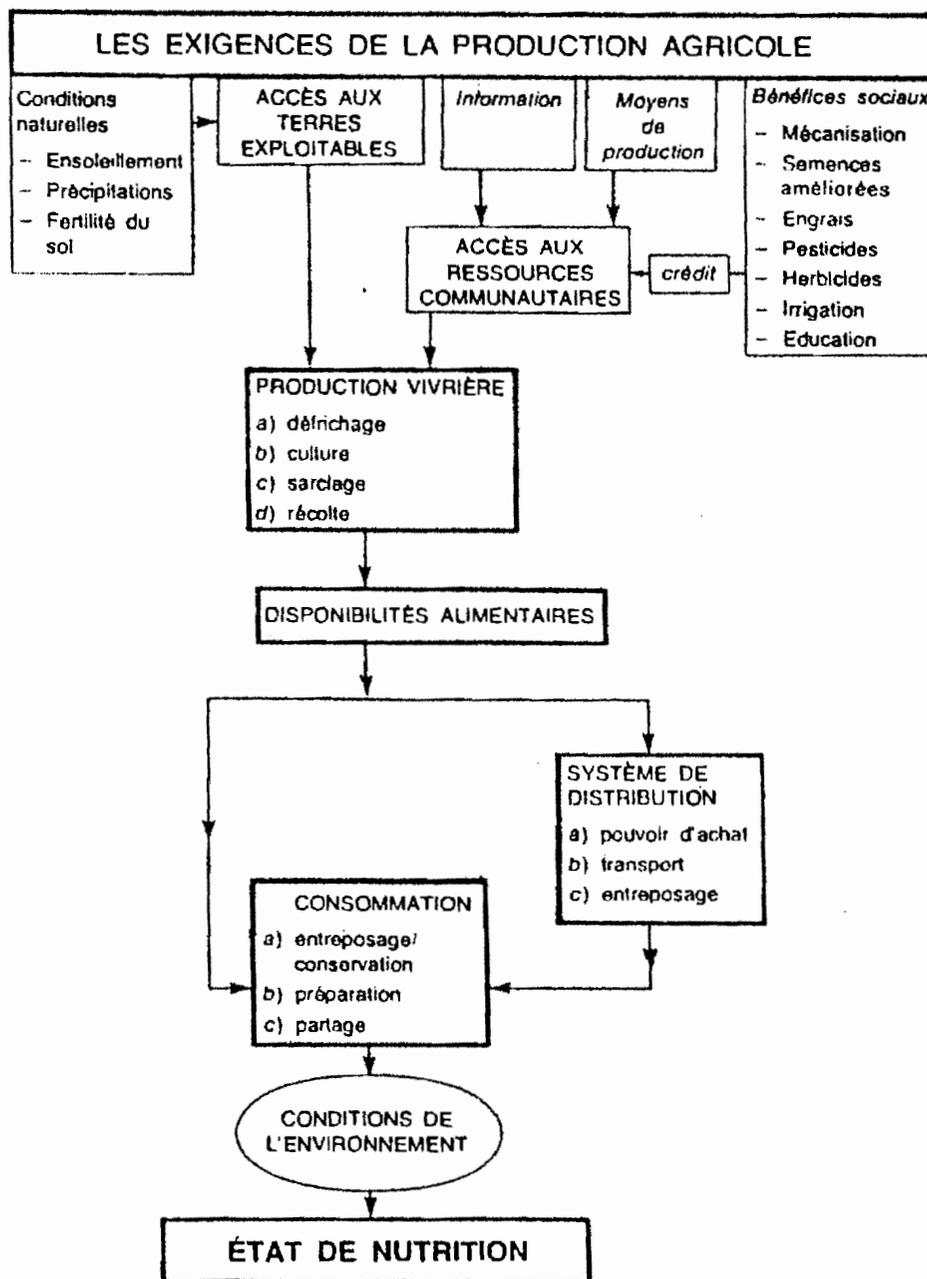
#### V. BIBLIOGRAPHIE

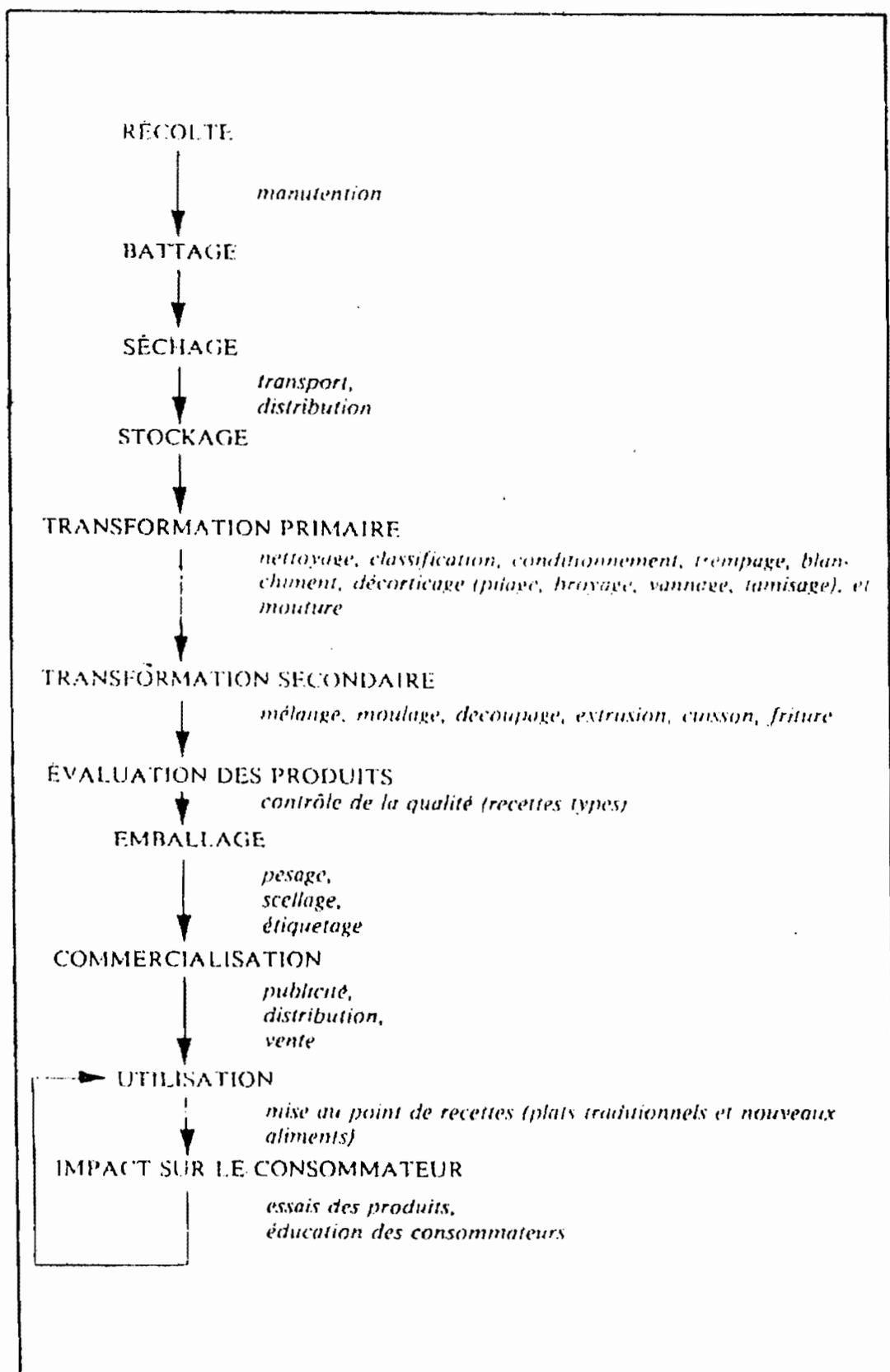
1. A.C.C.T - Agro-alimentaire  
Acte du forum de Montpellier, 26-30 Oct. 1981 - Paris
2. B.I.T - Technologies appropriées dans les industries de transformation alimentaire et de conservation de fruits dans quatre pays de la CEA0 : Haute Volta, Mali, Niger, Sénégal - BIT, Addis Abeba, 1982.
3. BRUNEAU, M. et IMBERNON, J.M - Le système agro-industriel et l'agriculture contractuelle dans les campagnes du Tiers-Monde.
4. C.E.A.O - Projet de Programme de Coopération Industrielle entre les Etats membres de la CEA0 - Direction Développement Industriel, 1983.

5. Direction Nationale du Génie Rural - Projet de recensement des technologies traditionnelles au Mali.
  - Dossier technique - 1985 - Ministère Agriculture - DMA -
  - Dossier technique - 1984 - Ministère Agriculture - DMA -
6. FAO - Alimentation et Nutrition - Dossier pédagogique - 1983.
7. Larousse - Dictionnaire Larousse agricole - 1982.
8. OIT - Atelier National Technologie - Emploi - Développement. OIT/Bmakao 31/10 au 7/11/84 - Volumes I et II.

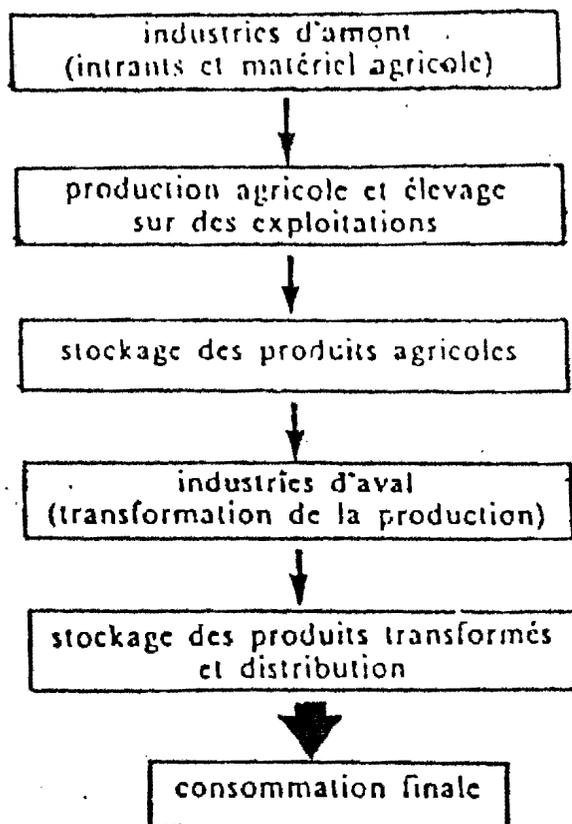
Tableau 1 - Les productions agricoles du Mali (en milliers de tonnes)					
	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84
<b>CEREALES</b>					
Mil-Maïs-Sorgho	1007,1	727,0	930,8	900,7	741,0
Paddy	165,0	164,9	175,6	134,0	124,6
<b>CULTURES DE RENTE</b>					
Coton graine	151,0	110,4	97,7	128,8	141,0
Arachide	118,0	91,5	91,9	48,0	26,3

LE SYSTÈME ALIMENTAIRE





SCHEMA D'UN SYSTEME POST-RECOLTE



LE SYSTEME AGRO-INDUSTRIEL

## QUELQUES INDUSTRIES AGRICOLES DU MALI

ETABLISSEMENTS E. ACHCAR  
ET FILS  
SIEGE SOCIAL : B. P. 324 BAMAKO TEL : 22-36-64  
ET 22-57-68

TÉLEX 513

### Grand Moulin du Mali (GMM)

SOCIÉTÉ ANONYME, CAPITAL DE 1.200.000.000 F. M.

Usine : Koulikoro (60 Km de Bamako)  
Production de farine de blé, de maïs,  
semoule de maïs - aliments bétail  
farine de mil

## HUICOMA

### HUILERIE COTONNIERE DU MALI

Société d'économie mixte (C.M.D.T)

(Etat Italien)

Capital : 500.000.000 F. CFA

Siège Social et Direction Générale

CMDT face Hotel  
de l'Amitié Bamako

Produits :

HUILE DE COTON  
SEMI-RAFFINÉE

- FOURTEAUX DE  
COTON DES HUILES  
EN PELLETS

- ALIMENTS BÉTAIL  
EN PELLETS

B. P. 487 - Tél. : 22-24-62  
22-50-97 - Téléx 554 (Cimatex)

## S. O. N. A. T. A. M.

SOCIÉTÉ NATIONALE DES TABACS ET ALLUMETTES  
DU MALI

LIBERTÉ : Ordinaire et filtre synthèse des goûts. La cigarette la plus vendue au Mali.

MANSA : bout rimpé. Une sélection de tabacs fins de Virginie.

FROMADAIRE : Tabac à pipe. Arôme méditerranéen. Une douce pipe.

Kala-Jala et Bagangéna : Allumettes de qualité

ADRESSES UTILES :

- SIEGE SOCIAL : FABRIQUE DE CIGARETTES  
Route de Sotuba B.P. 59 Tél. 22-49-65 Téléx 537 Bks  
- FABRIQUE D'ALLUMETTES "ECLAIR"  
Tél. 22-40-78

- AGENCES :

KAYES	B.P. 143	Tél. 53-11-25
KOULIKORO		
KOUTIALA	B.P. 41	Tél. 43
SIKASSO		Tél. 62-09-24
SEGOU	B.P. 89	Tél. 32-01-76
MOPTI	B.P. 175	Tél. 147
KOMBOUDOU	B.P. 20	Tél. 92-10-64
GAO	B.P. 12	Tél. 91



INDUSTRIE TEXTILE DU MALI

Route de Sotuba B. P. 299 BAMAKO (R.A.S. du Mali)  
Téléx 22 83 00 - 22 48 18 - 22 47 47 - Tél. 504

FLATURE -

TISSAGE -

IMPRESSION

BEST AVAILABLE COPY

## UNITE 2

### MANUTENTION ET EMMAGASINAGE DES GRAINES ALIMENTAIRES

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- d'expliquer pourquoi on doit protéger soigneusement les graines alimentaires après la récolte ;
- d'identifier les facteurs influençant la composition et la qualité des graines alimentaires ;
- de schématiser le principe et les méthodes de séchage des graines ;
- de décrire le but et les méthodes de stockage des graines ;
- de connaître les moyens de préservation des denrées stockées.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Pourquoi doit-on protéger soigneusement les graines alimentaires après la récolte ?
2. Quels sont les facteurs influençant la composition et la qualité des graines alimentaires ?
3. Pourquoi faut-il sécher des graines alimentaires après la récolte et avant l'entreposage ?
4. Quelles sont les différentes méthodes de séchage ?
5. Quels sont les buts de stockage des graines ?
6. Quelles sont les méthodes de stockage ?
7. Quels sont les moyens de préservation des denrées stockées ?

### **III. DISCUSSIONS**

#### **1. Pourquoi doit-on protéger soigneusement les graines après la récolte ?**

Entre la récolte d'un produit et sa consommation par l'homme ou les animaux domestiques, une quantité considérable est dévorée ou détériorée par des parasites, en particulier des insectes et des rongeurs. Il se produit aussi des pertes de qualité (valeur nutritive et commerciale des denrées) lorsque les parasites et les micro-organismes (moisissures et bactéries) ont pu se développer en se nourrissant sur les stocks ou lorsque le procédé de séchage ou de traitement détruit les éléments nutritifs. On estime, dans certains cas, les pertes subies après la récolte, c'est-à-dire pendant l'emmagasinage, la transformation et la commercialisation, peuvent atteindre 50 % parfois plus élevées encore.

La première mesure doit consister à protéger ce qui a été cultivé et récolté pour les êtres humains, en protégeant la récolte de l'attaque des parasites et en améliorant les méthodes locales de traitement et le stockage, de façon à préserver la valeur nutritive naturelle des denrées.

#### **2. Quels sont les facteurs influençant la composition et la qualité des graines alimentaires ?**

La détérioration des produits récoltés est imputable à de nombreux facteurs. La composition et la qualité des graines alimentaires sont constamment exposées à l'influence de forces extérieures, telles que :

- des facteurs physiques : température et humidité
- des facteurs chimiques : oxygène
- des facteurs biologiques : bactéries, moisissures, insectes, rongeurs etc.

- des facteurs techniques : procédés de manipulation, d'entreposage, de transport et de désinfection.

Les graines alimentaires se conservent plus ou moins bien selon les traitements qu'elles subissent avant l'emmagasinage. L'activité respiratoire des graines et des produits dérivés dépend de leur qualité initiale : il faut éviter de blesser ou endommager les graines.

En effet au moment de la récolte, les graines alimentaires sont encore protégées par diverses enveloppes naturelles protégeant contre l'agressivité des facteurs extérieurs (humidité, micro-organismes). Par la suite, les cellules des graines peuvent être endommagées pendant les opérations de récolte, de battage, de décorticage, de trempage, de nettoyage et d'usinage.

#### **Exemple :**

- la coque de l'arachide joue un grand rôle si elle reste intact : elle protège contre la pénétration des spores de champignon dans l'amande et les attaques d'insectes.
- Les glumes du riz (paddy) peuvent empêcher la pénétration de certains insectes.

## **21. Facteurs physiques**

### **a. Récolte**

L'époque et les méthodes de récolte constituent deux facteurs importants dans la détérioration des denrées. Si l'on récolte avant que la plante ne soit mûre, on obtiendra généralement un rendement médiocre et une forte proportion de grains verts qui se détériorent plus facilement (car ils contiennent des enzymes en activité).

D'autre part, la récolte restée sur pied est exposée à des alternances d'humidité et de sécheresse (rosée nocturne et chaleur diurne), qui augmentent ainsi le risque d'éclatement des graines (cas de riz à grain long) et d'attaque des insectes ou de prolifération des moisissures.

## **b. Battage et foulage**

- Le battage risque de contribuer à la détérioration des graines s'il est fait, à la main ou à la machine, d'une façon qui provoque le fendillement ou la cassure du grain.
- Le foulage ou piétinement par les animaux (ou au tracteur) sur des panicules de céréales étalées sur le sol peut provoquer des pertes importantes car une proportion considérable de grains n'est pas libérée. En outre, le grain se trouve mélangé à de la terre et à d'autres impuretés qui sont préjudiciables au stockage et à la transformation.

## **c. Séchage**

Le séchage a pour objet d'empêcher la germination des semences, de conserver au grain sa qualité maximale et de ramener son humidité à un niveau qui empêche la prolifération des bactéries, des champignons et les insectes nuisibles.

Il est indispensable que les graines soient séchées rapidement et à fond. La qualité des graines, et par conséquent leur valeur marchande, dépendent de l'efficacité de la méthode de séchage utilisée.

**Exemple :** Couleur des graines, teneur en huile, acidité etc.

**L'air :** constitue le milieu où s'effectue le séchage et il transmet au produit la **chaleur** qui provoque la vaporisation de l'eau du grain tout en assurant l'élimination de la vapeur ainsi dégagée.

## **d. Traitements à l'eau**

Les traitements à l'eau, trempage, étuvage, cuisson dissolvent et éliminent les vitamines solubles des graines.

**Exemple :** Cas de l'étuvage du riz lorsque le rinçage a été précédé d'un étuvage, la perte de vitamines est de l'ordre de 7 à 12 %. En outre, un étuvage prolongé gonfle davantage l'amande en la séparant de l'enveloppe, de sorte qu'elle se trouve exposée à l'attaque des insectes ou à la prolifération des champignons ou bactéries se trouvant dans l'eau.

### e. Nettoyage

La présence d'impuretés, de poussière et d'autres substances étrangères parmi les graines accélère leur détérioration : car les graines non nettoyées risquent plus facilement de s'échauffer que les graines propres ayant la même teneur en eau.

**Exemple :** Le taux d'acidité des arachides non nettoyées de poussière est plus élevé que celui des graines tamisées.

Pour éliminer des corps étrangers, on peut procéder par **vannage** (par le vent) ou mieux, on utilise des cribles ou tamis qui éliminent plus efficacement des impuretés ou débris étrangers.

### f. Mouture

La mouture des céréales peut se faire entre deux pierres (meules dormantes par exemple), au moyen d'un mortier et d'un pilon, ou dans des broyeurs à marteaux, à meules ou à cylindres. La qualité de la farine obtenue dépend de divers facteurs :

Le **tamissage**, le **vannage** et le **tri** des graines abîmées permettent d'obtenir une farine de meilleure qualité (élimination au préalable des brisures de graines, impuretés, poussières, fragments d'insectes etc.).

Le **rancissement** par oxydation pose souvent de graves problèmes lors du stockage des graines oléagineuses et des produits de mouture des céréales.

Le **broyage** des graines en fragments, puis en farine donne des particules très fines pour permettre le développement des insectes, tels que les charançons et les teignes.

On sait que pendant l'**usinage** des céréales, tout système qui favorise la séparation du germe et des enveloppes extérieures (son) élimine les parties les plus riches en vitamines.

**Exemple :** Usinage de paddy réduit notablement le Thiamine.

Dans le cas des farines alimentaires traitées, la qualité du produit stocké dépend de la teneur en lipides, en minéraux et en vitamines. Les micro-organismes (insectes notamment) prolifèrent très rapidement sur les farines les plus riches en éléments nutritifs.

#### **g. Transport**

Divers procédés utilisés pour le transport influencent également sur la qualité du produit. On se sert de récipients variés : gourdes en peau, bidons de fer blanc, paniers et sacs en fibres naturelles (jute, sisal, papier etc.) ; dans d'autres cas, le produit est déplacé en vrac au moyen de transporteurs mécaniques.

Les différents modes de transport peuvent provoquer des chocs et des brisures à des degrés variables, et des concentrations de la poussière.

En outre, le transport des produits est effectué dans divers types de véhicules, ou d'embarcation où les règles d'hygiène ont un rôle important à jouer.

Une contamination mutuelle des produits peut survenir à partir de résidus infestés dans les véhicules ou dans les cales, ou encore d'autres produits parasités, transportés en même temps.

#### **h. Climats**

Les conditions climatiques jouent un rôle important dans la vitesse de détérioration des denrées stockées, particulièrement dans les régions tropicales.

Les fortes températures et humidités facilitent la détérioration des denrées par les insectes, les champignons, les bactéries. De même l'alternance chaleur - humidité provoque les craquelures superficielles des graines, causées par les phénomènes successives de dilatation et de contraction, offrant aussi toutes facilités d'accès aux insectes et moisissures.

L'exposition des produits à la chaleur directe du soleil (par exemple : camions ou péniches dépourvus de bâches) ou à la variation de températures au cours de transport provoquent des condensations qui nuisent à la bonne qualité du produit transporté.

L'eau provoque d'importants dégâts dans les sacs en cours de transport (mauvaise échanchéité des planchers, bâches mal imperméabilisées des camions de transport). Les sacs mouillés peuvent être une source de la prolifération des moisissures ou de la détérioration des propriétés physico-chimiques du produit.

## **22. Facteurs biologiques**

Les agents biologiques qui provoquent le plus souvent la détérioration des graines alimentaires sont des champignons, les acariens, les insectes, les rongeurs, les oiseaux etc. (Voir le cours de protection des Végétaux).

### **a. Les champignons**

Un grand nombre de champignons ont été décelés à la surface et à l'intérieur des graines alimentaires. Ils peuvent être groupés en 2 catégories de microflore : interne et externe. Au cours de leur croissance, certaines champignons produisent des substances chimiques toxiques pour l'homme et les animaux domestiques.

**Exemple :** l'*Aspergillus flavus* produit de l'aflatoxine dans les arachides.

Généralement la prolifération des champignons est maximum entre 20 et 40°C et à un taux d'humidité supérieur à 90 %.

### **b. Les acariens**

Les acariens appartiennent à la classe des arachnides (araignées).

Les Astigmata (mites), les Mesostigmata, des Prostigmata et les Cryptostigmata sont les parasites typiques des denrées stockées. Ils se présentent en colonies nombreuses, formant une poussière à la surface des sacs ou à la base des piles. L'infestation des acariens est de faible ampleur dans les régions tropicales.

### c. Les insectes

Dans les pays chauds, les coléoptères et les lépidoptères sont les principaux insectes parasites des stocks de denrées alimentaires, où ils provoquent des pertes et des destructions considérables.

Les insectes se reproduisent favorablement dans un milieu dont l'humidité relative se maintient à 70-80 % et la température de 30°C environ.

Parmi les insectes qui détériorent les graines alimentaires stockées, le plus dangereux d'entre eux est le **charançon** (*Sitophilus*). L'alucite des graines (*Sitotroga cerealella*), petit papillon jaune pâle, est également extrêmement nuisible. D'autres espèces : vers de farine (*Tribolium*), capucin des graines (*Rhizopertha dominica*) etc.

**Inspection** : Il faut apporter une grande attention à l'inspection des denrées et des bâtiments, des récipients et des véhicules. De nombreuses méthodes permettent de déceler la présence de moisissures et d'insectes et d'évaluer l'importance de l'infestation.

On utilise en général pour les inspections, des **sondes** à prélèvements d'une trentaine de centimètres de long. La sonde enfoncée dans un sac prélève une quantité de graines : par comptage des insectes présents, on obtient une certaine indication de l'infestation. Le **criblage** c'est-à-dire en tamisant le produit contenu dans les sacs, peut déceler de façon plus précise la présence d'insectes.

#### **d. Les rongeurs**

Les rongeurs causent de graves dégâts aussi bien des récoltes sur pied que des produits stockés.

Les dégâts subis par les denrées stockées sont de trois ordres :

- les rongeurs consomment une certaine quantité de ces denrées,
- ils souillent de leurs excréments des quantités de denrées plus grandes encore,
- ils percent des trous dans les emballages, d'où perte de denrées par éparpillages.

Ces animaux véhiculent aussi des maladies transmissibles à l'homme (par manipulation ou consommation des produits contaminés). Il existe de nombreuses espèces de rats qui ne s'attaquent qu'aux denrées stockées : les rats et souris plurimammaires (*Ratus natalensis*), le rat du Nil (*Arvicanthis niloticus*), le rat noir (*Rattus rattus*) et les souris ordinaires (*Mus musculus*).

### **3. Pourquoi faut-il sécher des graines alimentaires après la récolte et avant l'entreposage ?**

Il est indispensable de garder des graines sèches si l'on veut maintenir les détériorations et les pertes dans des limites acceptables. On voit l'importance que revêt un séchage rapide et efficace des graines alimentaires après la récolte et avant l'entreposage.

Les méthodes naturelles de séchage font appel aux effets déshydratants du soleil ou de courants d'air chaud en plein champ ou dans les installations de village.

Les méthodes artificielles utilisent le feu ou l'air chaud (chauffer par des brûleurs à mazout, de résistance électriques ou des gaz chauds) pour sécher directement ou indirectement les graines avec ou sans ventilation.

#### **4. Quelles sont les différentes méthodes de séchage ?**

On distingue le séchage naturel et le séchage artificiel.

##### **41. Séchage naturel**

Ce mode de séchage fait intervenir à la fois le soleil et l'air, mais il exige plus de temps et de la main-d'oeuvre pour étaler et ramasser les graines. Il faut éviter un séchage trop rapide ou trop poussé et réduire si possible les déplacements trop fréquents des graines qui risqueraient de briser ou d'endommager leur enveloppe (gonflement ou éclatement de certaines graines, celles des légumineuses ou des épices par exemple). Dans d'autres cas, la graine se ride et brunit ou se décolore sous l'effet de l'oxydation, elle risque de perdre la majeure partie de sa teneur en nutriments (en carotéine et riboflavine par exemple).

##### **Exemples :**

- les épis de maïs séchés au soleil, si possible démunis de leur spathe (région tropicale sèche) ;
- les épis de mil séchés au soleil pendant 3 à 4 jours ;
- séchage de l'arachide pendant 2 à 3 jours, gousses en l'air sur le sol ou en moyettes ;
- séchage des bottes de paddy sur échafaudages ou meules.

La pratique la plus répandue consiste à étaler la récolte, battue ou égrenée, sur le sol ou sur une aire spécialement aménagée (nattes, sacs, terre battue, béton) où elle reste exposée au soleil et au vent.

##### **42. Séchage artificiel**

Si l'humidité est trop forte pour que le grain soit suffisamment sec et si les méthodes courantes de stockage ne permettent pas d'accentuer la déshydratation, il fait appel à un moyen mécanique de brassage de l'air à la température ambiante, ou à un dégagement d'air chauffé (avec ou sans brassage). L'air est chauffé par les moyens variés : substances carbonnées et hydrocarbures, résistances électriques.

Après avoir séché le produit en l'exposant à l'air chaud, il est indispensable de le refroidir avant de l'entreposer. Car si la température du produit stocké est supérieure à celle de l'air ambiant, il risque de se produire des moisissures et d'autres détériorations dans les produits. Il faut veiller à ce que l'entrée en magasin se fasse à une température analogue à celle de l'atmosphère ambiante.

Les formes de séchage artificiel se distinguent d'après l'épaisseur de la couche formée par le produit à sécher :

- a. séchoirs où les grains sont disposés en couches épaisses
- b. séchoirs pour sacs
- c. séchoirs où les grains sont disposés en couches minces.

Le séchage à l'air surchauffé peut se faire à une température et avec un volume d'air très variables. On élève généralement de 5 à 10°C la température de l'air ambiant et le séchage dure 3 à 14 jours. Les ventilateurs de séchoirs sont entraînés par des moteurs à combustion interne ou par des moteurs électriques. L'appareil peut fonctionner par aspiration ou par pulsion d'air à travers le produit.

##### **5. Quels sont les buts de stockage des graines ?**

Le stockage des graines répond à trois ordres de préoccupations :

- constituer une réserve de nourriture
- en faire le commerce
- garder les semences nécessaires pour la campagne suivante.

Les stocks sont conservés sous deux formes : soit en sacs, soit en vrac dans des récipients de conceptions diverses.

Le choix du mode de stockage dépend des conditions locales suivantes :

- types de produits
- durée du stockage
- valeur des produits

- climat
- système de transport
- coût de la main-d'oeuvre
- coûts du matériel et quantité disponible
- présence de rongeurs et d'insectes nuisibles

D'une façon générale, quelque soit le mode de stockage, il est indispensable que le contenant (sac, entrepôt, silo) soit exempt de toute poussière, de reste de coulage ou de résidus et que le contenu soit de bonne qualité, sec, sans poussière ni particules de corps étrangers.

En résumé, il s'agit de mettre un **produit sec, propre, exempt d'infestation** dans un milieu sain, exempt de souillures et de parasites.

## 6. Quelles sont les méthodes de stockage ?

On distingue deux méthodes de stockage :

- Méthodes traditionnelles
- Méthodes modernes.

### 6.1. Méthodes traditionnelles

Pratiquement tous les greniers traditionnels, quelle que soit leur nature, sont contruits sur des plates-formes surélevées destinées à empêcher les remontées d'humidité.

Les isolants supportant la plate-forme sont construits de grosses pierres ou de fourches de bois dur. De grosses traverses en bois dur joignant les supports et sont recouvertes transversalement de traverses plus petites, de tiges de mil ou de seccos (nattes confectionnées avec de longues herbes tressées) avant de recevoir la couche de banco qui constituera le fond du grenier proprement dit.

La plate forme sera, suivant le type du grenier, circulaire ou rectangulaire.

Pour empêcher les attaques de termites, diverses plantes répulsives (le bénéfén par exemple) sont étalées sur la plate-forme de bois avant de la recouvrir de banco.

Au Mali on distingue cinq grandes familles de greniers :

**a. Les greniers en mottes de banco**

Il s'agit des greniers les plus élaborés, on les rencontre dans les régions de Koutiala, Sikasso, Ségou, pays dogon. Ces greniers contiennent en général des céréales, en graines ou épis et peuvent contenir des stocks pluriannuels. Ils ont le plus souvent recouverts d'un toit en paille.

**b. Les greniers en briques**

Le grenier est construit sur la plate-forme comme une case, en employant des briques crues de banco préalablement moulées et séchées (région de Mopti, Ségou).

**c. Les greniers à armature de bambou**

Les parois de ces greniers circulaires sont constituées d'une armature en bambou qui sera ensuite recouverte intérieurement d'une épaisse couche de banco (Kita, Kayes).

**d. Les greniers en végétaux**

Ce sont des greniers de plus petite taille dont le corps est constitué d'un ou plusieurs seccos enroulés en cylindre. Le corps du grenier est solidement fixé sur la plate-forme. Pour tresser les seccos, on utilise souvent, le cekala (*Cymbopogon giganteus*), une grande herbe qui renferme également des essences à pouvoir répulsif des insectes (région de Koulikoro, Sikasso, Ségou).

**e. Les autres types de stockage**

Les produits des petits champs des femmes sont souvent conservés dans de grandes jarres isolées au sol et protégées par un toit en paille.

Dans les régions de Tombouctou, les céréales sont conservées dans des sacs en nattes de rônier tressées ou en peau.

## 62. Méthodes traditionnelles améliorées : Les greniers améliorés.

L'amélioration porte essentiellement sur la plate-forme, elle est réalisée en béton armé, en général de 2,20 m de diamètre, supportée par 3 piliers en béton et isolées des remontées d'humidité par une feuille de feutre bitumineux entre dalle et pilier.

Sur cette plate-forme, on construit ensuite un grenier traditionnel selon les habitudes. Les parois et le fond du grenier sont traités par pulvérisation d'Actellic 50 (pirymiphos méthyl).

Ces greniers améliorés diminuent le pourcentage des graines endommagées de l'ordre de 5 % (au lieu de 10 % en grenier traditionnel) et de pertes en poids de 2 % (au lieu de 3 %) pour les denrées de stockage supérieur à 8 mois.

## 63. Méthodes modernes de stockage

Il en existe deux méthodes :

- le stockage en sac de sisal, de kénaf ou de jute
- le stockage en vrac : effectué dans des silos ou des cellules de types particuliers.

Ces méthodes sont surtout utilisées dans les coopératives, des entrepôts etc.

### a. Stockage commercial

Le mode le plus répandu est le stockage en sacs dans des bâtiments de types divers, construits en pierre, en briques, en tôles ondulées, en boue et clayonnage, comportant un toit en tôle ondulée ou de chaume.

On adopte parfois un système de hangars-silos, à charpente métallique qui est utilisé en un certain nombre de cellules séparées les unes des autres par des cloisons de bois. On utilise aussi des silos en béton, des structures préfabriquées en métal (notamment en aluminium) et munies de joints élastiques.

## **b. Stockage centralisé**

Dans la plupart des pays, les denrées sont stockées dans de grands centres (villes importantes ou ports). Ces dépôts centraux sont souvent exploités par les services publics, chargés de régler, de contrôler et d'améliorer la collecte, le stockage, la commercialisation, la distribution et les disponibilités de certains produits essentiels (céréales, arachide etc.).

On distingue divers modes de stockage dans les grands entrepôts centraux :

- Stockage en vrac à l'extérieur, à même sur le sol ou sur des emplacements spécialement aménagés,
- Stockage en vrac, dans des entrepôts ou des silos surélevés,
- Stockage en vrac dans des cellules partiellement ou totalement enfouies dans le sol,
- Stockage en sacs empilés à l'extérieur mais protégés des intempéries par des bâches amovibles (Ex : Stockage de l'OPAM),
- Stockage en sacs empilés sous des abris permanents c'est-à-dire à l'intérieur de bâtiments (Ex : Entrepôts de l'OPAM).

## **7. Quels sont les moyens de préservation des denrées stockées ?**

(Voir le cours de protection des Végétaux)

Rappelons que les graines alimentaires risquent de subir de lourdes pertes pendant le stockage quand elles sont infestées par des insectes.

### **71. Méthodes traditionnelles**

Les cultivateurs utilisent des méthodes de protection traditionnelles et simples, le plus souvent à base de plantes, qui sont réputées avoir le pouvoir de tuer ou d'au moins éloigner un certain nombre de ravageurs, rongeurs ou insectes.

**Exemples** - le bénéffin : la poudre de tiges de bénéffin broyées est utilisée contre les Sitophilus.

- Le neem : les feuilles hachées mélangées aux graines protègent contre *Rhizopertha*, *Sitophilus* et *Trogoderma*.
- Dans les pays dogon et zones lacustres, on utilise les racines de joro (*Securidaca longepedunculata*), les feuilles mbéré (*Boscia senegalensis*) et les racines de zèguènè (*Balanites aegyptiaca*) contre le *Tribolium*.

## 72. Méthodes modernes

a. L'utilisation des **produits insecticides** modernes dans la conservation des stocks paysans est encore peu développée.

- Le HCH (hexachloro-cyclohexane) semble être le produit le plus répandu pour lutter contre les termites par saupoudrage ou mélange avec le banco servant au crépissage intérieur. Il ne devrait pas être mélangé aux produits à conserver car il est **toxique pour l'homme**.

Cependant, les produits suivants sont conseillés par le Service de la protection des Végétaux :

- **Bromophos** (nexion) : poudre à mélanger aux graines à la dose de 1 g de MA/100 kg (soit de Bromophos 2 % par 100 kg de graines).
- **Actellic** (pyrimiphos - méthyl) sous formes de poudre ou liquide. On peut utiliser l'Actellic 50 liquide, à la dose de 100 ml/5 l d'eau en pulvérisation sur les parois du grenier.
- **Trogocide** (tétrachlorure de carbone) : présenté sous forme de petites capsules remplies de liquide. Après ouverture, celui-ci se vaporise, correspondant ainsi à un traitement par fumigation.

## b. Soins préventifs contre les infestations

- Désinfecter avant stockage les récipients (sacs) et les locaux de stockage.
- N'entreposer que des denrées bien sèches.
- Incorporer aux denrées, préalablement au stockage, un insecticide en poudre, admis par la législation en vigueur s'il s'agit de produits de consommation.

### c. Traitements préventifs de la sacherie

- Trempage des sacs vides dans les solutions à 1 % de Lindane ou de Malathion.
- Pulvérisation des sacs après remplissage aux doses suivantes :

* Lindane.....	0,1 g de MA/m <sup>2</sup>
* Malathion.....	0,5 g de MA/m <sup>2</sup>
* Pyréthrinés.....	0,1 g de MA/m <sup>2</sup>

### d. Lutte contre l'infestation en cours de stockage

Deux techniques sont possibles :

- \* Mélange d'un insecticide par poudrage : \* par pulvérisation  
ou \* par nébulisation

Produits : sulfure de carbone, dichlorure d'éthylène, bromure de méthylène.

- \* Fumigation par gaz toxique :

- soit à la pression atmosphérique (sous bâche ou en silo étanche) : sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone, cyanure de calcium.
- soit avec emploi du vide (en autoclave) : bromure de méthyl, oxyde d'éthylène.

Ces procédés demandent des appareillages et du personnel spécialisés.

## IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

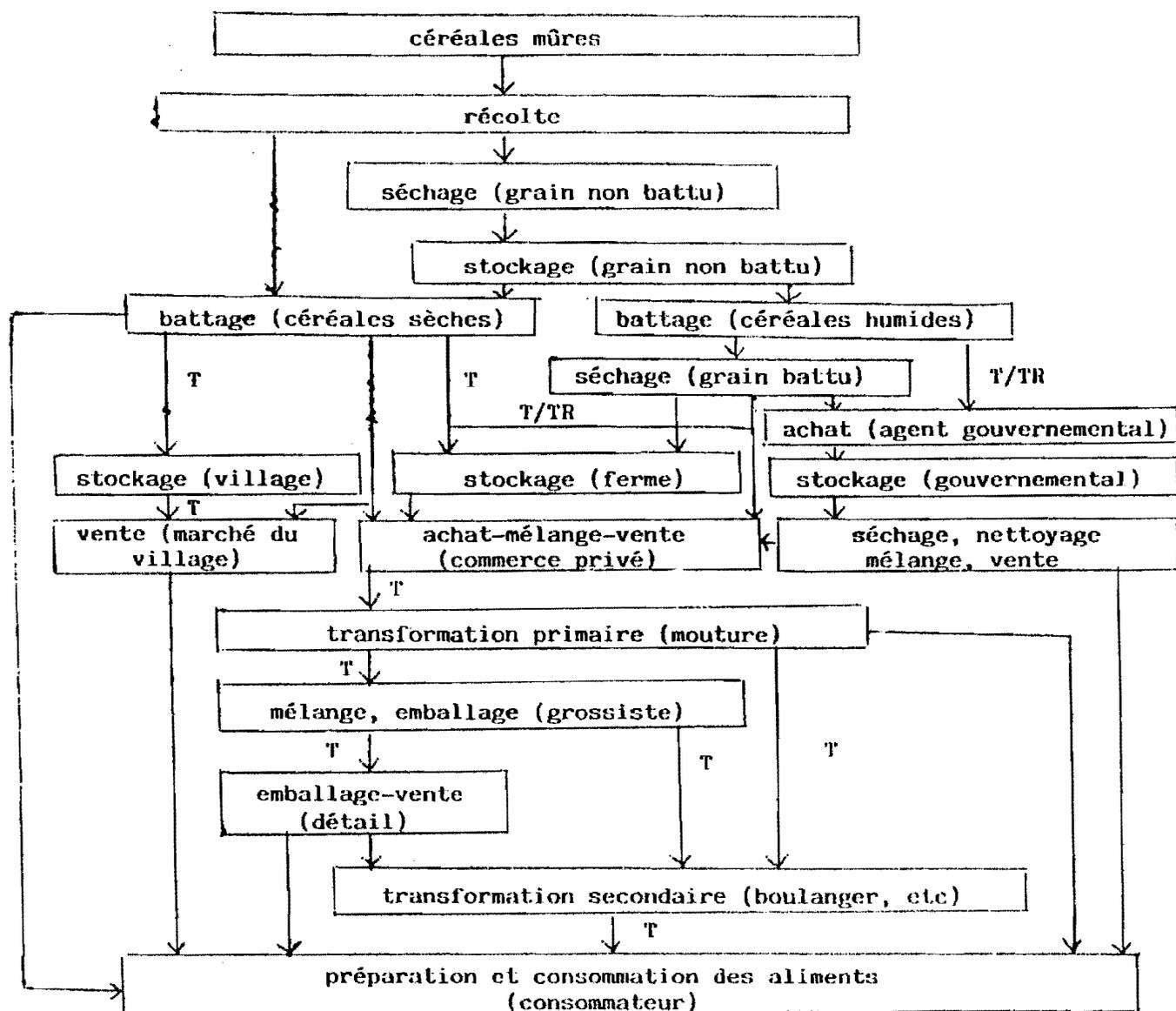
1. Recenser et étudier les modes de séchages des graines de céréales et de légumineuses employés dans la région.
2. Etudier les méthodes de protection des récoltes stockées utilisées dans la région : techniques traditionnelles et techniques modernes. Discuter leurs avantages et inconvénients.

3. Etudier les caractéristiques d'un grenier traditionnel et d'un grenier amélioré (construction, matériels, capacité de stockage, lutte contre les insectes et ravageurs etc.).
4. S'il existe dans la région, visiter un silo moderne ou un entrepôt de graines alimentaires. (Ex : entrepôt de l'OPAM, Rizerie). Observer les techniques d'entreposage et les moyens de préservation des denrées.
5. Collectionner des graines alimentaires conservées selon les diverses méthodes de stockage (traditionnelles et modernes). Comparer les caractéristiques de ces échantillons (graines bien conservées ou mal conservées, couleur, odeur, présence d'impuretés ou d'insectes etc.).

## V. BIBLIOGRAPHIE

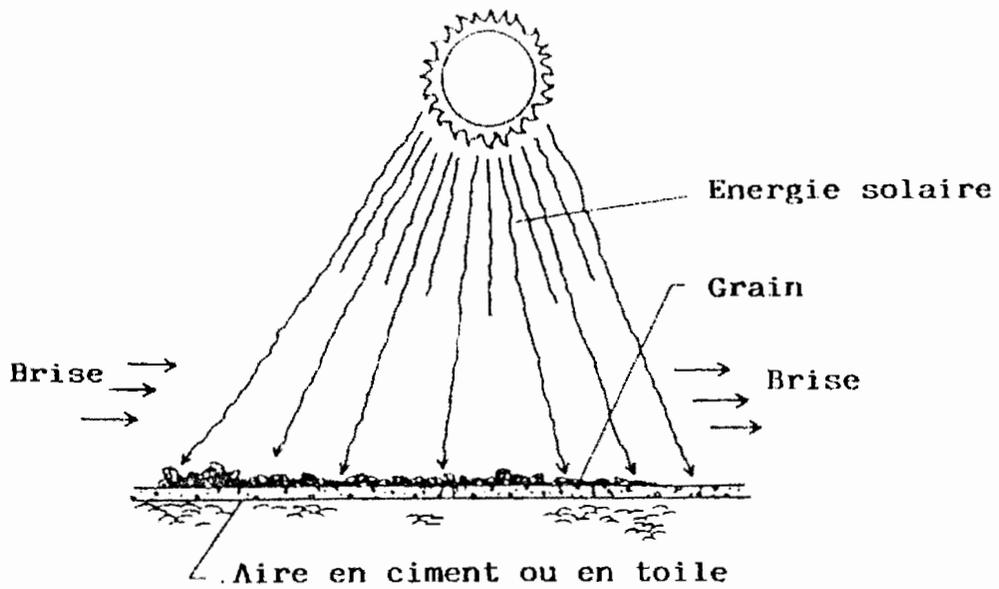
1. Direction Nationale du Génie Rural - projet de recensement des technologies traditionnelles au Mali  
 - Dossier technique - 1985 - Ministère Agriculture - DMA.  
 - Dossier technique - 1984 - Ministère Agriculture - DMA.
2. Hall, D.W - Manutention et emmagasinage des graines alimentaires dans les régions tropicales et subtropicales - FAO, N°90, Rome, 1971.
3. O.I.T - Atelier National Technologie - Emploi - Développement. O.I.T/BAMAKO 31/1 au 7/11/84 - Volumes I et II.
4. Projet CAA-SECID - Cours de protection des Végétaux - Tomes I et II. Projet CAA/SECID/USAID - 1985.

CADRE DU SYSTEME APRES-RECOLTE  
POUR LES CEREALES



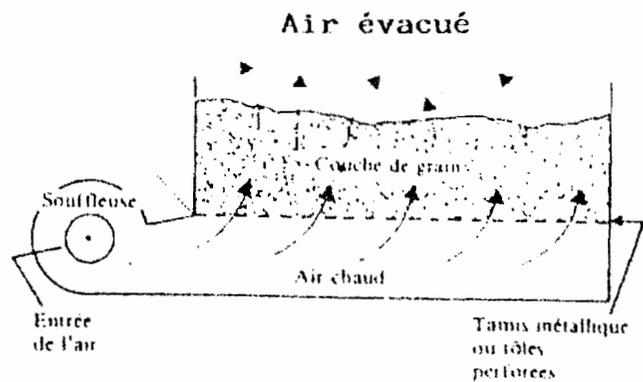
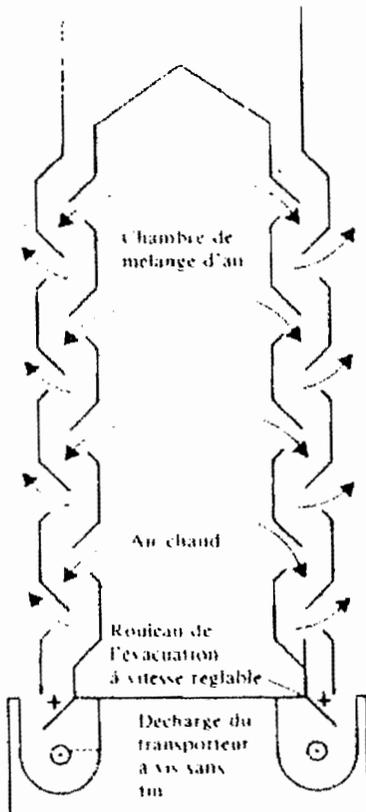
T = transport

TR = triage



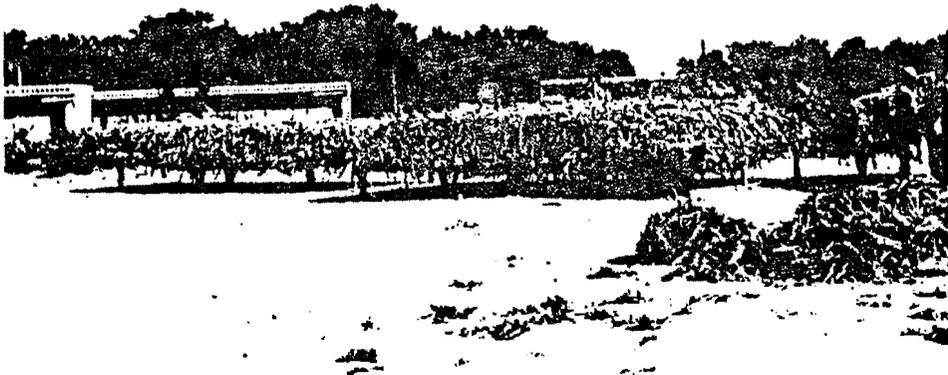
SECHAGE AU SOLEIL

SECHAGE ARTIFICIEL



A) SECHAGE A L'AIR CHAUD SUR FOND PLAT

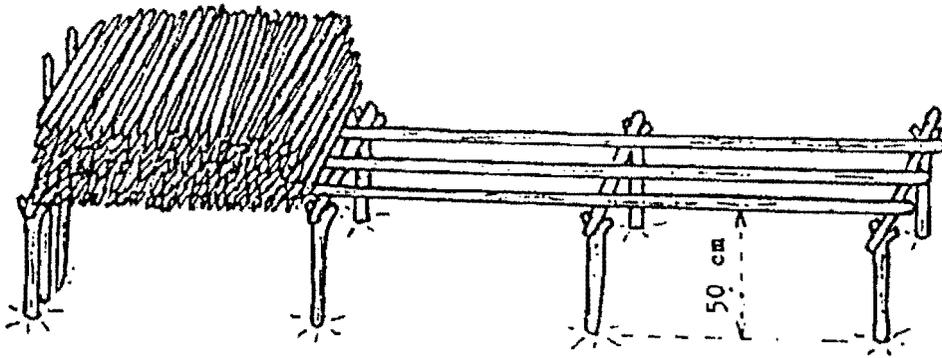
B) SECHAGE A L'AIR CHAUD PAR CIRCULATION CONTINUE



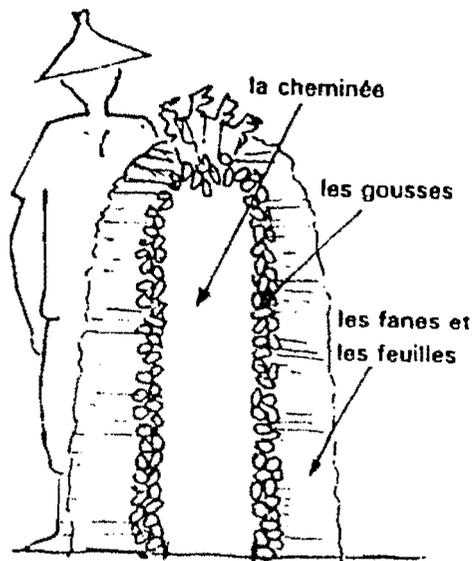
SECHAGE DU SORGHO SUR LES PLATES-FORMES (SAMANKO)



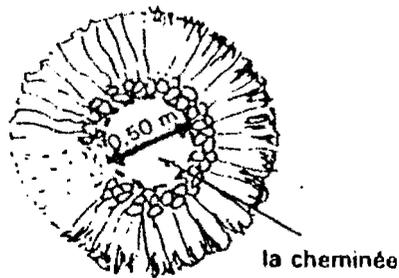
MEULE DE SORGHO (SAMANKO)



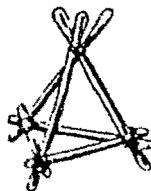
SECHAGE DU MIL PENNISETUM

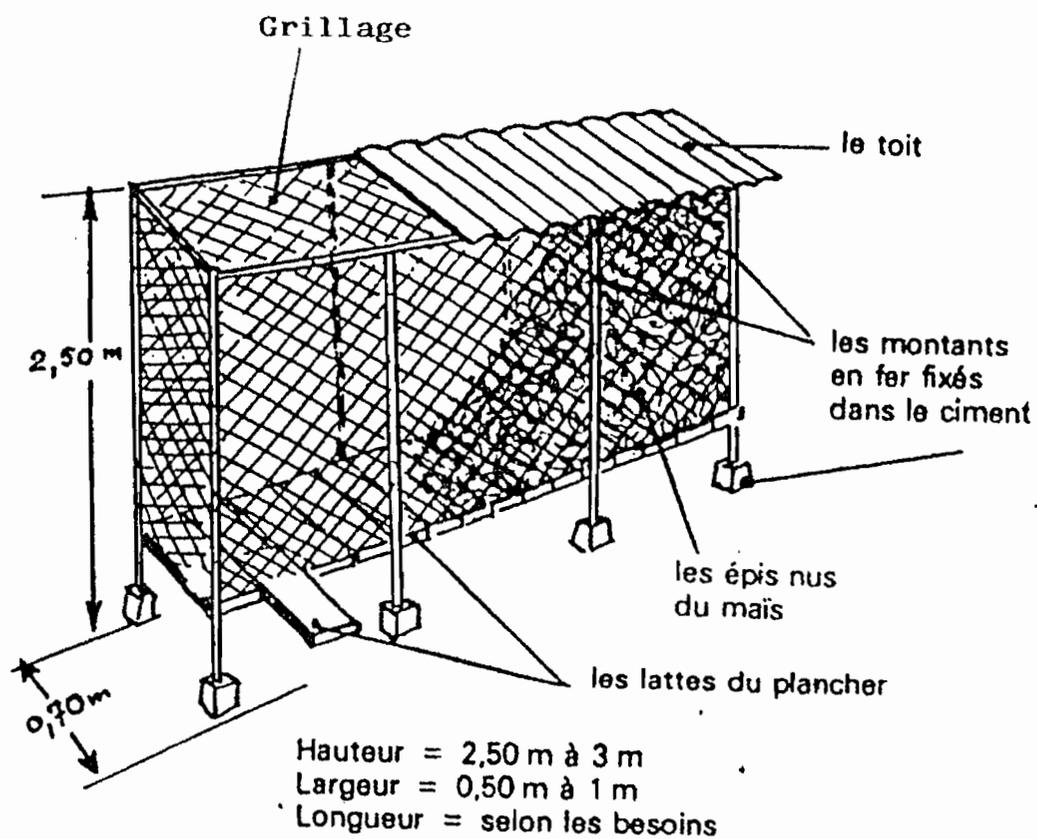


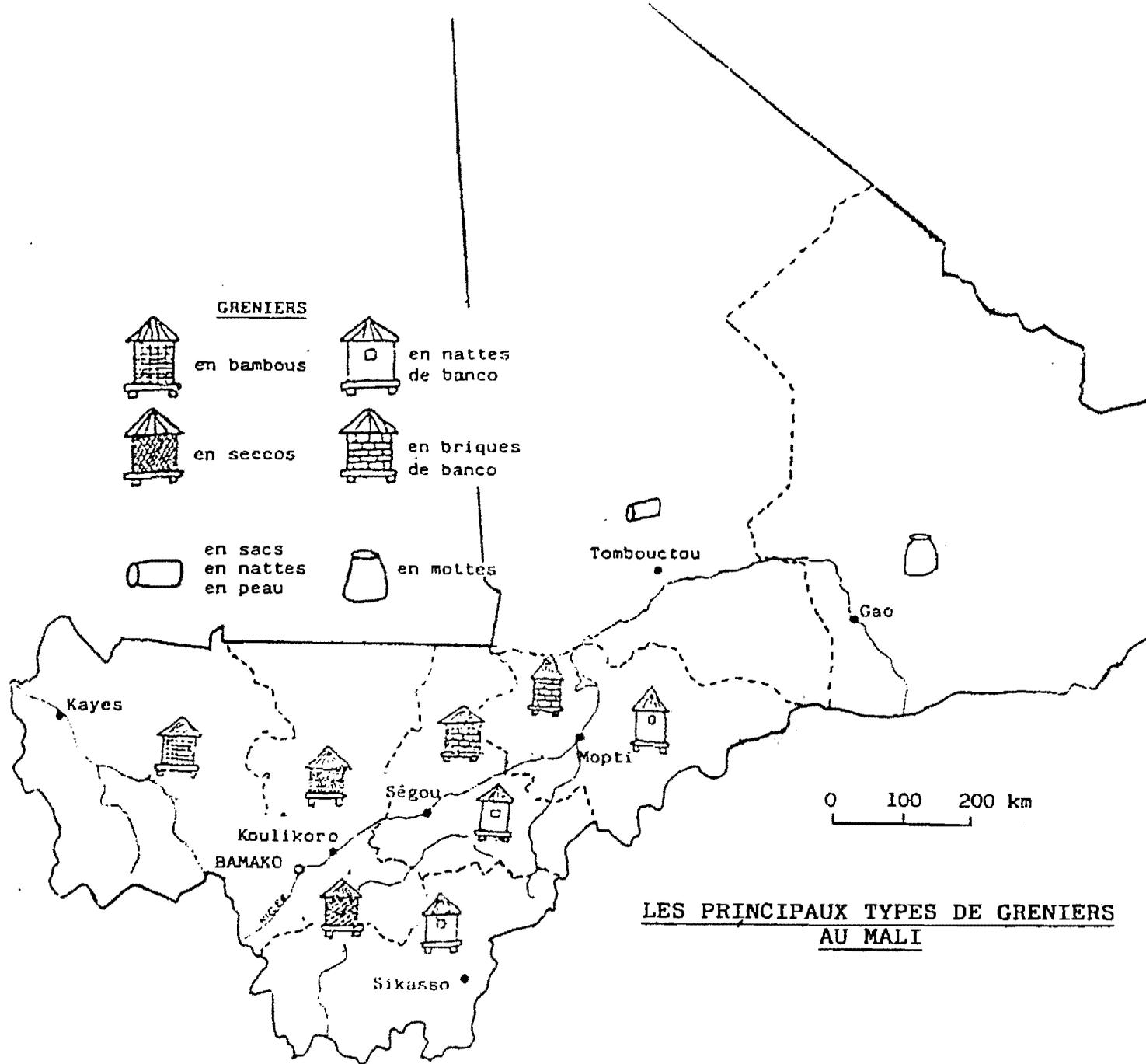
SECHAGE EN MEULE  
(ARACHIDE)

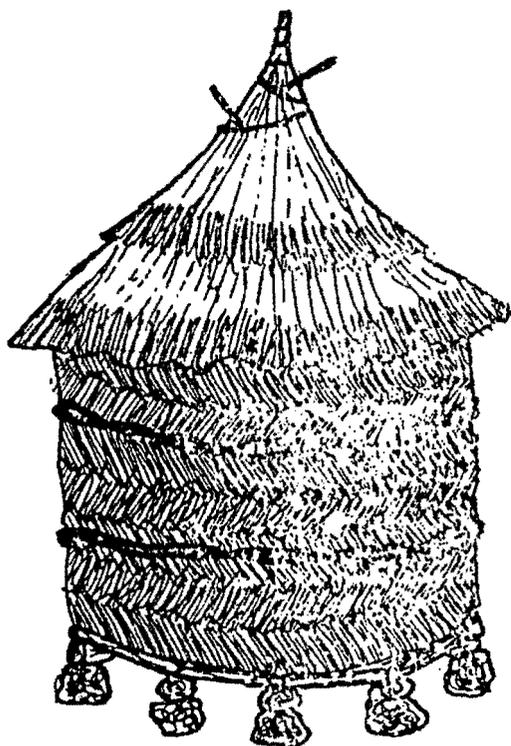


SECHAGE SUR DES PERROQUETS



SECHAGE DE MAISLE CRIB





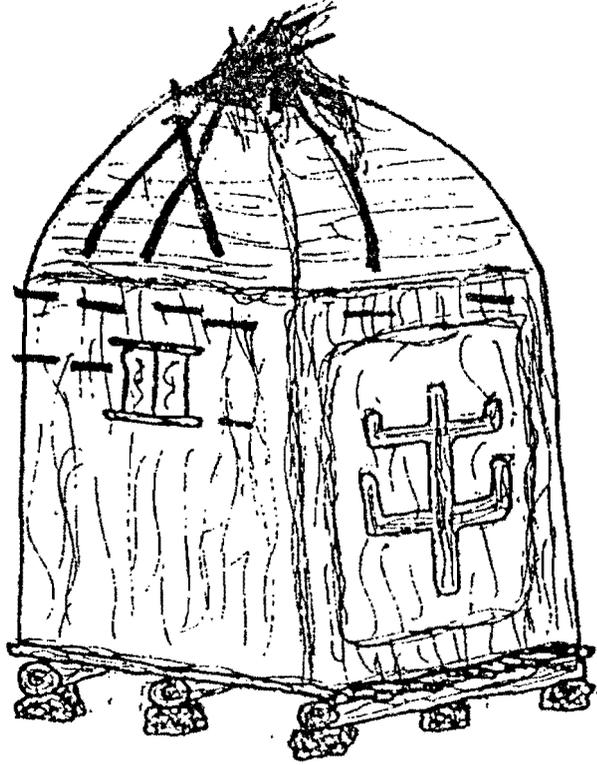
GRENIER EN SECCOS  
(environs de Bamako)



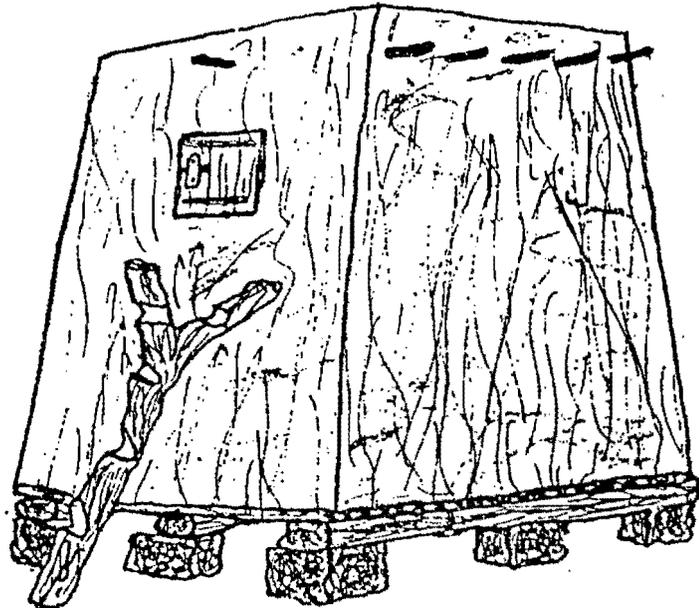
GRENIER DE FEMMES  
(environs de Bamako)  
3 jarres en poterie

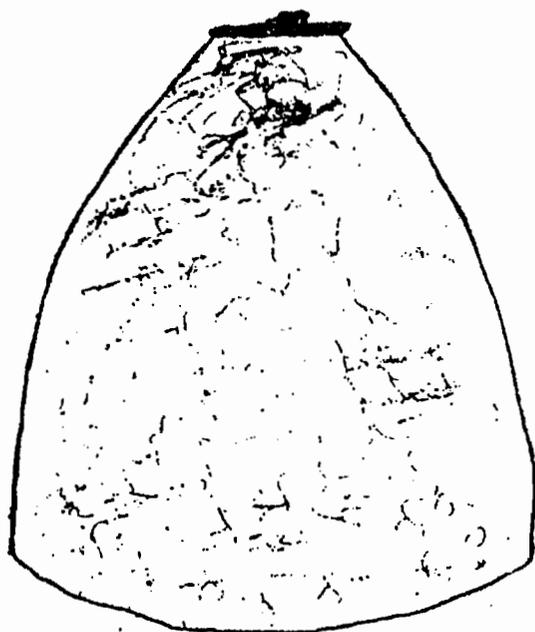
GRENIERS DOGONS  
en mottes de banco

Bandiagara



Bankass



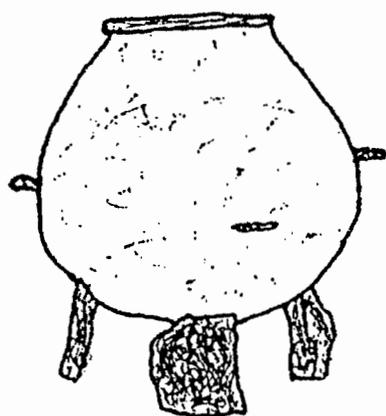


GRENIERS EN MOTTES  
région de Gao

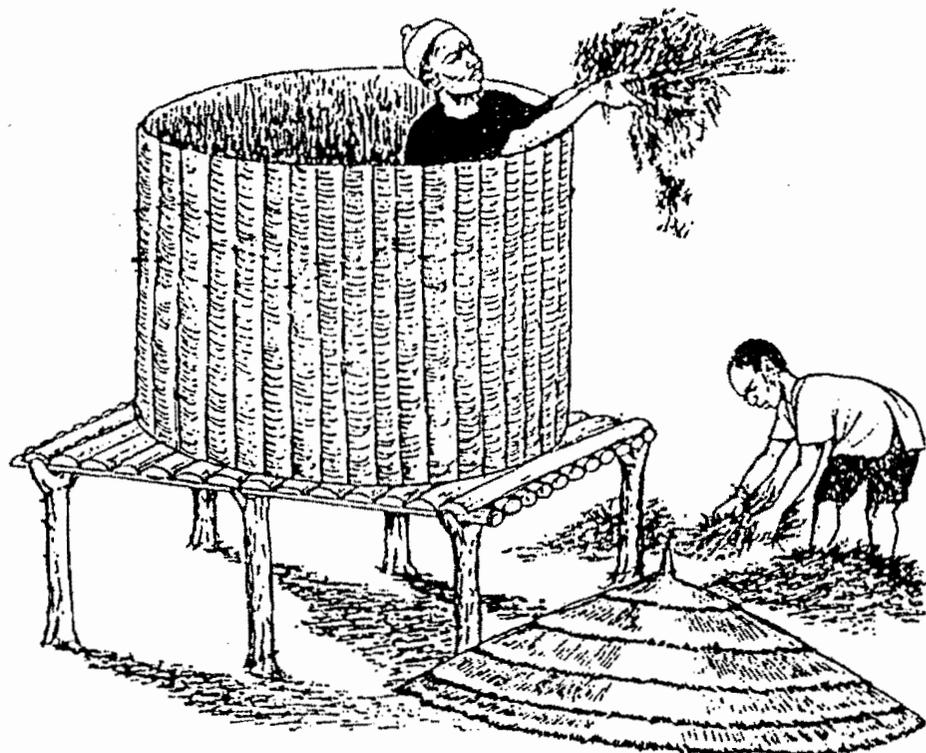
Ménaka



Ansongo



## STOCKAGE DES CEREALES

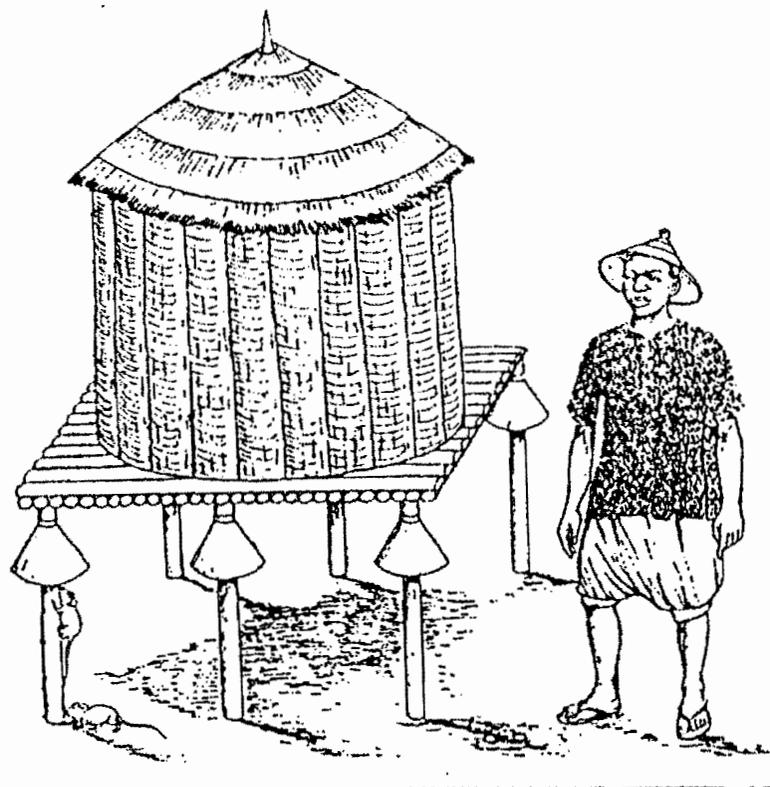


Ce fermier prépare son grenier avant la récolte. L'intérieur en est soigneusement nettoyé. Les restes de grains et de plantes sont enlevés avec un petit balai. Ces débris seront ensuite brûlés pour tuer les insectes qui y avaient trouvé refuge.

A ce moment-là le fermier procédera également aux réparations nécessaires. Veuillez noter que l'ensemble est sur pilotis. Le fermier peut améliorer ce stockage en s'assurant que la plate-forme se trouve à un mètre au moins au-dessus du sol. En ajoutant des systèmes de protection contre les rats, le fermier empêchera ainsi les rats, souris et autres rongeurs d'atteindre la plate-forme.

L'ensemble constitué par une plate-forme d'un mètre et une protection contre les rats au niveau de chaque support permettra au fermier de conserver davantage de céréales.

## SYSTEMES DE PROTECTION CONTRE LES RATS

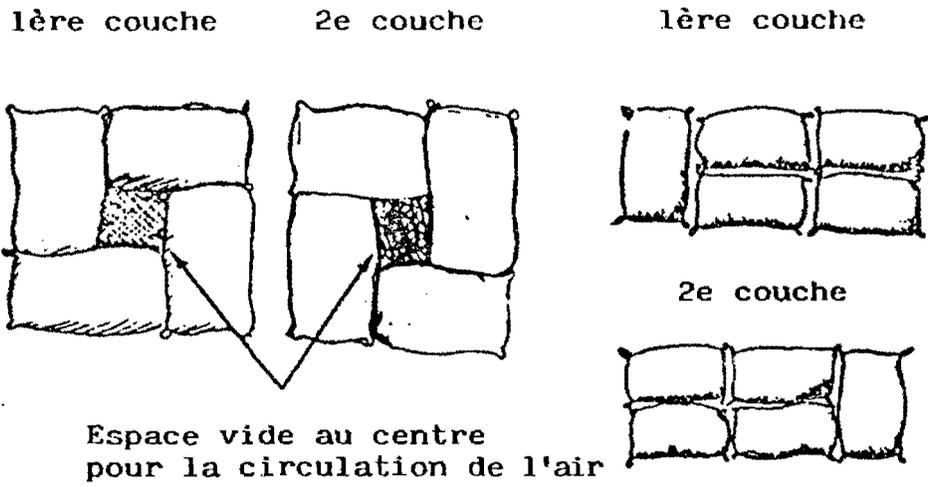


Le fermier se prépare à stocker sa récolte. Le grenier est soigneusement nettoyé, on enlève les débris de plante et les restes de graines. L'intérieur du grenier est nettoyé avec un balai. Les débris sont brûlés pour tuer les insectes qui y avaient trouvé refuge.

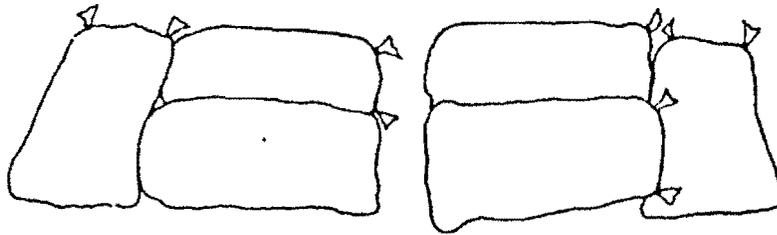
Le fermier procédera alors aux réparations nécessaires. Veuillez noter que le grenier a été élevé. Le fermier a construit la plate-forme pour qu'il n'y ait pas d'humidité sous le grenier et pour empêcher les rongeurs d'y pénétrer.

Toutefois, les rongeurs peuvent bien faire un bond de un mètre et cette plate-forme ne les empêchera pas d'y pénétrer. Les pieds de la plate-forme devront également être munis de systèmes de protection métalliques pour empêcher les rats de grimper.

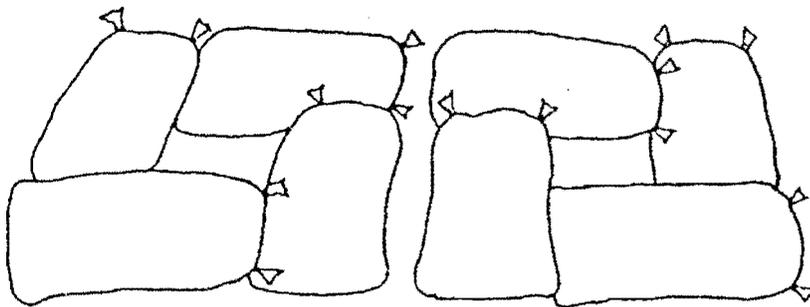
Une plate-forme située à un mètre au-dessus du sol munie de systèmes de protection métalliques permettra de réduire les pertes de céréales.



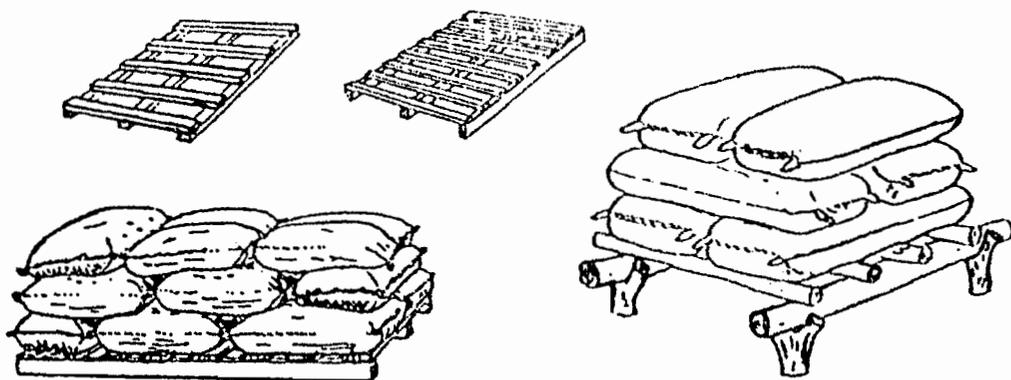
A- Méthode chinoise



B- Méthode japonaise



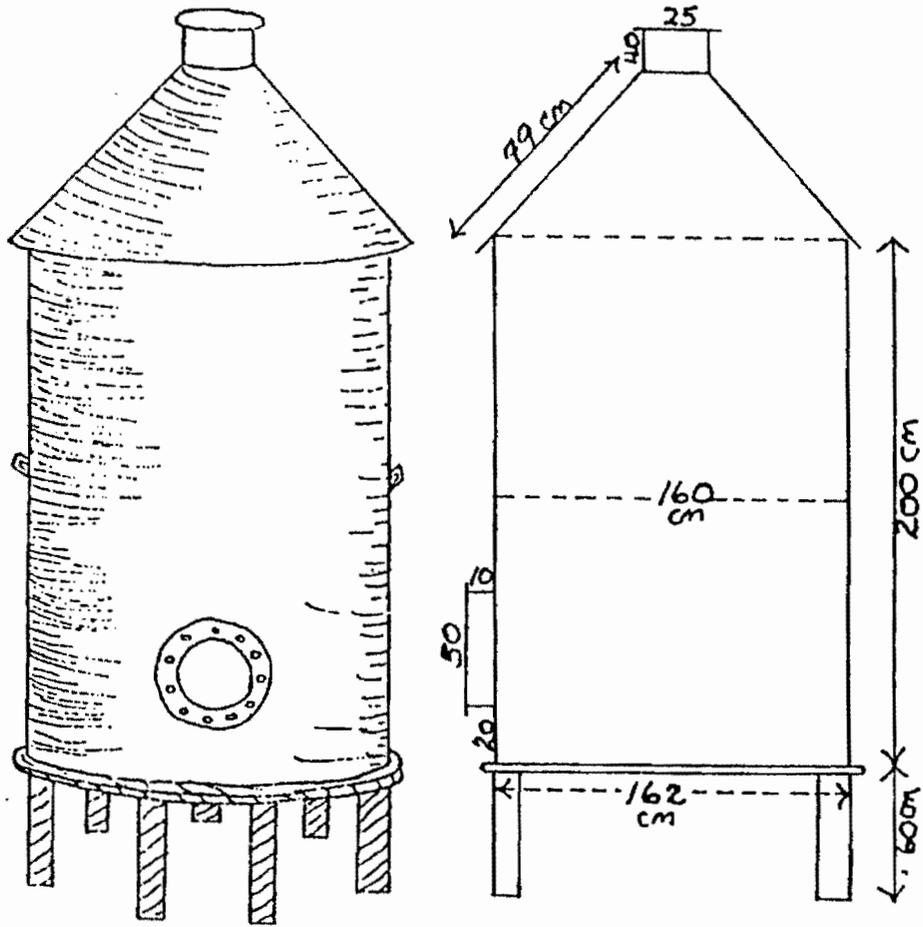
DIFFERENTES METHODES D'EMPILAGE DES SACS  
(paddy)



ENTREPOSAGE EN SACS SUR PALETTE



PRELEVEMENT D'UN ECHANTILLON AU MOYEN D'UNE  
SONDE



SILO METALLIQUE

## UNITE 3

### TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION DES CEREALES

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de caractériser la technologie traditionnelle de transformation des céréales ;
- de décrire les moyens pour remédier les techniques traditionnelles de transformation ;
- de schématiser les différents modes de mouture des graines alimentaires ;
- de donner le principe de fonctionnement d'une meunerie ;
- d'expliquer le principe de l'usinage du riz et le fonctionnement d'une rizerie ;
- d'expliquer le but et le principe de l'étuvage du riz.

#### II QUESTIONS D'ETUDES

1. Quelles sont les caractéristiques de la technologie traditionnelle de transformation des céréales ?
2. Comment peut-on améliorer les techniques de transformation traditionnelle des céréales ?
3. Quelles sont les opérations de transformations des graines réalisées à l'aide des moulins mécaniques ?
4. Qu'est-ce que la meunerie ? Quel est le principe de la fabrication de la farine ?
5. Quel est le principe d'une minoterie destinée à la transformation des graines de sorgho et de mil ?
6. Qu'est-ce que l'usinage du riz ?
7. Comment fait-on le décorticage du paddy ?

8. Qu'est-ce que le décortiqueur ? Comment fonctionne-t-il ?
9. Quel est le principe d'une rizerie ? Comment fonctionne-t-elle ?
10. Qu'est-ce que l'étuvage du riz ? Comment le fait-on ?

### III. DISCUSSIONS

#### 1. Quelles sont les caractéristiques de la technologie traditionnelle de transformation des céréales ?

##### 11. Aspect humain et social

- Les opérations traditionnelles de décortilage et de mouture des céréales sont effectuées par les femmes quotidiennement. Elles représentent surtout, si l'on considère que chaque femme y consacre plusieurs heures par jour, un énorme gaspillage de temps et d'énergie qui pourraient être consacrées à des activités productives, rémunératrices, voire au repos ou à des activités sociales.

##### 12. Aspect technique et technologique

- Mortiers et pilons sont les instruments les plus utilisés, et dans une moindre mesure des meules de pierre, pour obtenir farine et semoule. On procède ainsi :
  - \* **Lavage** rapide des grains entiers afin d'en humidifier l'enveloppe extérieure.
  - \* **Pilage/décortilage** : les grains sont ensuite pilés
  - \* **Séchage ou soleil** : pour faciliter le vannage
  - \* **Vannage** : pour séparer le son et les graines
  - \* **Lavage/trempage** : ce second lavage permet d'achever le nettoyage des graines, leur humidification facilite le pilage.
  - \* **Séchage** : les graines sont de nouveau exposées au soleil pendant 1 à 2 heures afin que l'humidité puisse pénétrer à l'intérieur des graines.

\* **Tamissage** : la farine produite est tamisée à l'aide d'un petit tamis de module adapté à l'usage envisagé de la farine.

Les grosses particules seront repilées ou constitueront la **semoule**.

### 13. Caractéristiques du produit obtenu

Pour la consommation, les variétés locales de mils ou de sorghos (Ex : Souna et Sanio) sont généralement très appréciées par les consommateurs et ne présentent pas de grands défauts en ce qui concerne de caractéristiques organoleptiques. Cependant, il existe une certaine diversité de caractères morphologiques et biochimiques parmi ces variétés locales de mil et de sorgho, à savoir grosseur du grain, vitrosité, dureté, épaisseur du péricarpe, goût etc. Ces caractères jouent un rôle important sur la transformation technologique et les qualités nutritionnelles des plats préparés avec ces variétés (tô, couscous).

**Tableau 2** : Caractéristiques technologiques de quelques mils

Variété	Origine	Forme de grain	Vitrosité	Récupération (%)
Nonsignon	Boussé	Obovale	2	81,0
Souna	Bébé (Baraouli)	Piriforme	3	83,6
Sanio	Bébé (Baraouli)	Piriforme	4	80,3
Souna	Dioni (Korobougou)	Piriforme	4	88,4

Le **mouture traditionnelle** donne une farine très fine, contenant beaucoup d'humidité (20 à 25 %) empêchant sa conservation, car celle-ci rancit et moisit très rapidement. Le taux de récupération au décorticage est plutôt faible, de l'ordre de 70 % (rapport poids de grains décortiqués/poids de grains entiers).

Dans certains cas, lorsque le décortilage est trop poussé, les pertes peuvent atteindre près de 30 % sous forme de son.

Les techniques de décortilage et de mouture auront une grande influence sur les qualités nutritives et organoleptiques des farines et semoules obtenues : en effet, il est indispensable d'éliminer du péricarpe avant mouture, car le sorgho entier contient une grande quantité d'indigestibles, agents de désassimilation (couche brune du grain de sorgho rouge par exemple).

Le décortilage est donc une opération indispensable. Cependant, il entraîne une perte de matières nutritives :

- 24 % de matière sèche
- 25 % de protéines
- 20 % de calories et du calcium
- 50 % de vitamines B<sub>1</sub>
- 75 % de riboflavine et de la niacine

Il convient donc de rechercher des techniques de décortilage permettant d'obtenir un taux de récupération élevé afin de limiter les pertes en éléments nutritifs, tout en permettant de préparer un produit accepté par les consommateurs.

#### **14. Instruments de mouture traditionnels**

**Les mortiers :** Ce sont des troncs d'arbres évidés à recevoir les céréales pour le décortilage et la mouture. Le conditionnement se fait avec un pilon, instrument effilé mais renflé aux deux extrémités et manié dans un mouvement de montée et descente dans la masse de céréales contenue dans le grand creux de mortier.

Le mortier est bifonctionnel servant aussi bien au décortilage qu'à la mouture.

Par l'impact, on obtient selon le but recherché :

- soit le décortilage et l'enlèvement du son des graines de céréales ;
- soit la production progressive de la farine issue de l'écrasement.

- installations photovoltaïques
- énergie animale (faisant tourner un moulin à meules).

### 3. Quelles sont les opérations de transformation des graines réalisées à l'aide des moulins mécaniques ?

Par rapport à la chaîne de transformations traditionnelles, la seule différence se situe au niveau de la **mouture réalisée mécaniquement**. Les autres opérations, de décorticage, lavage et trempage sont identiques.

La mouture se pratiquant sur des grains préalablement humidifiés, les moulins à meules sont les seuls indiqués. Tandis que les moulins à marteaux sont destinés au broyage de produits secs.

#### 31. Mouture par voie humide

C'est le mode de transformation le plus utilisé ; les grains sont humidifiés avant d'être décortiqués puis broyés.

**a. Décorticage mécanique** : on utilise les **décortiqueurs** (type Engleberg) ; ce sont des appareils polyvalents ils peuvent traiter les mils, sorgho, riz et maïs.

**b. Mouture** : les moulins sont souvent du type à **meules verticales** : ils permettent également de moudre des arachides et des amandes de karité.

#### 31. Mouture par voie sèche

Il s'agit d'une filière artisanale de transformation des céréales qui n'est pas encore très connue.

Par cette méthode les grains sont décortiqués puis moulus à sec : la farine ainsi obtenue est susceptible d'être conservée pendant une quinzaine de jours sans traitement particulier.

##### a. Décorticage

Les décortiqueurs travaillent dans ce cas par **abrasion** : les graines frottent entre des meules ou des parois abrasives, le son est ainsi arraché.

Plusieurs matériels peuvent être utilisés :

- Décortiqueurs COMIA - F.A.O (France)
- Mini-décortiqueur I.D.R.C Canadien : comportant plusieurs meules abrasives disposées légèrement écartées sur un axe. L'ensemble est mis en rotation dans la masse de grains contenus dans le casier. Le son est ôté par abrasion et aspiré au moyen d'un ventilateur. Cet appareil permet d'obtenir un taux de récupération élevé.

#### **b. Mouture**

La mouture peut être réalisée à l'aide d'un moulin à marteaux ou à meules.

En résumé : le décorticage abrasif à sec consomme moins d'énergie que par rapport en décortiqueur de type Engleberg ; il permet également d'obtenir un taux de récupération plus élevé c'est-à-dire une plus grande quantité de farine à partir d'une quantité de graines données.

#### **4. Qu'est-ce que la meunerie ? Quel est le principe de la fabrication de la farine ?**

La meunerie (ou minoterie) est une activité industrielle qui transforme des graines de céréales, principalement le blé, en farine.

Le traitement industriel des graines de blé a pour but d'obtenir une parfaite séparation de l'amande (farine) et des enveloppes (sons).

#### **Le schéma de la fabrication de la farine**

**41. Triage** : a pour but d'éliminer toutes les impuretés qui peuvent compromettre la qualité de la farine (graines étrangères, poussière, terre etc.).

Divers appareils concourent à ce nettoyage : trieurs, laveurs, aspirateurs, ventilateurs, épierreurs.

**42. Broyage** : se fait à l'aide de broyeurs à cylindres. Un broyeur est constitué de 2 cylindres métalliques qui tournent l'un en face de l'autre et en sens inverse avec des vitesses différentes. La présence des cannelures sur les cylindres provoquent un déchiquetage et un étirement du grain.

**43. Tamisage** : après le broyage, il est indispensable de tamiser à l'aide d'un système de tamis : des **bluteries** ou grands tamis en forme de prismes, des **planschisters** ou tamis horizontaux superposés, des **sasseurs** pour séparation par différence de densité.

On sépare ainsi : la farine panifiable, les semoules (fragments de grains) et les sons.

**44. Conditionnement des farines** : on procède à des mélanges pour constituer des farines commerciales pour la boulangerie.

**5. Quel est le principe d'une minoterie destinée à la transformation des graines de sorgho et de mil ?**

L'une des difficultés rencontrées dans la conception d'un système de mouture mécanique, a été de trouver un moyen d'enlever les glumes des grains de sorgho et de mil et d'autres céréales et légumineuses à graines. Il s'avère nécessaire de s'intégrer au système de mouture d'un décortiqueur.

La minoterie est composée de 6 éléments principaux suivants :

- **Une nettoyeuse** : élimination de petites pierres et autres corps étrangers.
- **Un décortiqueur** : séparation des glumes.
- **Un broyeur** : transformation des graines en farines à l'aide de broyeurs à marteaux.
- **Un blutoir** : séparation des semoules et des sons au moyen d'un seul tamis.
- **Une source d'énergie** : fonctionnement du décortiqueur, du broyeur, de la nettoyeuse et du blutoir.

- **Un système de pesage et d'ensachage** : emballage de la farine dans des sacs de plastique.

Le décortiqueur du type LRP/RIIC Canadien est constitué d'une série de meules de carborundum montées sur un axe horizontal à rotor.

## 6. Qu'est-ce que l'usinage du riz ?

L'usinage du riz consiste à séparer le grain de ses enveloppes ou la **balle** et à blanchir les graines pour enlever toute partie des couches extérieures du péricarpe. Cette opération peut se faire à la main ou à la machine. (Rappelons que le **paddy** est le grain de riz muni de ses balles).

A l'inverse de ce qui se passe pour le blé et les autres céréales, où le grain est moulu en une farine fine, l'usinage du riz a pour objet de **conserver intacts** le plus de grains possible comme "riz entier".

Le grain de riz doit être extrait par **décorticage** des balles, par cette opération on obtient du "riz décortiqué" ou **riz cargo** et des sous-produits, les **balles** et le **son** (c-à-d farine basse de riz cargo ou les petites brisures très fines de balles et de grains).

Après décorticage, le riz décortiqué est soumis au blanchiment, qui a pour but d'enlever les différentes couches du péricarpe, on obtient le **riz blanc** et un sous-produit pulvérulent ou les **issus** (farines basses de blanchiment).

Enfin, le riz blanchi peut subir un **polissage** ou même un **glacage**, opérations destinées à améliorer la présentation du riz.

## 7. Comment fait-on le décorticage du paddy ?

On distingue trois modes de décorticage.

**71. Pilonnage manuel :** s'effectue au moyen d'un mortier et d'un pilon, actionné à la main, au pied ou mécaniquement. Un autre système consiste à se servir de deux meules horizontales en pierre ou en bois : la meule inférieure est fixe et la supérieure tourne, actionnée souvent à la main ; le paddy passe entre les meules où il est décortiqué.

**72. Rizerie villageoise :** elle constitue essentiellement un décortiqueur, dont la capacité est de l'ordre de 2 à 4 tonnes par jour. Le décorticage et le blanchiment se font en une seule opération, si bien qu'on ne peut pas séparer le son de la balle. D'autre part, le pourcentage de brisures est relativement élevé.

**73. Rizerie industrielle :** l'usinage est exécuté dans un ensemble d'appareils constituant une rizerie. En général, toutes les opérations se suivent, depuis l'introduction du paddy jusqu'à l'obtention du riz blanchi, poli ou glacé (voir ci-après).

#### **8. Qu'est-ce que le décortiqueur ? Comment fonctionne-t-il ?**

Le décortiqueur est un appareil qui sert à enlever le grain de ses balles.

Il existe divers types d'appareils :

- décortiqueurs à meules (le plus répandu),
- décortiqueurs à rouleaux de caoutchouc,
- décortiqueurs à bandes de caoutchouc,
- décortiqueurs type Engelberg.

#### **81. Décortiqueur à meules**

Ce type d'appareil est essentiellement composé d'une meule fixe supérieure (meule gisante) sous laquelle tourne dans un plan horizontal une meule inférieure (meule courante). Chaque meule est constituée d'un disque de fonte, les deux faces se faisant vis-à-vis étant recouvertes d'une substance abrasive (mélange émeri et de ciment magnésien). La meule courante est

animée d'un mouvement circulaire par fixation à un axe vertical, celui-ci est entraîné par une courroie le reliant à un moteur. Un volant de réglage permet de régler l'écartement entre les 2 meules (moins de 10 mm).

Le paddy est introduit par un entonnoir ménagé au centre de la meule supérieure et se répand entre les 2 meules ; par friction et pression sur les grains, ceux-ci sont débarrassés de leurs balles. Le mélange riz décortiqué, balles, sons, brisures, est évacué par une goulotte débouchant latéralement de la partie inférieure du carter du décortiqueur.

Le rendement en riz cargo est de l'ordre de 70 - 75 %.

## **82 Décortiqueur à rouleaux de caoutchouc**

Il est essentiellement constitué de deux rouleaux de caoutchouc horizontaux tangents tournant en sens inverse à des vitesses différentes. Le paddy coule en nappe mince entre les 2 rouleaux, les balles sont desserties par glissement à cause de la différence de vitesse des rouleaux.

## **9. Quel est le principe d'une rizerie ? Comment fonctionne-t-elle ?**

Les deux phases essentielles de l'usinage sont :

- le décorticage
- le blanchiment.

Des opérations complémentaires sont en outre exécutées préalablement au décorticage, pendant les deux phases, et après le blanchiment (polissage, glaçage, huilage).

Un diagramme d'usinage peut être schématisé comme suit :

### **91. Phase décorticage**

- Tarare : nettoyage du paddy (avec tamis et ventilateur).
- Ebarbeur : pour enlever les barbes de certaines variétés de riz aristées.

- Tamis ou planschister : séparer d'une part du mélange riz décortiqué et brisure, et d'autre part des sons et des balles (par ventilateur).
- Séparateur : séparer le riz décortiqué du paddy qui n'a pas été décortiqué (renvoyé au début des opérations).

## 92. Phase blanchiment

- Blanchisseurs : le nombre de passages successifs (4 ou 5 fois) dans des blanchisseurs varie selon le degré de blanchiment et la qualité du produit que l'on veut obtenir.
- Polisseur : enlever la couche de farine autour du grain.
- Tambour à glacer : enrober des graines avec une suspension de talc dans une solution de glucose (glaçage) (riz de luxe).
- Huilage : enrober d'huile le riz poli.

## 10. Qu'est-ce que l'étuvage du riz ? Comment le fait-on ?

L'étuvage est une des méthodes de préparation du riz, ce procédé est pratiqué traditionnellement dans certains pays (Mali, Guinée). Employé industriellement, il donne des riz de bonne conservation, qui gardent certaines couches de péricarpe, et qui sont donc plus riches en principes nutritifs. L'étuvage consiste à tremper le paddy dans l'eau, à le chauffer à la vapeur ou par d'autres moyens, puis à le sécher.

### 101. But de l'étuvage

Le but de l'étuvage est de produire des modifications physiques, chimiques et organoleptiques avantageuses des points de vue économique, nutritionnel et pratique, à savoir :

- Les substances hydrosolubles (vitamines et sels minéraux) sont dissoutes et se diffusent dans tout le grain ; la valeur nutritive est ainsi accrue.

- Les processus biologiques (développement des spores de champignons et larves d'insectes etc.) sont définitivement empêchés.
- Le rendement à l'étuvage est meilleur et la qualité est améliorée (moins de brisures).
- La conservation du riz étuvé est plus longue.
- Le riz étuvé cuit est plus digeste à cause de sa texture et de sa consistance ferme.

Au Mali, l'étuvage du riz est pratiqué dans les régions de Ségou, Mopti et de Tombouctou. Le riz produit dans ces zones serait très fragile et sans ce traitement, les pertes lors du décorticage seraient très élevées.

### **102. Technique de l'étuvage artisanal**

L'étuvage se pratique en général sur du paddy frais récolté, sinon, si le paddy est déjà sec, il convient de la faire tremper une nuit dans de l'eau.

- L'étuvage consiste en une sorte de cuisson à la vapeur : placer le paddy dans un grand canari contenant un peu d'eau au fond, bien le fermer, et faire cuire pendant environ 1 heure.
- Laisser sécher une journée au soleil (ou plus longtemps à l'ombre). Le paddy peut être alors conservé ; le riz sera cuisiné après décorticage.

L'intérêt de l'étuvage artisanal est pour des raisons suivantes :

- \* limiter les pertes lors du décorticage car les grains étuvés se brisent moins.
- \* Le riz étuvé absorbe plus d'eau à la cuisson et donne donc une impression d'abondance.

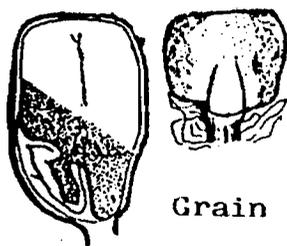
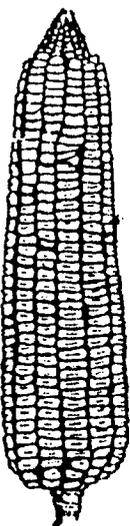
### **103. Procédés modernes d'étuvage**

Ce qui distingue essentiellement ces procédés des méthodes traditionnelles, c'est l'étuvage qui est assuré par la vapeur d'eau sous pression et à une température supérieure à 100°C.

## V. BIBLIOGRAPHIE

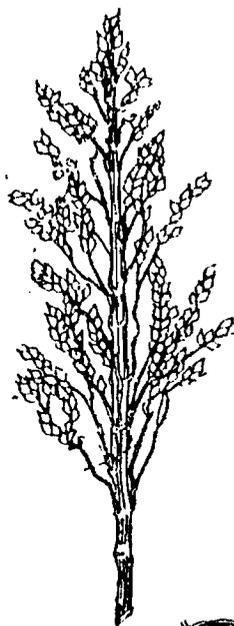
1. ABBOT, J.C et Alii - La commercialisation du riz  
FAO - no 6 - Rome, 1973.
2. ANGLADETTE, A - Le Riz - Maisonneuve et Larose, Paris,  
1966.
3. CEA0 - Projet de Programme de Coopération Industrielle  
entre les États membres de la CEA0 - Direction Déve-  
loppement Industriel, 1983.
4. Direction Nationale de l'Agriculture - Rapport annuel -  
Campagne 1984/1985. Opération Riz, Ségou.
5. Direction Nationale du Génie Rural - Projet de recense-  
ment des technologies traditionnelles au Mali  
- Ministère Agriculture - DMA - Dossier technique -  
1985.  
- Ministère Agriculture - DMA - Dossier technique -  
1984.
6. Direction Nationale de la Statistique et de l'Informa-  
tion - Résultats d'un recensement industriel,  
1983 - Tomes I et II.
7. EASTMAN, P - L'adieu au pilon - Un nouveau système du  
mouture mécanique en Afrique - CRDI - Ottawa, 1982.
8. Institut Economie Rurale - Technologie Céréalière - Com-  
mission technique des productions vivrières et oléa-  
gineuses.  
Doc. no 6 - BAMAKO - 1983.
9. Ministère de la Coopération française - Mémento de l'a-  
gronome - 1980.
10. O.I.T. - Atelier National Technologie - Emploi - Déve-  
loppement.  
OIT/BAMAKO 31/10 au 7/11/84 - Volumes I et II.

LES CEREALES

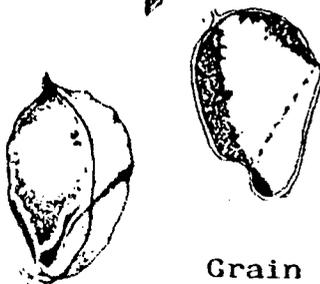


Grain (coupe)

MAIS

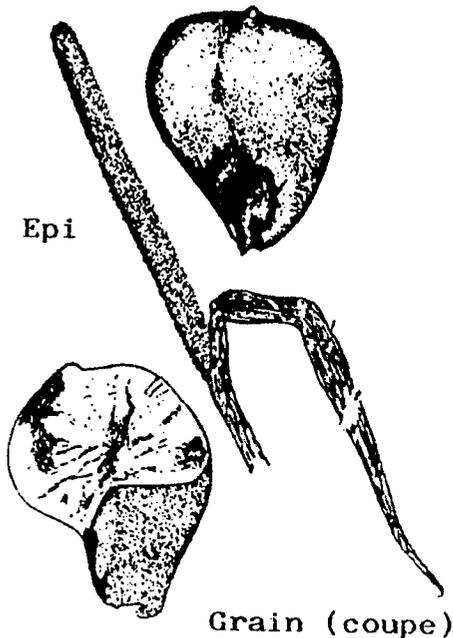


Panicule



Grain (coupe)

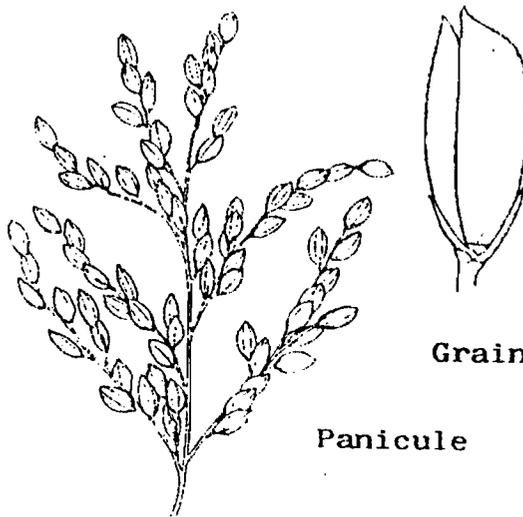
SORGHO



Epi

Grain (coupe)

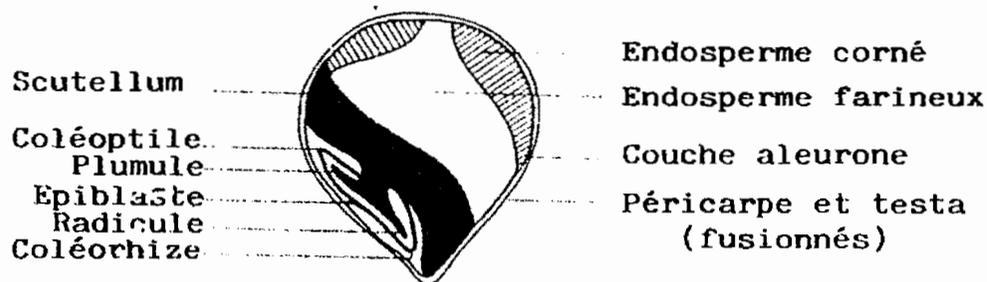
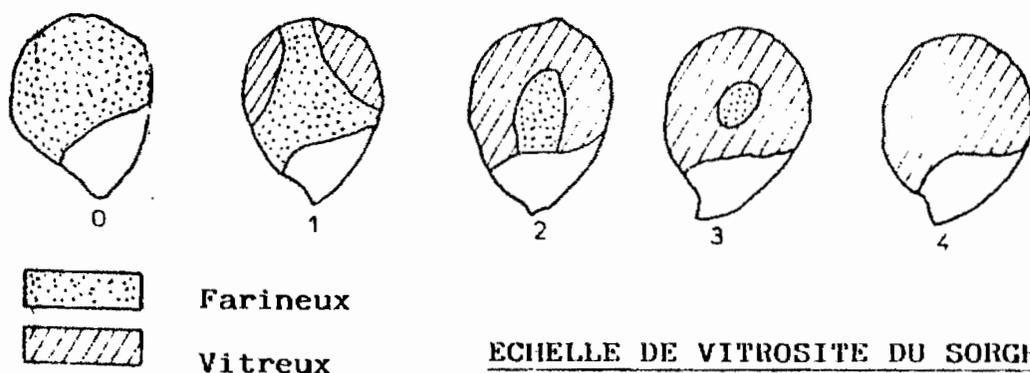
MIL



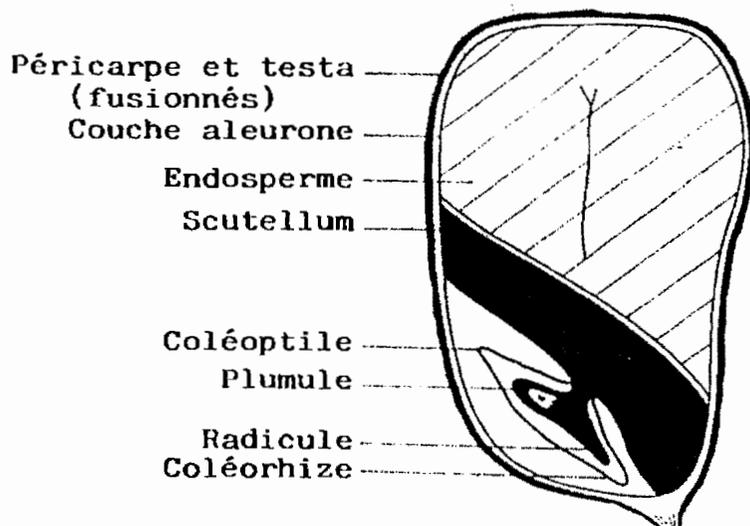
Grain

Panicule

RIZ

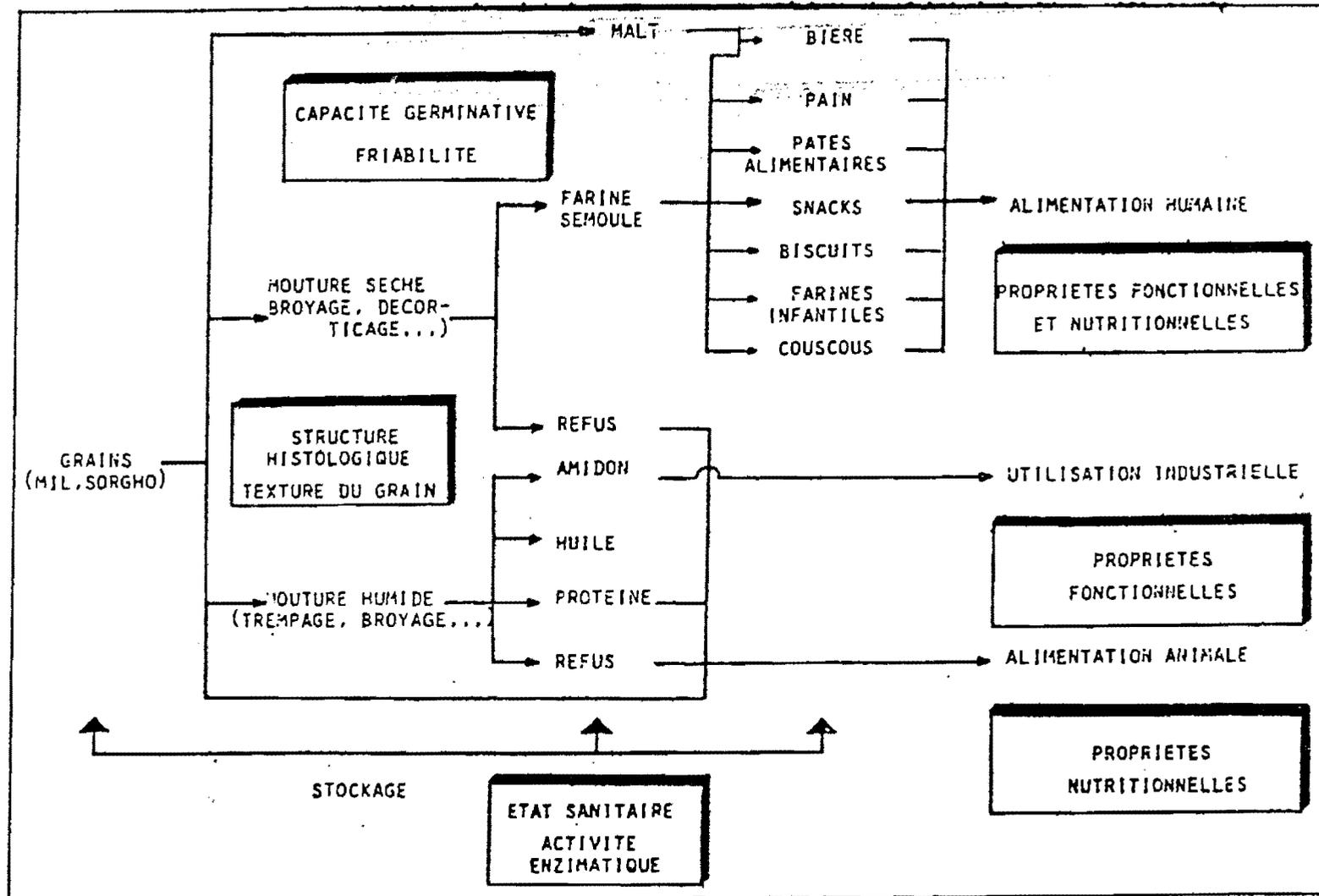


COUPE D'UN GRAIN DE SORGHO

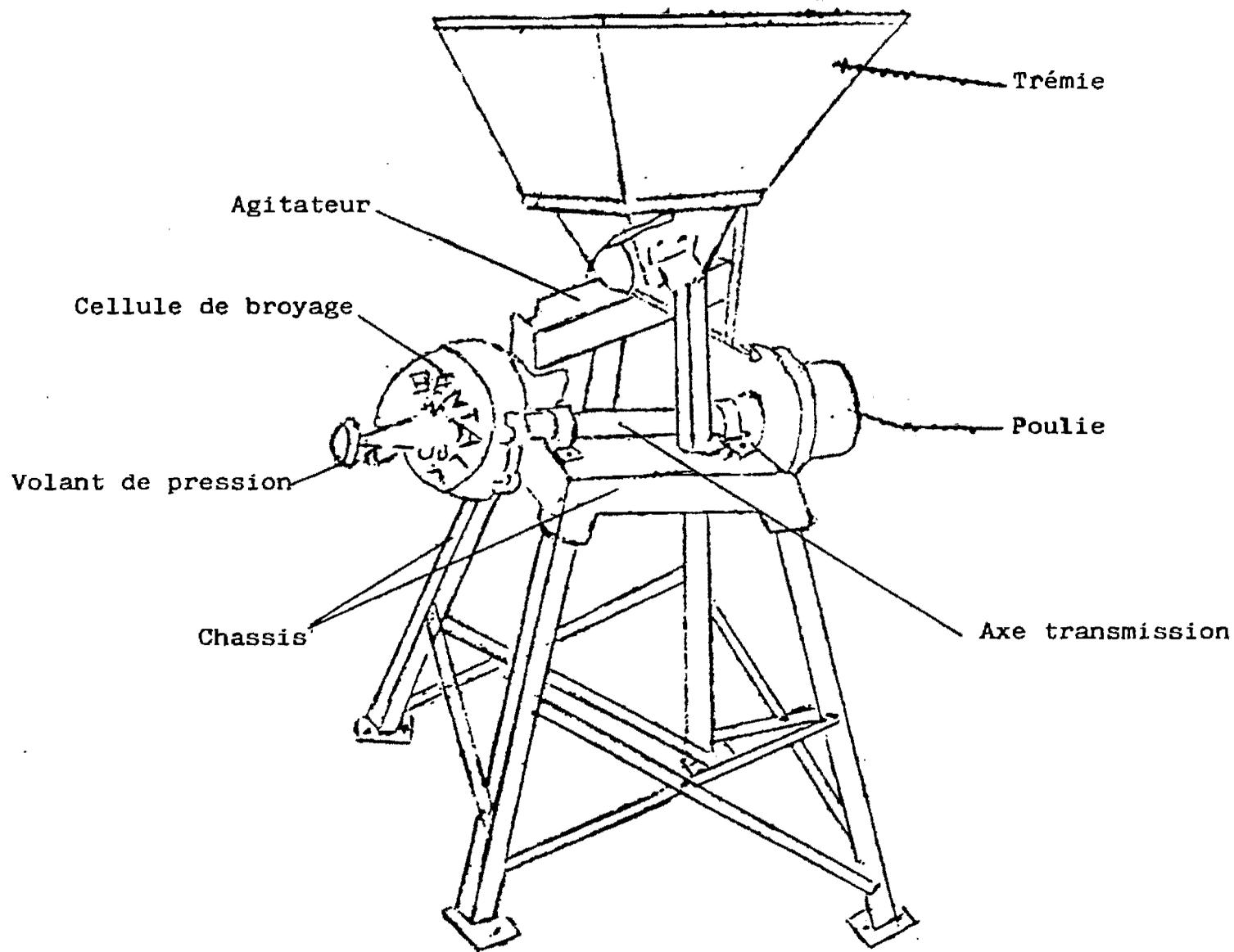


COUPE D'UN GRAIN DE MAIS

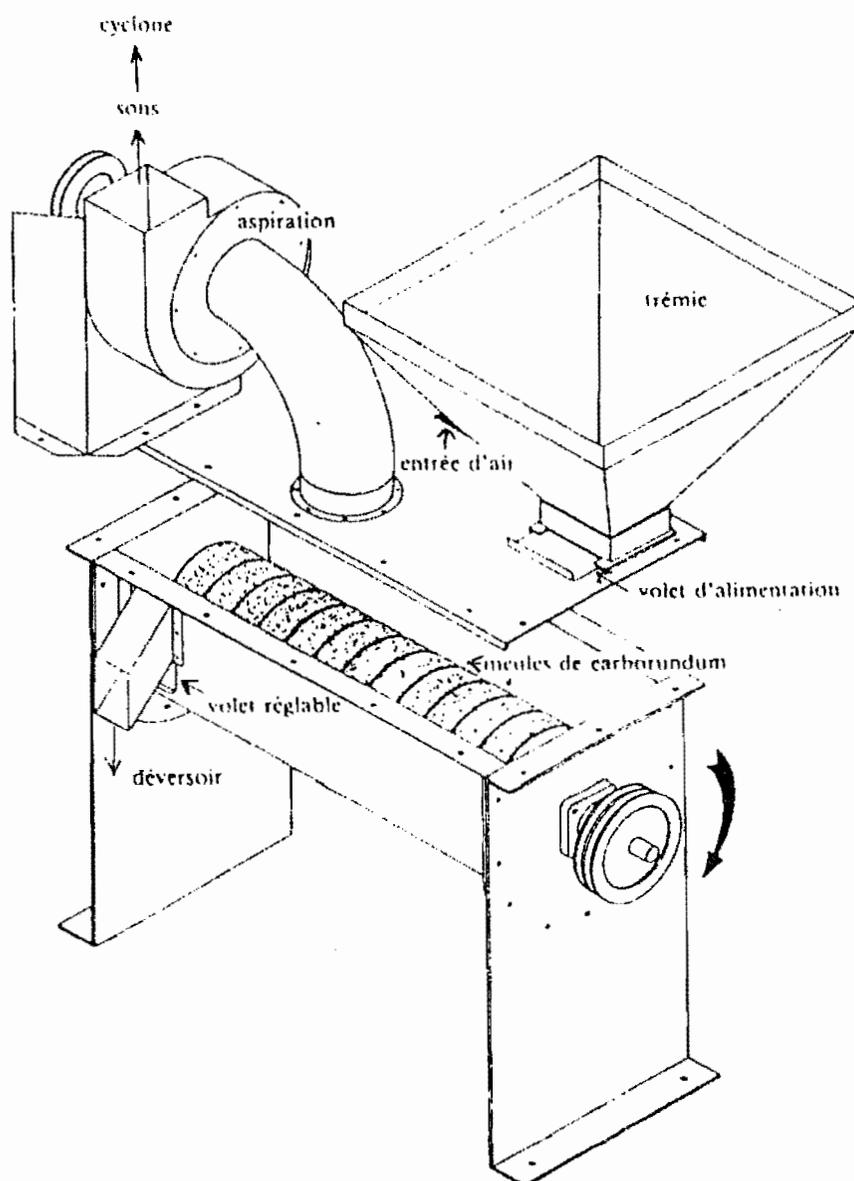
Tableau 3 :



Utilisations potentielles des céréales en zone sèche au niveau agro-industriel



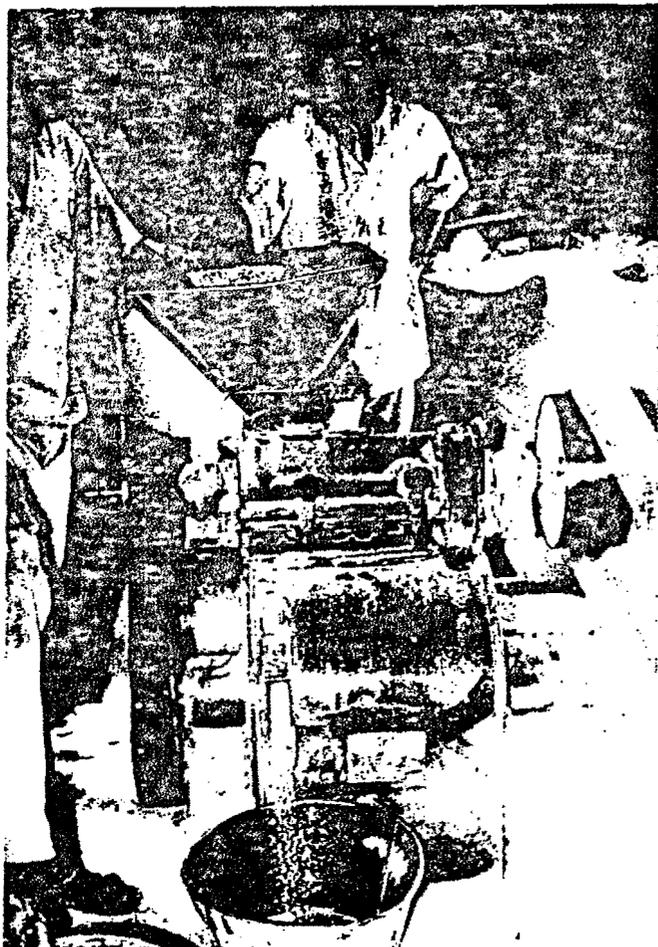
MOULIN A MEULES (BENTALL)



LE DECORTIQUEUR A MEULES LRP (Canadien)

*BEST AVAILABLE COPY*

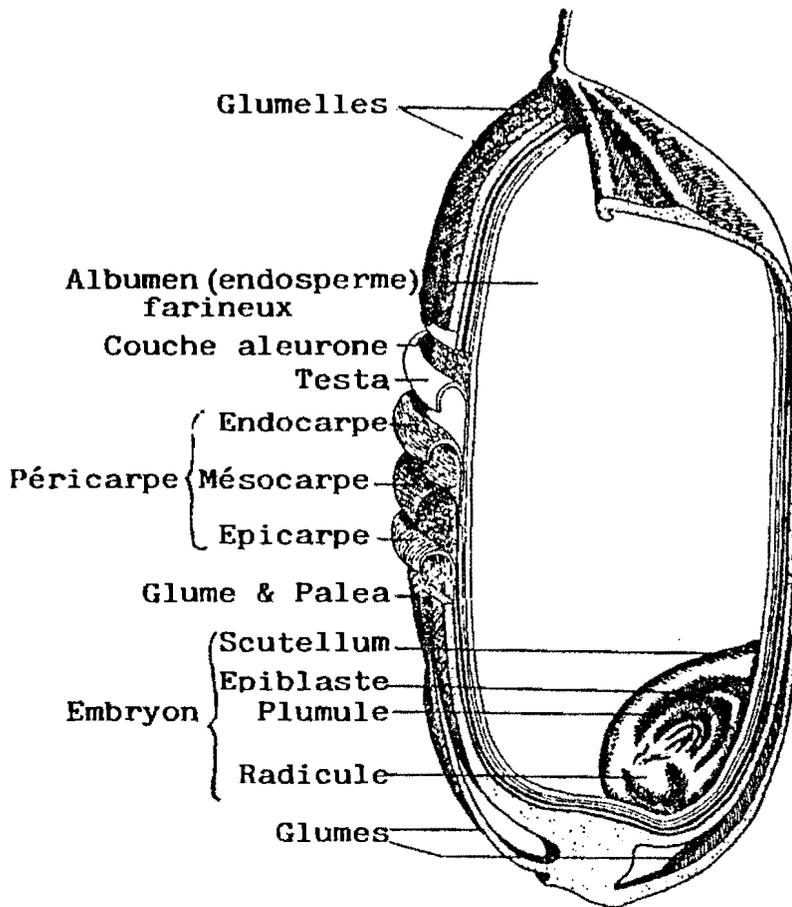
TECHNOLOGIES APPROPRIÉES DE TRANSFORMATION ALIMENTAIRE



DECORTIQUEUSE DE PADDY  
(Dioro)



MOUTURE ARTISANALE DES CEREALES  
(Moulin artisanal à Dioro)

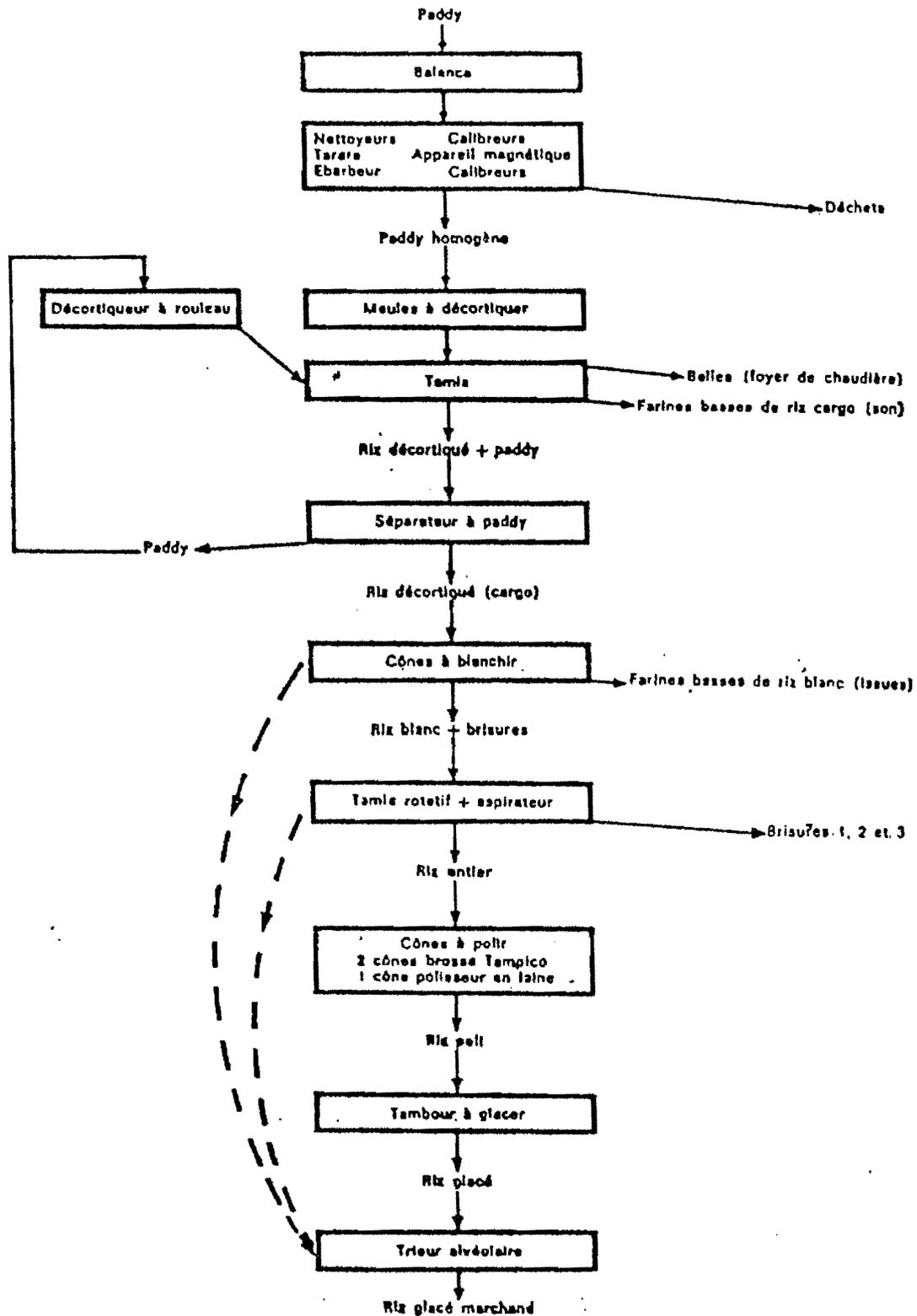


STRUCTURE DU GRAIN DE RIZ

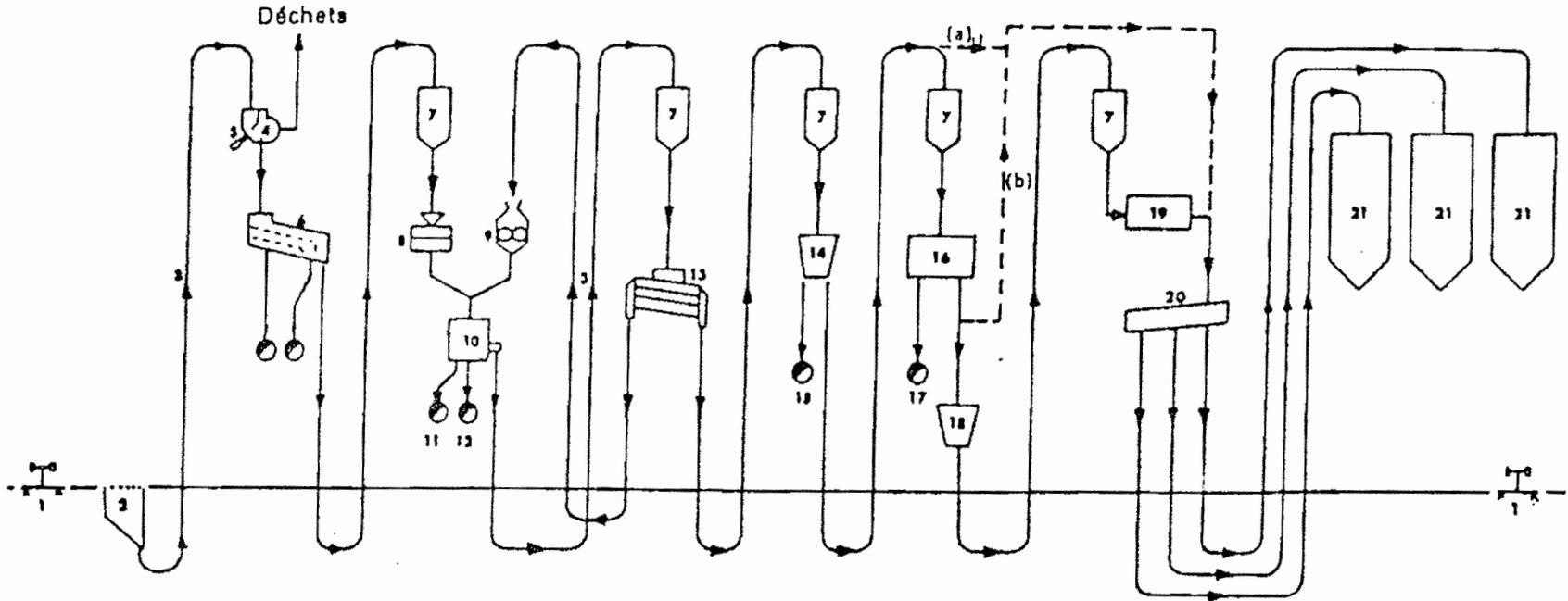
TECHNOLOGIE DU GRAIN DE RIZ

Dénomination du botaniste	Dénomination technologique	Opérations
Glumelle « supérieure » Glumelle « inférieure » Glume	Balle	Décortiquage
Embryon Péricarpe	Germe { farines Enveloppe basses	Blanchiment
Caryopsie	Grain { riz blanchi	

## USINAGE DU RIZ



## SCHEMA D'UNE RIZERIE



1 Pont bascule

2 Trémie

3 Elevateur

4 Nettoyeur

5 Séparateur magnétique

6 Calibreurs

7 Trémie de compensation des déblés

8 Meules à décortiquer

9 Décortiqueur à rouleaux

10 Tamis

11 Sortie balles

12 Sortie farines basses

13 Séparateur à paddy

14 Cône à blanchir

15 Farines basses

16 Tamis + aspirateur

17 Brisures

18 Cône à polir

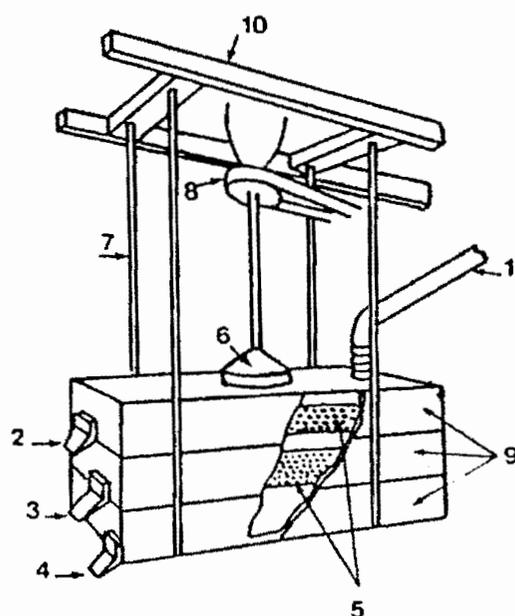
19 Tambour à glacer

20 Trieur alvéolaire

21 Stokage des produits à commercialiser

(a) } Circuits utilisés le plus fréquemment

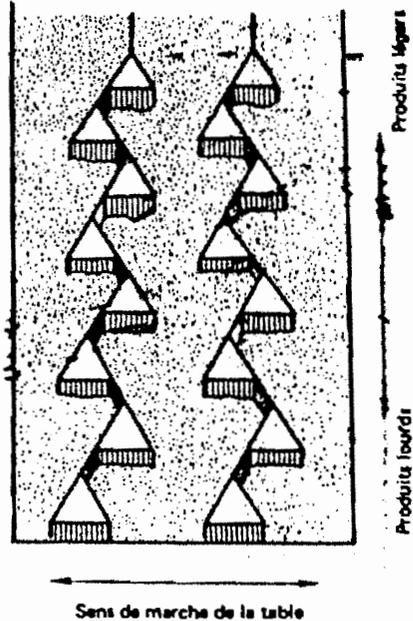
(b) } dans les rizeries traditionnelles



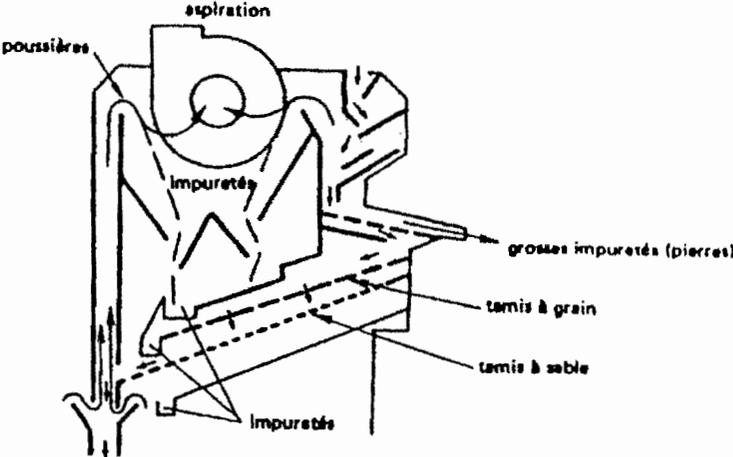
Planschister

1. Conduit d'alimentation.
2. Evacuation des produits les plus gros.
3. Evacuation des produits moyens.
4. Evacuation des produits fins.
5. Cribles superposés.
6. Excentrique.
7. Ioncs flexibles.
8. Poulie d'entrainement de l'axe vertical rotatif.
9. Châssis des cribles.
10. Bâti de suspension.

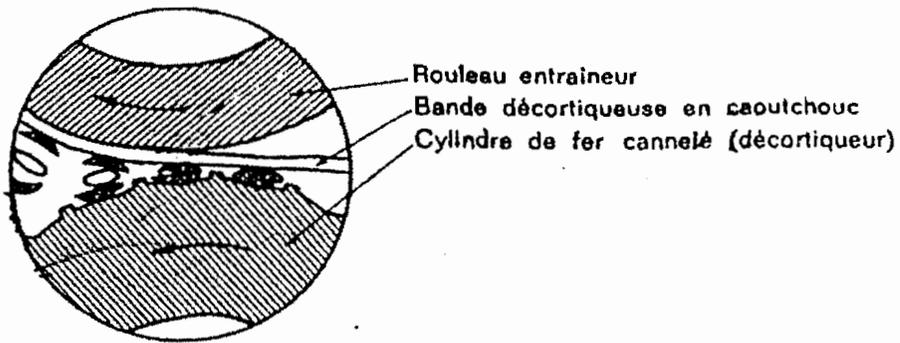
**TABLE DENSIMETRIQUE**



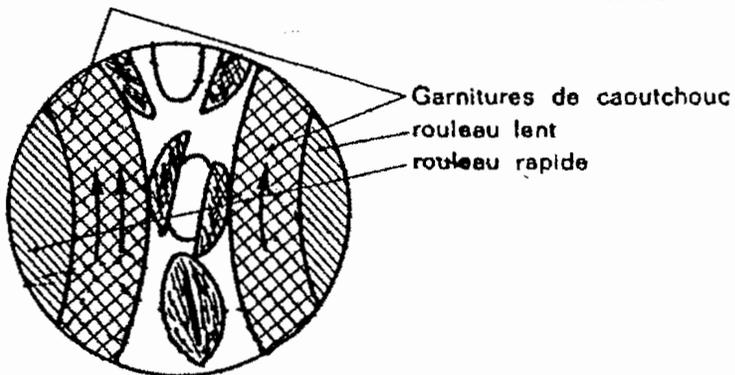
**TARARE ASPIRATEUR**



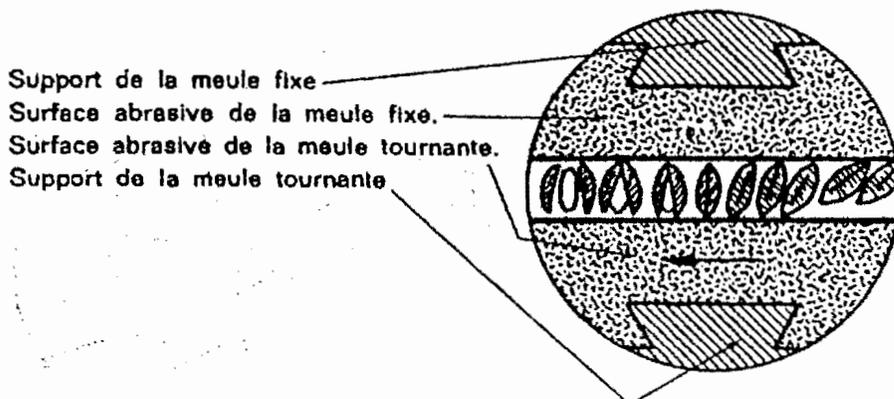
## PRINCIPES D'ACTION DES DECORTIQUEUSES A BANDES DE CAOUTCHOUC



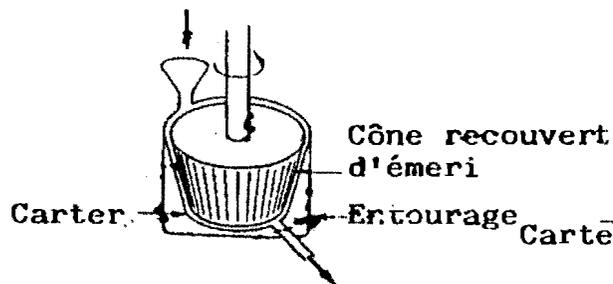
## A ROULEAUX DE CAOUTCHOUC



## A MEULES



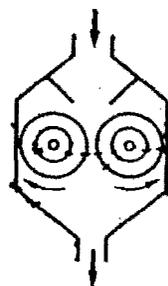
**CONE A BLANCHIR**



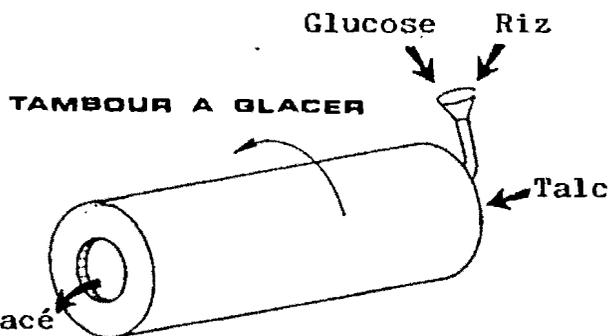
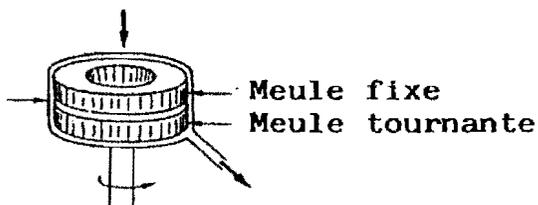
**CONE A POLIR**



**DECORTIQUEUR A ROULEAUX**



**MEULES A DECORTIQUER**



**DIVERS MATERIELS DE L'USINAGE DU RIZ**

## UNITE 4

### CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES FRUITS ET LEGUMES

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

- A la fin de cette unité, l'élève sera capable :
- d'expliquer l'importance économique du marché des fruits et légumes frais ;
  - de faire le point de la situation de la production et de l'exportation des fruits et légumes frais au Mali ;
  - de donner les différents facteurs d'altération des produits horticoles frais ;
  - de connaître les conditions de manutention pour préserver la qualité des fruits et légumes frais ;
  - d'identifier les différents produits de transformation des fruits tropicaux et de schématiser leurs principes de transformation ;
  - de décrire le principe de la fabrication du concentré de tomate.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Quelle est l'importance économique du marché mondial des fruits et légumes frais ?
2. Quelle est la situation de la production et de l'exportation des fruits et légumes frais au Mali ?
3. Pourquoi faut-il prendre soin de la manutention et du conditionnement des produits destinés à la commercialisation et à l'exportation ?
4. Quelles sont les causes d'altération des produits horticoles frais ?

5. Quelles sont les conditions de manutention pour préserver la qualité des fruits et légumes frais ?
6. Quels sont les différents produits de transformation obtenus à partir des fruits tropicaux ?
7. En quoi consistent les principales opérations de la transformation des fruits tropicaux ?
8. Comment fabrique-t-on du concentré de tomate ?

### III. DISCUSSIONS

1. Quelle est l'importance économique du marché mondial des fruits et légumes frais ?

Soucieux d'accroître leurs recettes en devises, nombre de pays en voie de développement (PVD) accordent une priorité particulière au développement de leurs exportations de fruits et légumes frais, notamment pour la consommation en contre-saison dans les pays d'importation.

Le commerce international des fruits et légumes tropicaux frais a connu une expansion constante au cours des vingt dernières années. Certains de ces fruits et légumes sont devenus d'importantes sources de devises étrangères pour certains pays tels que le Brésil, la Côte d'Ivoire, le Kenya, le Mali et les Philippines.

Certains fruits, tels que la mangue, la papaye, le kiwi, qui étaient pratiquement inconnus sur le marché mondiale au début des années 60 sont régulièrement proposés à la vente aujourd'hui.

En raison de la forte incidence des coûts de transport et des marges commerciales, les prix à la consommation des fruits tropicaux sont généralement assez élevés. Les débouchés sont donc essentiellement limités aux marchés d'Europe Occidentale, d'Amérique du Nord, de Japon, de l'Océanie et des pays du Moyen-Orient.

Les facteurs qui ont contribué à l'expansion constante de ce secteur sont notamment les suivants :

- une plus grande familiarité du consommateur avec des produits tropicaux ;
- l'élévation du niveau de vie augmentant la demande ;
- l'amélioration des systèmes de transport aérien et maritime ;
- l'amélioration des techniques de stockage de longue durée et de conservation ;
- la nécessité ressentie par certains PVD d'élargir l'éventail des fournitures et de diversifier leur marché traditionnel des produits de base ;
- l'approche plus systématique et plus commerciale de la production et de la commercialisation de ces produits dans les pays exportateurs.

## **2. Quelle est la situation de la production et de l'exportation des fruits et légumes frais au Mali ?**

### **21. Production**

L'essentiel des fruits et légumes maliens se cueille dans la Vallée du Niger (environs de Bamako et l'ODIB à Baguineda), sur le plateau Dogon (oignons exclusivement) et dans les régions où la pluviométrie est suffisante (Sikasso, Koutiala, Yanfolila, Kéniéba). Cette production, qui est assurée par des agriculteurs indépendants ou regroupés dans les coopératives de planteurs et maraîchers (Bamako, Koulikoro, Sikasso, Koutiala). Les principaux produits sont :

- Fruits : mangues, agrumes, pastèques et goyaves.
- Légumes : oignons, pommes de terre, tomates et aubergines.

La production totale est estimée entre 25 et 30 000 t, dont :

- en 1981 : 296 t de mangues et 453 t de haricots verts
- en 1984 : 2 095 t de mangues et 624 t de haricots verts.

## 22. Exportation

En 1981, avec la libéralisation des exportations par la création de la FRUITEMA et de l'Association malienne des exportateurs de légumes et fruits (AMELEF), les exportations sur les marchés d'Europe, du Moyen Orient et d'Afrique sont orientées vers les deux filières suivantes :

- Filière légumes : constituée de produits de contre-saison haricots verts extra-fins et fins, haricots mangetout, piment sucette local.
- Filière fruits : le Mali s'illustre désormais comme le premier exportateur de mangues vers l'Europe. Depuis un certain temps, les exportations s'étendent à de nouveaux fruits : pastèques, melons et citrons. Cependant, les potentialités du Mali en agrumes (oranges en particulier) restent insuffisamment exploitées sous forme de produits frais ou transformés (Tableau).

Tableau 4 : Evolution des exportations de fruits et légumes du Mali (en tonnes).

Produits	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Mangues	1430	1070	2100	2460	2211	2170
Pastèques	-	-	-	60	-	-
Haricots	100	129	243	770	-	-
Piments	-	-	-	60	-	-

### 3. Pourquoi faut-il prendre soin de la manutention et du conditionnement des produits destinés à la commercialisation et à l'exportation ?

La concurrence dans le secteur d'exportation des fruits et légumes tropicaux est sévère et, pour réussir, les exportateurs doivent recourir à des techniques appropriées pour la manutention de leurs produits afin que ceux-ci arrivent sur les marchés en parfait état.

La manutention adéquate des produits périssables exige une bonne connaissance des caractéristiques à employer lors de la récolte, de stockage, de conditionnement, de l'emballage et de transport, afin d'en assurer la bonne conservation entre le lieu de récolte et le point de vente.

#### **4. Quelles sont les causes d'altération des produits horticoles frais ?**

Les fruits, légumes et fleurs ont tendance à s'altérer et à dépérir rapidement parce que ce sont des organismes vivants qui continuent à exercer, même après la récolte, toutes les grandes fonctions de la vie. Les produits périssables sont trop souvent détériorés avant d'arriver sur les marchés.

Les changements suivants peuvent les rendre impropres à la vente :

- changements de poids consécutifs à une perte d'eau par déshydratation du produit ;
- changements de coloration liés à l'altération des pigments verts (chlorophylles), pigments oranges (carotènes) ou pigments rouges (lycopènes) ;
- changements de structure aboutissant à un ramollissement ou à un durcissement des tissus ;
- changements morphologiques se produisant par réaction à certaines excitations physiques (tropismes, sénescence) ;
- altérations physiologiques liées au taux de respiration des denrées (réactions dans la cellule végétale provoquant la décomposition de corps organiques et dégageant de chaleur) ;
- altérations pathologiques dues aux champignons, bactéries et levures provoquant la décomposition et la pourriture ;
- avaries mécaniques pendant la récolte, le conditionnement, le transport nuisant à l'esthétique du produit et favorisant souvent les infections par micro-organismes.

## **5. Quelles sont les conditions de manutention pour préserver la qualité des fruits et légumes frais ?**

Plusieurs conditions qui président à une bonne manutention des denrées périssables sont indiquées ci-dessous :

### **51. Degré de maturité à la cueillette**

Les produits doivent être récoltés au moment optimum de maturité ; celui-ci varie selon l'espèce du végétal, sa variété, et l'usage qu'on veut en faire.

Si les fruits sont récoltés avant maturité (ananas, bananes, avocats, mangues) ils perdent leur qualité optimale, leurs saveurs et arômes caractéristiques.

#### **Exemples :**

- Récolte des mangues au moment où elles commencent à prendre des couleurs.
- Les poivrons, aubergines, haricots et gombos sont récoltés avant la pleine maturité. Si on les laisse mûrir sur pied, ils commencent à grener, changent de couleur et deviennent fibreux, donc impropres à la vente.

### **52. Récolte et transport au lieu de conditionnement**

Il faut récolter les denrées périssables avec soin pour leur éviter les dégâts mécaniques (accrocs superficiels, marques d'ongles etc.).

l'on secoue l'arbre pour en récolter les fruits : il faut se servir de couteaux ou de sécateurs pour couper les mangues sur l'arbre.

On disposera les produits récoltés dans des caisses à récolter en plastique. Tandis que les produits mis en sacs (en polyéthylène, jute) s'abîment vite par échauffement surtout si on les laisse trop longtemps sur place.

On transportera les denrées au lieu de conditionnement (hangar) aussitôt après la récolte.

### **53. Conditionnement**

Les produits destinés à l'exportation doivent être conditionnés par des entreprises convenablement équipées et organisées.

Les triages par catégories de qualité, par calibres et par degrés de maturité (ananas et mangues par exemple) et autres manipulations se feront généralement par des équipes distinctes. Les produits seront triés sur des tables prévues à cet effet plutôt que sur le sol. Exemple : utilisation de calibreuse étoile avec godet (FRUITEMA).

Les hangars, ateliers de conditionnement seront tenus propres et dans de bonnes conditions d'hygiène pour éviter les risques d'infection des produits.

### **54. Emballage**

L'emballage a pour fonction principale d'améliorer la présentation et la protection des produits ; un bon emballage protège les produits frais contre les altérations physiques, physiologiques et pathologiques.

Les matériaux d'emballage répondront à des normes agréées en ce qui concerne la solidité, la robustesse, la résistance à la pression de l'emballage. Les emballages eux-mêmes seront convenablement aérés pour éviter l'échauffement de leur contenu par respiration.

La majeure partie des fruits et légumes est emballée en cartons télescopiques auto-fermants pour l'exportation des produits frais. Leurs modèles et dimensions varient suivant la nature des produits à conditionner et à transporter.

### **55. Normalisation et contrôle de la qualité**

Les normes sont nécessaires à la bonne commercialisation des fruits et légumes frais, en effet :

- elles permettent aux producteurs, exportateurs, importateurs et consommateurs de parler le même langage (même critère) ;

- elles offrent un cadre de référence pour la publicité et le règlement des différends ;
- elles assurent la validité des comparaisons de prix du marché et l'homogénéité des produits.

Ces normes sont fixées par référence à des descriptions particulières à chaque type de produit touchant le calibre, la coloration, l'emballage, l'étiquetage et autres données.

Les exportateurs doivent observer strictement les normes et règlements d'importation de leurs marchés.

Pour assurer le respect des normes et veiller à ce que seuls des produits de qualité soient exploités, les pays exportateurs se doivent mettre en place des services efficaces de contrôle des produits ; ceux-ci doivent être accompagnés d'un certificat phytosanitaire.

#### **56. Conditions d'entreposage**

Lorsqu'il n'est pas possible d'expédier les produits immédiatement, les produits seront entreposés, le plus souvent sous réfrigération.

La réfrigération est un outil qui permet de prolonger la vie marchande des denrées périssables et qui doit être maniée correctement. La température d'entreposage varie de 7°C à 13°C et le degré hygrométrique de 90 - 95 % environ.

#### **57. Transport**

Les fruits (ananas, mangues) et les légumes (aubergines, poivrons) transportés en vrac par des véhicules non ventilés (camionnette ou camion) sont souvent exposés aux dégâts mécaniques et physiologiques : fruits et légumes s'échauffent, ce qui accélère leur décomposition.

Pour protéger les produits des chocs et des vibrations au niveau de transport, il convient de veiller aux éléments suivants : amélioration du réseau routier entre l'exploitation, le centre de conditionnement et l'aéroport, modification de la conception des camions et remorques (pressions des pneus, suspension...).

Pour les transports de longues distances, deux solutions sont envisagées : transport aérien (par palettes) et transport maritime (par conteneurs réfrigérés).

## 6. Quels sont les différents produits de transformation obtenus à partir des fruits tropicaux ?

La transformation des fruits tropicaux permet d'aboutir aux différents produits suivants :

- **Les jus de fruits** : produits n'ayant subi aucune dilution ni concentration, auxquels on a parfois ajouté du sucre ou de l'acide.
- **Les nectars** : produits résultant d'une addition d'eau et de sucre à un jus de fruit pratiquement inconsommable à l'état pur comme boisson parce que trop pulpeux et trop acide.
- **Les boissons aux fruits** : mélanges aqueux de jus de fruits (en proportion faible de 10 à 20 %), avec du sucre, des acides organiques, et éventuellement du gaz carbonique.
- **Les confitures** : préparées à partir de fruits entiers cuits dans du sucre.
- **Les gelées** : fabriquées à partir de jus de fruits cuits dans du sucre.
- **Les marmelades** : confectionnées à partir de fruits écrasés cuits dans du sucre.
- **Les pâtes de fruits** : produits de la cuisson des pulpes d'un ou plusieurs fruits et de sucre jusqu'à atteindre une teneur en matière sèche égale ou supérieure à 75 %.
- **Les fruits en confits** : obtenus par trempage des quartiers de fruits ou de fruits entiers bien charnus, dans des sirop de plus en plus concentrés jusqu'à la saturation.

## 7. En quoi consistent les principales opérations de la transformation des fruits tropicaux ?

La fabrication de chacun de ces produits, quelque soit le fruit concerné, implique une série d'opérations qui sont regroupées en :

- Opérations préliminaires (réception, lavage, tirage etc.)
- Opérations de transformation et de conditionnement
- Opérations de contrôle et mesure.

Nous donnons quelques schémas simplifiés de la fabrication des jus et nectars ainsi que les confitures (gelées et marmelades).

## 71. Opérations préliminaires

- **Réception** : enregistrer le poids et la date des entrées par lots de fruits.
- **Lavage** : laver les fruits par de l'eau potable et fraîche pour éliminer les souillures et des micro-organismes superficiels.
- **Triage** : trier à la main sur une table, en écartant les fruits trop verts, ou trop mûrs ou fortement abîmés.
- **Epluchage** : on évite ainsi la peau du fruit ne rentre en contact avec le jus extrait, elle lui donne un goût amer (agrumes, bananes, papayes, ananas).

## 72. Opération de transformation et de conditionnement

### 721. Fabrication des jus et nectars

- Après les opérations préliminaires, il reste quelques opérations avant d'en extraire le jus :
  - \* le blanchiment : en plongeant quelques minutes des fruits dans l'eau bouillante pour assouplir leur chair et en fixer la couleur ;
  - \* le découpage : pour rendre le broyage plus régulier ;
  - \* le dénoyautage : en enlevant les noyaux ou pépins.

### 722. Extraction du jus

Pour extraire le jus, il est nécessaire de broyer, presser ou faire macérer les fruits dans de l'eau : on obtient ainsi un liquide ou une purée (moût) et des résidus.

- **Affinage** : le moût liquide est affiné par tamisage suivi de décantation, pour enlever les particules nuisibles à la bonne tenue des jus et nectars.
- **Préparation de la boisson** : pour préserver le goût, la consistance et le produit, on ajoute selon le cas de l'eau, du sucre ou de l'acide (acide citrique ou acide tartrique).
- **Conditionnement**
  - \* en vrac : dans des bonbonnes en verre de 20 l munies d'un robinet ;
  - \* en récipients unitaires : avant ou après pasteurisation, on utilise des boîtes métalliques en fer blanc, les bouteilles en verre, des pots en verre, des emballages en complexe carton - aluminium.
- **Préchauffage et pasteurisation**

Par préchauffage des récipients à 70°C au **bain-marie** (désaération et désoxydation du jus) puis par **pasteurisation** à 85°C (pasteurisation à électrodes ou cloche Baumann).
- **Refroidissement** : pour éviter la surcuisson après la pasteurisation et pour refroidir les récipients, en les plongeant dans l'eau froide ou en les aspergeant d'eau.

### 723. Fabrication des confitures

- Une fois les fruits triés, épluchés et éliminés de pépins ou de noyaux, on découpe les fruits en morceaux pour faciliter l'imprégnation du sucre pendant la cuisson.
- On ajoute du sucre cristallisé aux fruits dans la marmite de cuisson.
- Le sucre est un conservateur : à une concentration d'environ 65 % de sucre, le développement des micro-organismes dans le milieu est quasiment inhibé. Le sucre sert également à la formation d'un gel et donne du goût, il permet une déshydratation partielle des fruits.
- Quantité de sucre à ajouter : 60 kg de fruits et 60 kg de sucre pour fabriquer 100 kg de confiture.

- La cuisson du mélange fruits-sucre permet :
  - \* d'évaporer l'eau en excès ;
  - \* de cuire les fruits avec mise en solution des **pectines** (substances responsables de la formation du gel) ;
  - \* de détruire les micro-organismes susceptibles d'altérer le produit ;
  - \* de réaliser la transformation chimique du sucre (Saccharose → glucose + lévulose), c'est-à-dire empêcher la cristallisation du saccharose pendant le stockage.
- L'addition d'acide est indispensable à la formation du gel (pH entre 2.8 et 3.4) ; elle donne du goût à la confiture et empêche des micro-organismes pathogènes thermo-résistants.

On ajoute l'acide citrique ou l'acide tartrique à la fin de la cuisson.

- Le conditionnement : pots en verre avec capsules vissées à la main ou boîtes métalliques.
- Fermeture des récipients dès qu'ils sont remplis avec ou sans injection de vapeur.
- Refroidissement des récipients en les plaçant dans un endroit aéré ou en aspergeant avec de l'eau froid.

#### **734. Les contrôles et mesures**

La fabrication des jus, boissons, confitures, gelées, marmelades ou pâtes exige en des divers stades, une série de contrôles et mesures, notamment :

- calculs de rendements : quantités de jus extrait pour un kilo de fruits traités ;
- mesure de l'acidité du jus ;
- détermination de la teneur en matière sèche et en sucre, acides, pectines etc. ;
- contrôle pendant la pasteurisation (température et durée) ;
- contrôle l'aspect, le goût et la couleur sur des échantillons du produit fini.

## 8. Comment fabrique-t-on du concentré de tomate ?

Pour la fabrication du double concentré de tomate (usine de la SOCAM), la chaîne est composée successivement :

- Les matières premières (tomates) sont lavées dans un bac, triées sur un tapis roulant, broyées dans une dénoyauteuse puis chauffées à 60°C pour éliminer certaines substances organiques (enzymes) qui nuisent dans la concentration.
- Le produit est ensuite tamisé et pressé : le liquide ainsi obtenu est stocké dans une cuve, puis aspiré dans un premier concentrateur à 13°C ou 14°C et dans un second à 28°C pour une reconcentration.
- Le double concentré de tomate ainsi obtenu est rechauffé à 90°C pour éviter l'oxydation du produit et mis en boîte.
- Le produit sera ensuite placé dans une autoclave bouillante à 100°C pour détruire les microbes et stériliser la boîte avant d'être prêt pour la conservation.

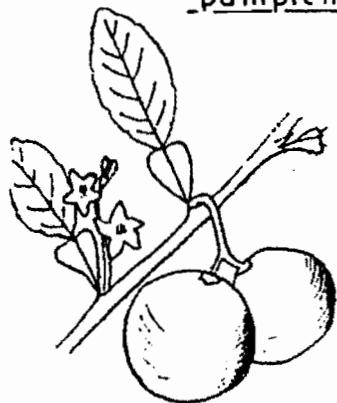
## IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Recenser et étudier les méthodes traditionnelles de conservation et de transformation des fruits et légumes pratiquées dans la région (oignon, tomates, mangue, sésame etc.).
2. Visiter un centre de collecte des fruits et légumes destinés à la commercialisation (Ex : FRUITEMA, Coopératives des maraîchers etc.).
3. Visiter une usine de transformation des fruits et légumes (Ex : SOCAM). Etudier la fabrication des jus et des confitures (mangue, goyave, tamarin), du concentré de tomate.

## V. BIBLIOGRAPHIE

1. ABBOTT, J.C - Commercialisation des Fruits et Légumes  
FAO - no 2 - Rome, 1971.
2. ACP et CEE - Les Fruits tropicaux exotiques - Le Cour-  
rier - no 92 - 1985, Bruxelles.
3. GRET - Le point sur la transformation des fruits tropi-  
caux, 1984.
4. Institut Economie Rurale - Rapport de la Commission  
Technique des Productions Fruitières et Maraîchères -  
Campagne 1982 - Bamako 1983.
5. Institut Economie Rurale - Rapport de la Commission  
Technique des Productions Fruitières et Maraîchères -  
Campagne 1984 - Bamako 1985.
6. IRFA - Etudes sur fruitiers tropicaux - no spécial, 1978.
7. NICOS, J. VAKIS - La manutention des produits frais  
d'origine tropicale destinés à l'exportation - Forum  
du Commerce International - 1981.
8. OCDE - L'Industrie de transformation des fruits tropi-  
caux - Paris, 1976.

pampleoussier



oranger



bigaradier



citronnier



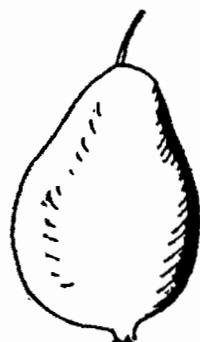
mandarinier



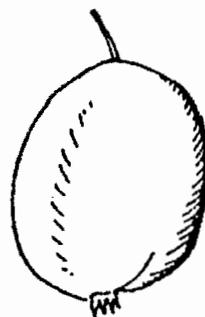
cédraier



PRINCIPALES ESPECES D'AGRUMES

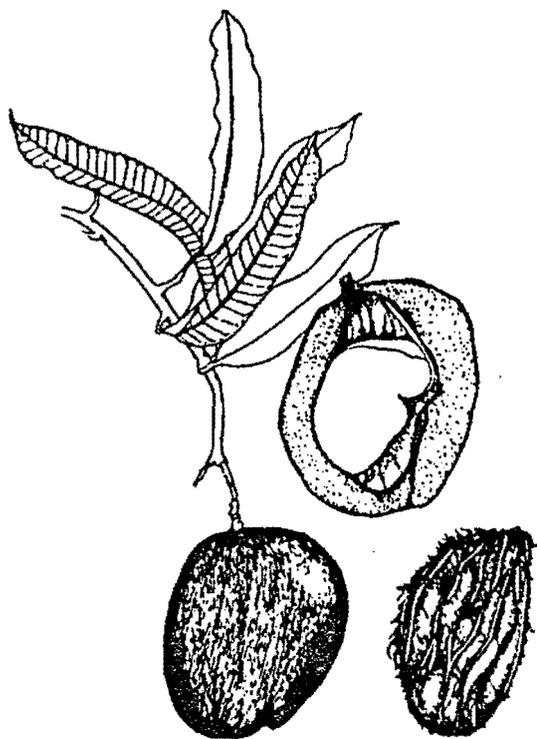


Goyave poire

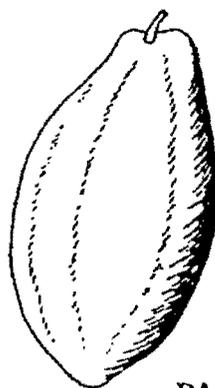


Goyave pomme

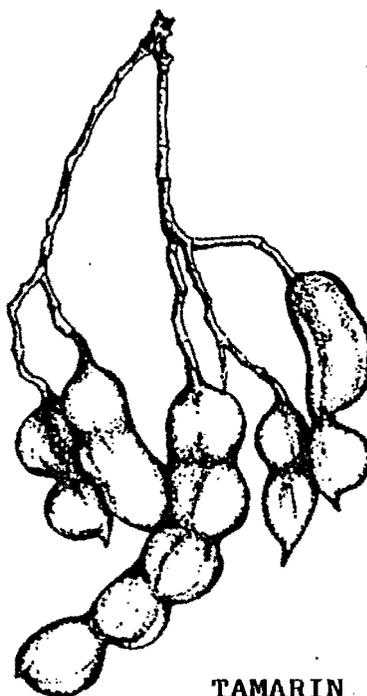
GOYAVES



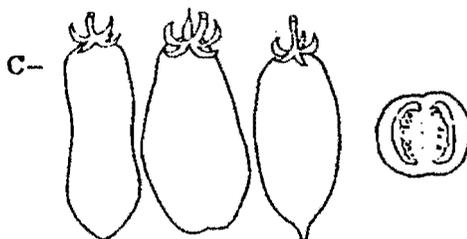
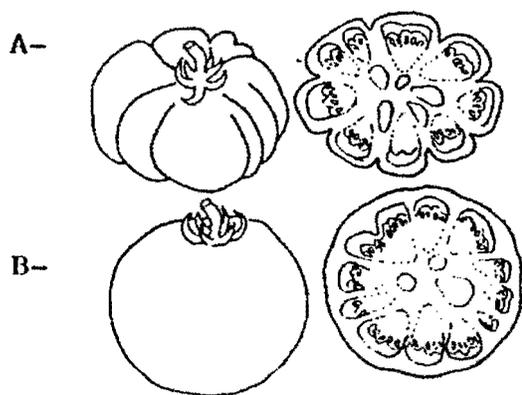
MANGUE



PAPAYE



TAMARIN



- A- Fruit plat côtelé
- B- Fruit rond
- C- Fruit allongé

DIVERSES FORMES DE FRUITS  
DE TOMATES

**Tableau 5 — Importations de mangues fraîches (et de goyaves et de mangoustans) dans la CEE par les pays d'origine classés par ordre d'importance sur le marché**

1980		1981		1982	
	(tonnes)		(tonnes)		(tonnes)
1. Etats-Unis	1 034	1. Mali	920	1. Mali	1 417
2. Mali	1 002	2. Etats-Unis	860	2. Mexique	1 213
3. Afrique du Sud	768	3. Kenya	810	3. Burkina Faso	1 167
4. Kenya	700	4. Pérou	747	4. Pérou	592
5. Inde	628	5. Burkina Faso	602	6. Brésil	586
6. Mexique	593	6. Mexique	430	6. Pakistan	574
7. Venezuela	582	7. Brésil	423	7. Kenya	472
8. Côte d'Ivoire	302	8. Inde	412	8. Inde	470
9. Brésil	257	9. Israël	395	9. Venezuela	436
10. Pérou	250	10. Pakistan	342	10. Etats-Unis	411
11. Pakistan	214	11. Venezuela	332	11. Israël	394
12. Burkina Faso	214	12. Afrique du Sud	303	12. Sénégal	237
13. Israël	193	13. Côte d'Ivoire	187	13. Afrique du Sud	194
14. Sénégal	181	14. Sénégal	143	14. Guinée	173
15. St. Vincent	158	15. Jamaïque	103	15. Ste-Lucie	84
16. St. Lucie	128	16. Guinée	87	16. Thaïlande	78
17. Jamaïque	110			17. Jamaïque	77
18. Congo	80			18. Egypte	38
19. Egypte	71				

Source: Office statistiques des Communautés européennes

TABLEAU 6

---

## Erreurs ordinaires de manutention

---

- Récolter des fruits qui ne sont pas mûrs.
  - Laisser les fruits sur la plante jusqu'à ce qu'ils soient trop mûrs ou trop grands.
  - Récolter par traction ou torsion au lieu de se servir de sécateurs ou de couteaux.
  - Laisser les produits au soleil.
  - Laisser s'échauffer les produits dans des sacs (en papier, plastique, jute).
  - Laisser s'échauffer les produits pendant leur transport par camion ou camionnette non ventilés.
  - Récolter pendant les grosses chaleurs.
  - Entreposer les produits à de mauvaises conditions de température ou d'hygrométrie.
  - Mélanger des produits qui demandent des températures d'entreposage différentes.
  - Laisser les entrepôts frigorifiques ouverts.
  - Conditionner et trier les produits sur le sol au lieu d'utiliser des tables de triage propres.
  - Négliger l'hygiène des ateliers de conditionnement.
  - Trop remplir les cartons.
  - Multiplier les manipulations, c'est-à-dire les risques d'avaries mécaniques, de meurtrissures, de pourriture, etc.
  - Manipuler brutalement produits et cartons.
  - Expédier des denrées périssables comme du fret ordinaire.
-

TABLEAU 7


---

**Symptômes ordinaires du « coup de froid »**


---

Bananes	Aspect fumé ou terne de la peau, zones aqueuses, aspect jaune terne après maturation, brunissement de la chair, perte de la capacité de maturation.
Ananas	Coloration terne, chair aqueuse, brunissement du rachis, décomposition.
Mangues	Décoloration de la peau qui tire sur le gris, aspect piqué, maturation inégale, mauvais développement de la saveur et de la couleur.
Pamplemousses	Aspect piqué, vieillissement, taches brunes, décomposition aqueuse.
Avocats	Aspect grisâtre et piqué de la peau, décoloration de la chair, qui tire sur le gris-brun, maturation inégale.
Papayes	Maturation inégale, décoloration, aspect piqué, contre-saveurs.
Haricots	Aspect piqué, décoloration (tirant sur le roux).
Courgettes	Aspect piqué, jaunissement, dessèchement.
Aubergines	Décoloration superficielle ou bronzage, aspect piqué.
Gombos	Décoloration superficielle, aspect piqué, zones aqueuses.
Poivrons	Aspect piqué, décoloration de la gousse ou des calices, apparition de champignons alternaria, qui amènent des pourritures sur les gousses et les calices ou de résidus crayeux.
Tomates	
mûres ou vertes	Mauvaise coloration une fois mûres, alternaria.
Tomates mûres	Zones aqueuses, ramollissement.

---

TABLEAU 8

Dimensions des caisses en carton  
utilisées pour l'exportation  
des produits d'origine tropicale

Produit	Dimensions en mm L x L x H <sup>1</sup>	Kilos par carton
Avocats	380 x 285 x 85	4-4,5
	406 x 267 x 83	
Mangues	378 x 273 x 83	3,5-4
	470 x 279 x 83	4-4,5
Ananas	397 x 267 x 318	6-9
	319 x 279 x 368	9-12
Aubergines	373 x 237 x 152	4,5-5
	385 x 290 x 165	6
Poivrons	457 x 279 x 153	5
	288 x 203 x 165	2
Piments	385 x 290 x 165	5
	295 x 200 x 110	1,5-2,5
Courgettes	295 x 200 x 110	3
Haricots	295 x 200 x 110	2-2,5
	380 x 280 x 100	4
Gombos	295 x 200 x 110	2
	457 x 279 x 152	5

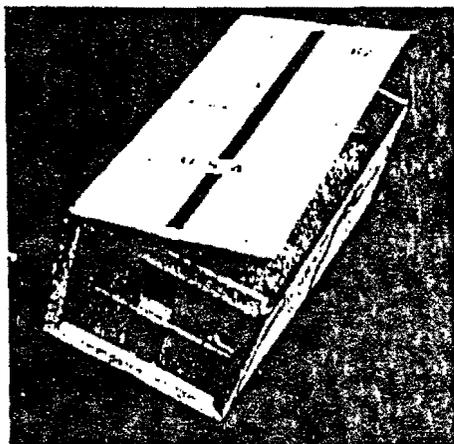
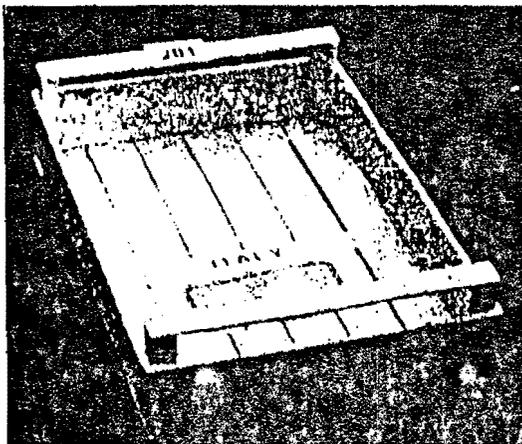
<sup>1</sup> Longueur x largeur x hauteur.

TABLEAU 9

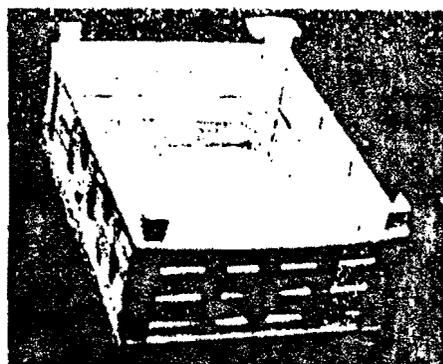
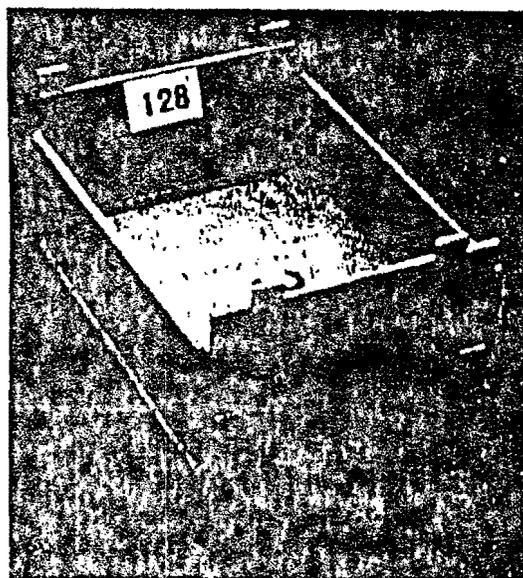
Température, hygrométrie et durée de conservation en entrepôt  
de certains fruits et légumes d'origine tropicale

Produit	Température de l'entrepôt (°C)	Hygrométrie (%)	Durée de conservation en entrepôt
Avocats	4,5-13	90-95	2-4 semaines
Bananes	12-14,5	90-95	2-3 semaines
Mangues	10-13	90-95	2-3 semaines
Ananas	7-13	90-95	2-4 semaines
Papayes	7-10	90-95	1-3 semaines
Haricots	4,5-10	90-95	7-10 jours
Poivrons	7-10	90-95	10-15 jours
Piments	4,5-10	90-95	10-15 jours
Courgettes	7-10	90-95	5-14 jours
Aubergines	7-13	90-95	10-14 jours
Melons	0-10	85-90	5-10 jours
Gombos	7-10	90-95	4-7 jours
Tomates mûres	7-10	90-95	4-7 jours
Tomates vertes	13-21	90-95	1-3 semaines

A- Caissette découverte à claire-voie.



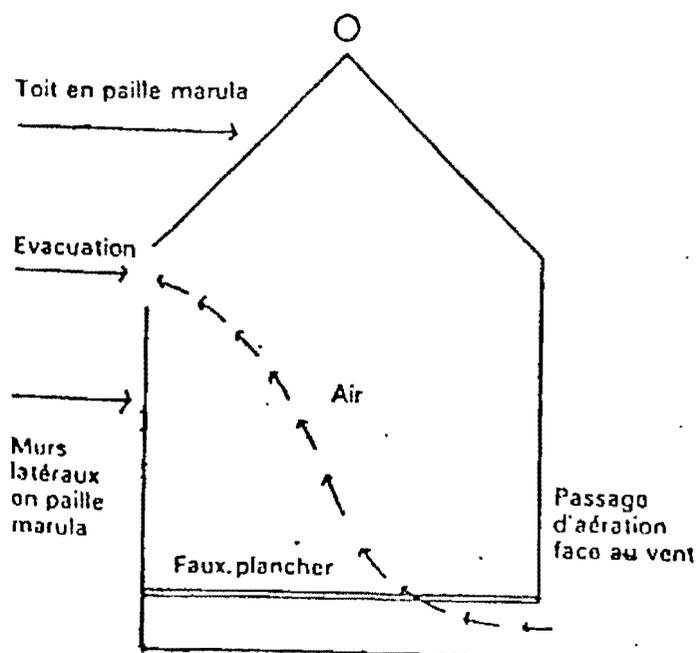
B- Caisse à rayonnages pour fruits fragiles.



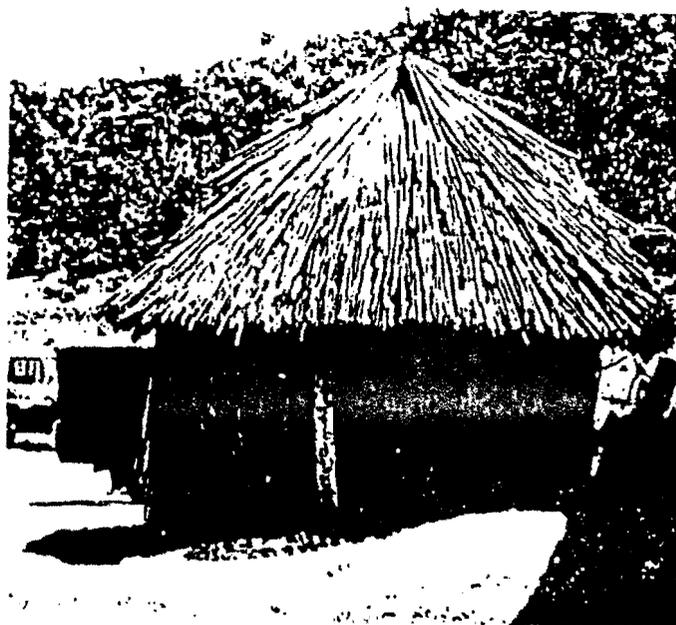
C- Caisse légère en bois déroulé.

D- Boîte pliante en carton

DIVERS TYPES DE CAISSES D'EMBALLAGE

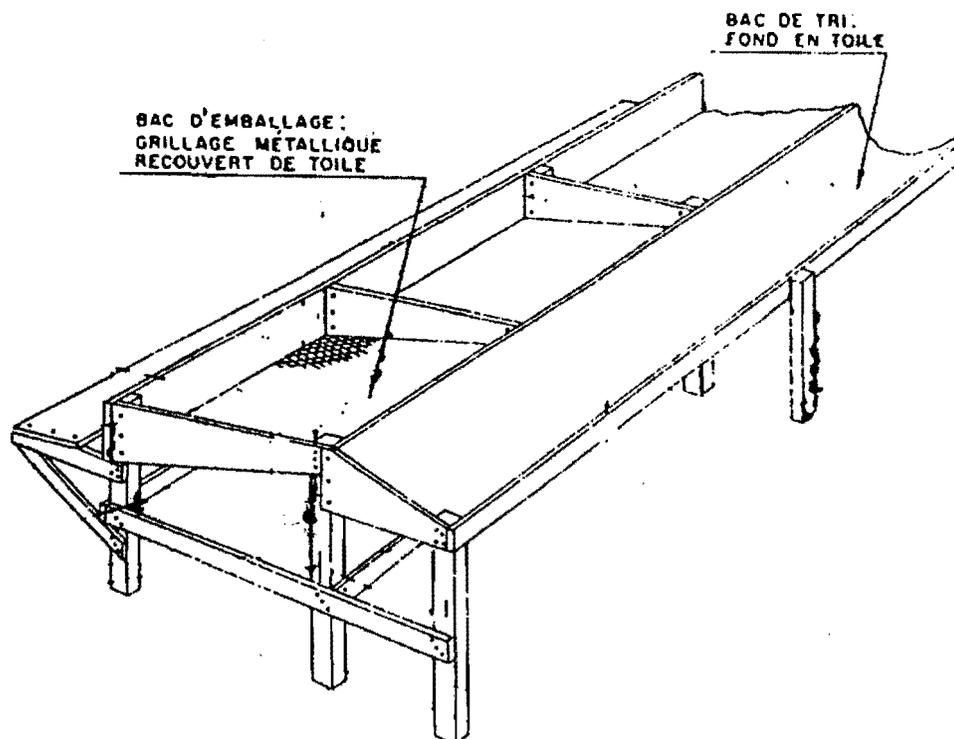


**PRINCIPALES CARACTERISTIQUES**  
**D'UNE CHAMBRE FRAICHE**

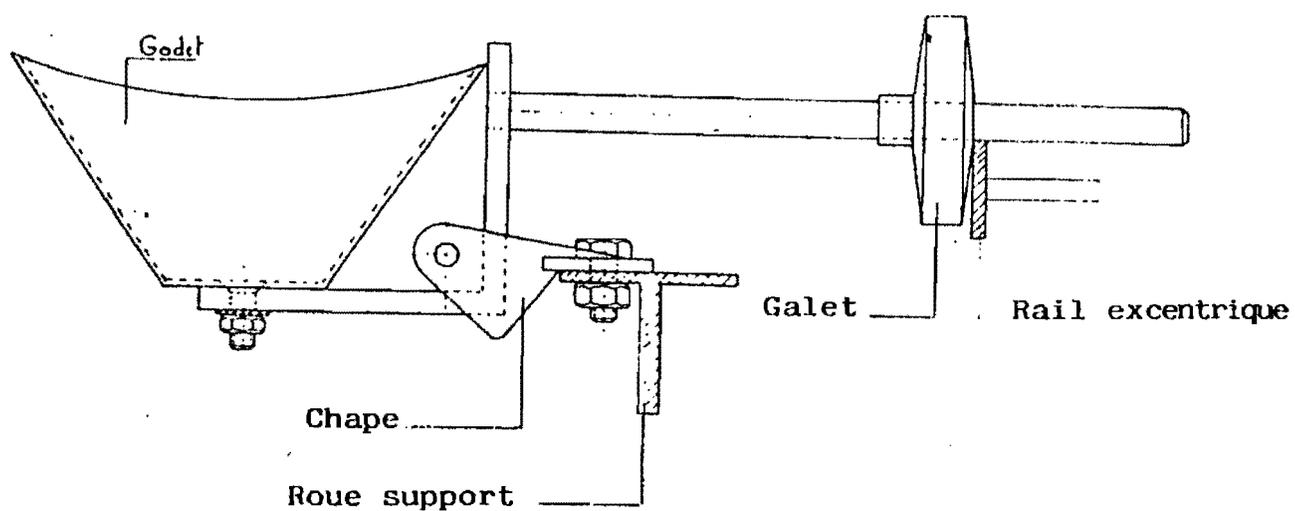


Les produits doivent être mis à l'ombre.

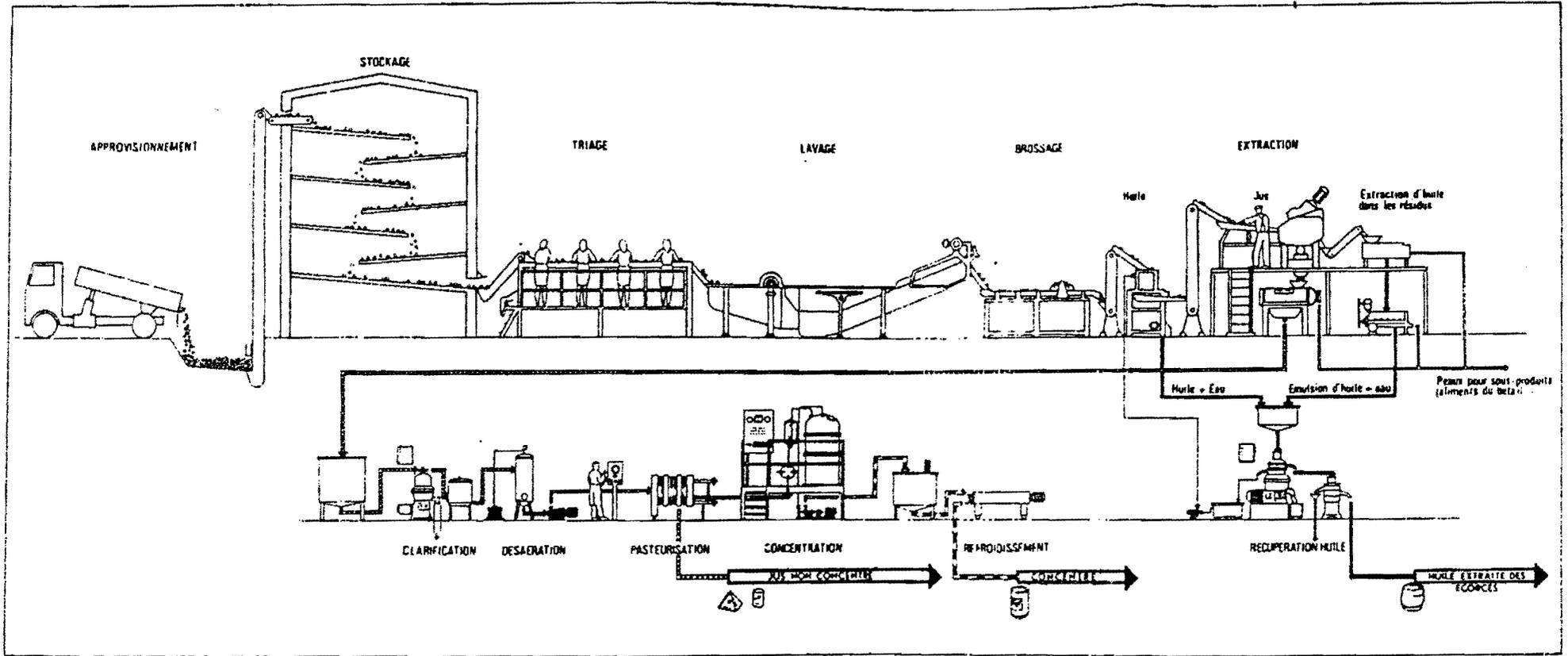
**CONSTRUCTION ARTISANALE**



BAC DE TRI ET D'EMBALLAGE POUR LES OPERATIONS MANUELLES



MECANISME DE CALIBRAGE POUR MANGUES



SCHEMA D'UNE CHAINE DE FABRICATION DE JUS, CONCENTRES ET HUILES ESSENTIELLES

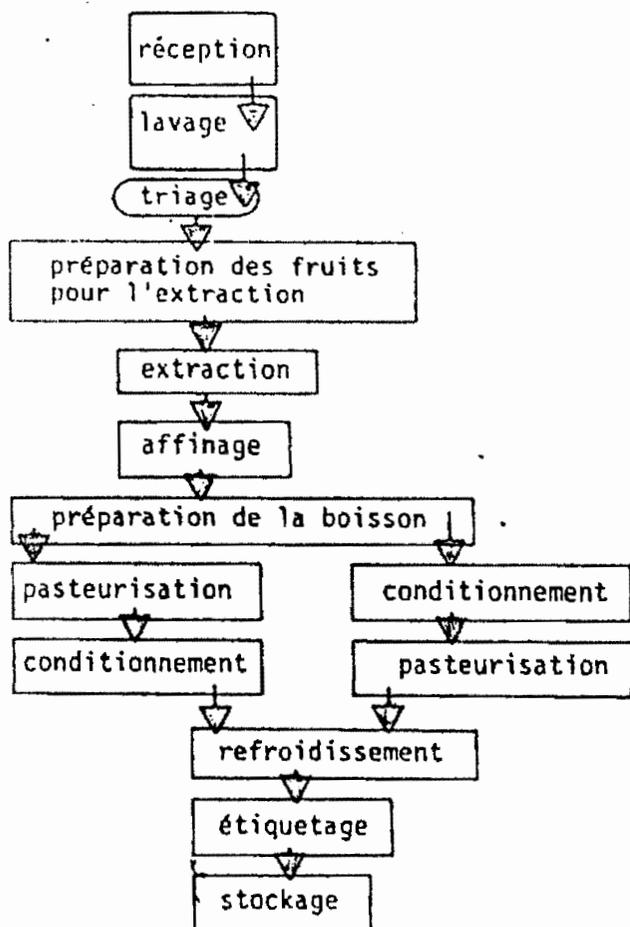


ETIQUETTES DES BOITES DE JUS DE FRUITS (SOCAM)

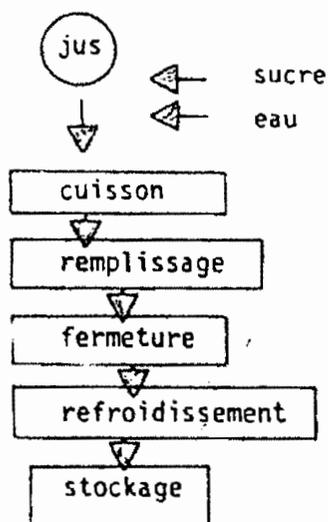


## TRANSFORMATION DES FRUITS TROPICAUX

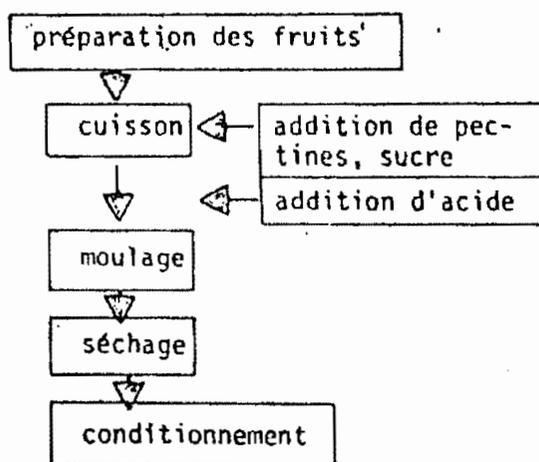
### FABRICATION DES JUS ET NECTARS :



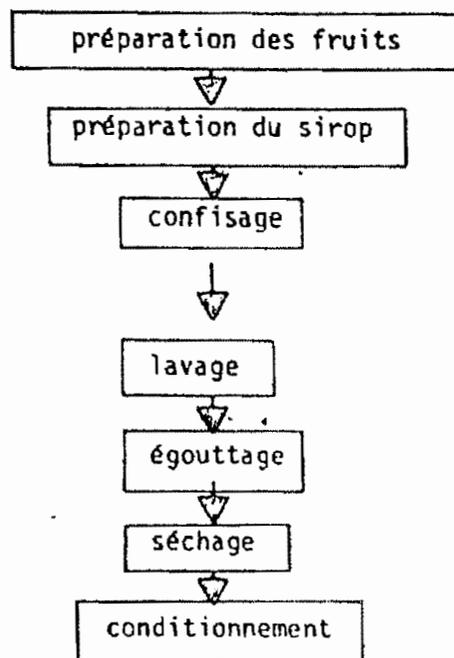
### FABRICATION DES SIROPS

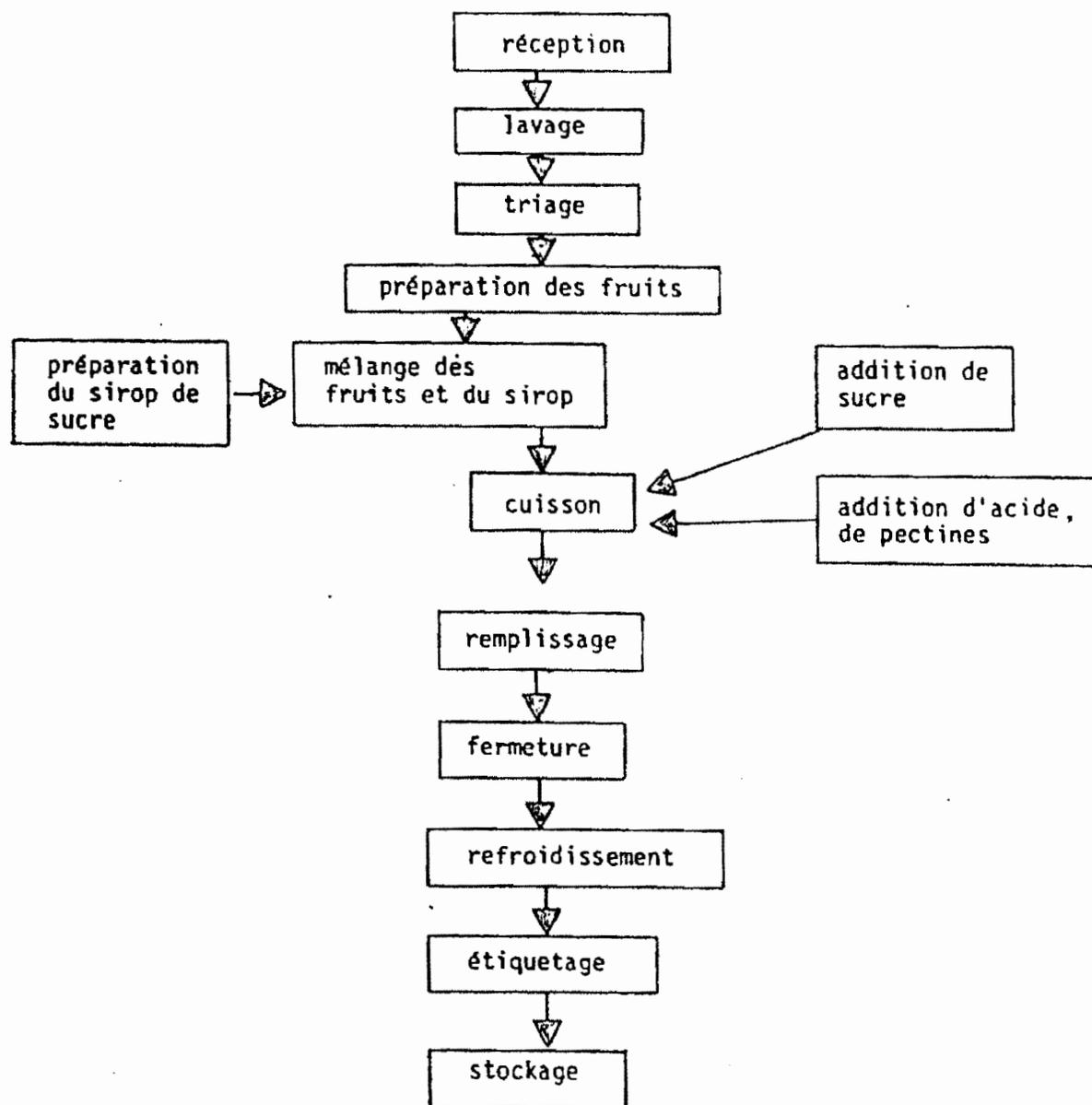


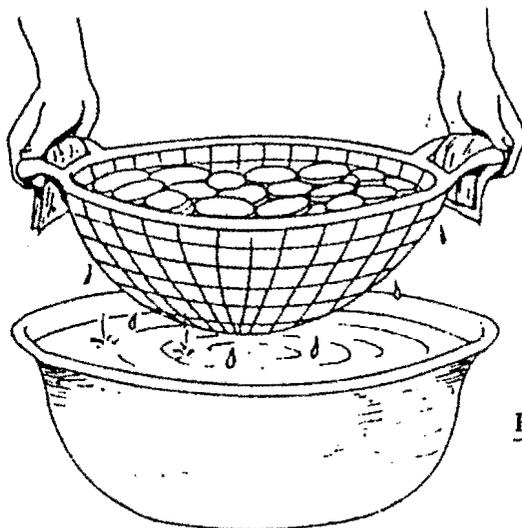
### FABRICATION DES PATES DE FRUIT



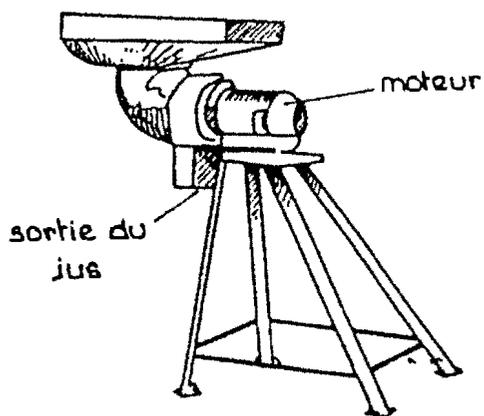
### FABRICATION DES FRUITS CONFITS



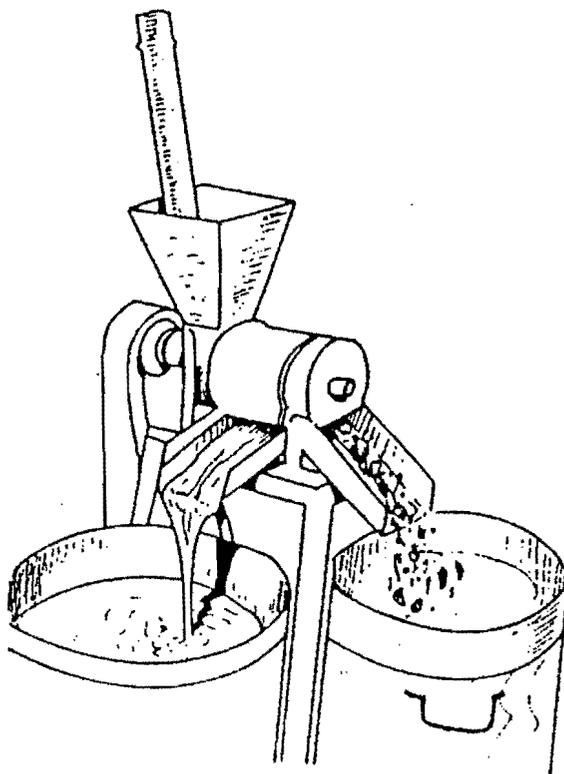
FABRICATION DES CONFITURES, GELEES, MARMELADESTRANSFORMATION DES FRUITS TROPICAUX



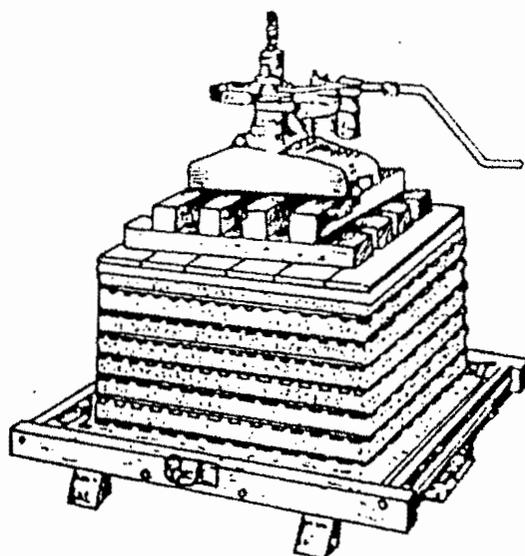
BASSINE DE LAVAGE



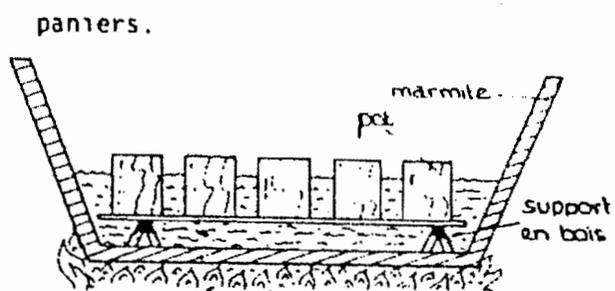
BROYEUR A RAPES



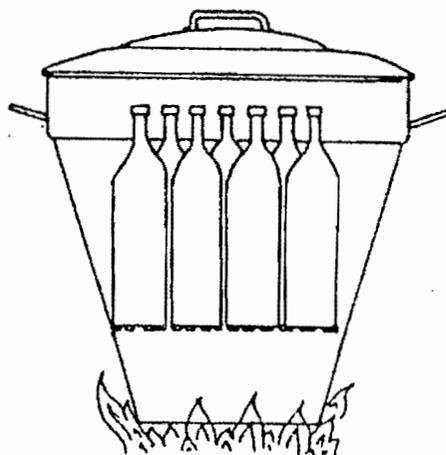
DEPULPEUR ENTRAINEMENT MOTEUR

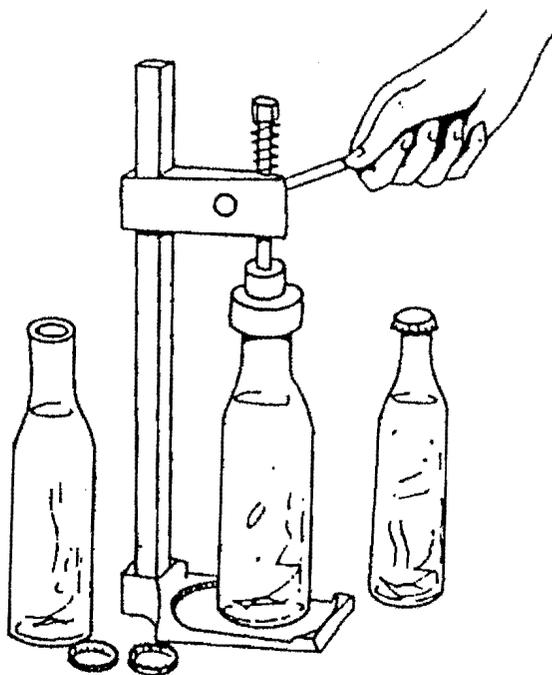


PRESSE A VIS MANUELLE



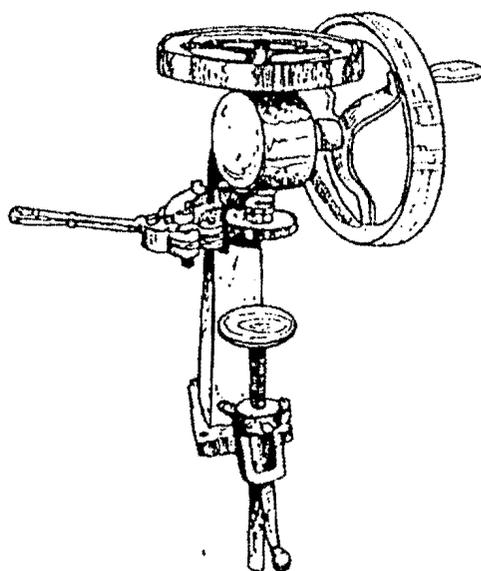
DISPOSITIF DE CHAUFFAGE AU BAIN MARIE





CAPSULEUSE MANUELLE

SERTISSEUSE MANUELLE



## ANNEXE

### NORMALISATION DES EMBALLAGES EN BOIS POUR FRUITS ET LÉGUMES UTILISÉS DANS LE TRANSPORT ET LE COMMERCE INTERNATIONAUX <sup>1</sup>

#### I. Nature et forme de l'emballage

1. Les emballages doivent être neufs et de type « perdu », c'est-à-dire conçus en vue de permettre l'exécution dans de bonnes conditions d'un seul transport international de fruits et légumes, depuis le lieu d'expédition jusqu'au lieu de consommation. Toutefois, lorsque les conditions économiques l'imposent et sous réserve qu'ils soient propres et solides, des emballages de type « réutilisables », c'est-à-dire conçus en vue de permettre l'exécution dans de bonnes conditions de plusieurs transports internationaux de fruits et légumes, peuvent être autorisés.
2. Le nombre de types d'emballages doit être aussi réduit que possible; en conséquence, il convient d'adopter des types polyvalents, c'est-à-dire susceptibles d'être utilisés pour plusieurs espèces de produits.
3. Les emballages doivent être de forme parallélépipédique. Les emballages qui s'emboîtent tels que « billots » et « basquets » sont exclus sauf s'ils sont contenus dans de grands emballages ayant eux-mêmes la forme parallélépipédique.

#### II. Dimensions de l'emballage

4. Les emballages doivent avoir les dimensions suivantes:

*Dimensions de base normalisées des emballages en bois.* Les dimensions de base normalisées sont la longueur et la largeur de la base des emballages; la hauteur peut varier selon la nature des produits.

Les dimensions ci-après sont applicables: (en centimètres)

##### *Dimensions extérieures de la base*

a) à titre définitif:	60 × 40 50 × 30 40 × 30	(une tolérance de 1 cm en moins est admise)
b) à titre expérimental:	50 × 40	
c) à titre transitoire:	57 × 38 56 × 35 44 × 30	(une tolérance de 1 cm en plus ou en moins est admise)

<sup>1</sup> Nations Unies. Commission économique pour l'Europe. *Rapport de la 26<sup>e</sup> Session du Comité des transports intérieurs*, Genève, 1967.

## ANNEXE (Suite)

5. Les gouvernements qui ont approuvé la présente résolution examineront tous les deux ans les modifications à apporter, le cas échéant, à cette annexe, sans toutefois que cela puisse avoir en principe pour effet de modifier les dispositions des emballages retenues à titre définitif.

### **III. Matériaux utilisés pour l'emballage**

6. Les bois employés doivent être propres, sains, secs et exempts d'écorce, de nœuds nuisibles et d'odeur susceptible d'affecter la qualité du produit transporté. Les matériaux de conditionnement, quelle que soit leur nature, doivent être propres, inoffensifs et ne doivent pas altérer la qualité ou le goût du produit.

### **IV. Fabrication de l'emballage**

7. Les caractéristiques de fabrication de l'emballage doivent être étudiées en vue d'assurer, compte tenu de la nature des produits et des exigences des transports:

- a) sa solidité;
- b) son aptitude à l'empilage;
- c) la stabilité du chargement en cours de transport;
- d) l'aération des produits.

8. En conséquence, les emballages doivent être conformes à certains critères de résistance et subir, en vue de leur homologation, des épreuves de laboratoire.

9. Les critères de résistance ainsi que les épreuves à faire subir aux emballages pour vérifier s'ils sont conformes à ces critères sont indiqués dans une annexe.

10. Autant que possible, chaque type d'emballage doit pouvoir être utilisé indifféremment avec ou sans couvercle. Les emballages utilisés sans couvercle doivent être conçus de manière à permettre l'empilage et la stabilité du chargement en cours de transport.

11. Le sciage, le tranchage ou le déroulage de tous les éléments de construction de l'emballage doivent être correctement effectués pour obtenir une surface suffisamment lisse.

12. Ces éléments doivent correspondre à des dimensions normalisées.

### **V. Homologation et contrôle**

13. Le contrôle a pour but de garantir la conformité des emballages aux critères (nature, forme, dimensions, qualité, solidité, etc.) définis ci-dessus et à ceux définis dans une annexe.

14. *Organisation.* Le contrôle doit être effectué dans chaque pays par des organismes officiels ou par des groupements, établissements ou personnes dûment habilités par les pouvoirs publics.

## UNITE 5

### CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES CORPS GRAS

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de décrire les caractéristiques de l'huile de coton, de l'arachide, et du beurre de karité ;
- de donner le principe d'extraction d'huile des produits oléagineux (coton, arachide) ;
- de connaître les sous-produits de graines de coton, de l'arachide, de karité ainsi que leurs utilisations ;
- de schématiser la technique d'extraction du beurre de karité.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Quel est le principe d'extraction d'huile des produits oléagineux ?
2. Quelles sont les caractéristiques de l'huile de coton ?
3. Quels sont les sous-produits de la graine de coton ? Et leurs utilisations ?
4. Quelles sont les caractéristiques de l'huile d'arachide ?
5. Quels sont les sous-produits de l'huilerie d'arachide et leurs utilisations ?
6. Quelle est la composition du fruit de karité ?
7. Comment extrait-on du beurre de karité ?
8. Quelles sont les produits et sous-produits de karité et leurs utilisations ?

### III. DISCUSSIONS

#### 1. Quel est le principe d'extraction d'huile des produits oléagineux ?

Le secteur des produits oléagineux du Mali est représenté actuellement par le coton, l'arachide et l'amande de karité. La transformation de ces produits oléagineux est assurée essentiellement par les sociétés industrielles suivantes :

- La Société d'Exploitation des Produits Oléagineux du Mali (SEPOM) à Koulikoro.
- La Société d'Exploitation des Produits Arachidières du Mali (SEPAMA) à Kita.
- L'Huilerie Cotonnière du Mali (HUICOMA) à Koutiala.
- La Société Industrielle de Karité du Mali (Sikamali) à Banankoro (près de Bamako).

Chaque unité possède sa technologie spécifique, cependant, elles utilisent toutes un **procédé commun d'extraction d'huile** :

##### a. La trituration

- **Nettoyage** : les graines stockées dans un silo sont nettoyées à l'aide de tamis vibrants ou rotatifs.
- **Broyage** : les graines sont concassées, broyées et laminées jusqu'à l'obtention d'une farine grossière.
- **Chauffage** : la farine obtenue est chauffée par addition de vapeur d'eau. Le procédé dilate l'huile ; les cellules de la graine éclatent libérant les corps gras.
- **Extraction par pression** : le mélange est entraîné dans un pressoir à vis qui extrait de l'huile brute par simple pression.
- **Filtrage** : cette huile est filtrée et acheminée aux structures de neutralisation et de raffinage.

**b. Neutralisation et raffinage :** l'huile brute de couleur foncée est neutralisée dans plusieurs récipients successifs par addition d'un mélange de soude caustique (NaOH), d'eau chaude et de terre à foulon (argile servant à dégraisser). Une fois neutre sa couleur peut varier du brun foncé à une transparence marron clair. Elle est alors filtrée et désodorisée puis stockée.

**c. Extraction par solvant :** ce procédé est utilisé par l'HUICOMA à l'aide d'un solvant, l'Hexane, le mélange solvant plus huile passe par une série de plateaux jusqu'à ce que la concentration d'huile dans le solvant soit maximum. Le solvant est par la suite évaporé et récupéré par distillation. L'huile brute obtenue est envoyée à la neutralisation et au raffinage de tourteaux et d'aliments de bétail.

## **2. Quelles sont les caractéristiques de l'huile de coton ?**

Pour 100 kg de coton graine récoltés, on obtient les principaux produits et sous-produits suivants :

\* Fibre : 30 à 45 kg

\* Graines : 53 à 65 kg se décomposant ainsi :

. linter : 0 à 7 kg

. coques : 13 à 15 kg

. amandes : 35 à 42 kg, comprenant :

- huile : 9 à 12 kg

- protéines : 11 à 13 kg

- autres produits : 15 à 18 kg

. Il faut compter également 2 à 3 % de déchets.

La composition de l'huile de coton en acides gras varie d'une région à l'autre et d'une variété à l'autre ; elle est aussi influencée par les procédés d'extraction et des conditions de conservation.

Les huiles de coton (de maïs et de soja) ont une teneur élevée en acide linoléique : elles sont assez peu stables au stockage et rancissent facilement. Cependant l'huile de coton s'altère moins à la chaleur que les deux autres. Elle convient très bien aux usages traditionnels de toutes les huiles de table.

### 3. Quels sont les sous-produits de la graine de coton ? Et leurs utilisations ?

Toutes les composantes de la graine sont utilisables à des usages variés. Le plus important est l'huile et subsidiairement les **tourteaux** et la **farine** ; le **duvet** et la **coque** de la graine peuvent être également utilisés.

**a. Le duvet** : est constitué par l'ensemble des poils très courts qui recouvre la graine de certaines variétés. Par délintage, qui consiste à arracher de la graine des poils qui ont persisté après l'égrenage, on obtient ainsi divers types de **linter**.

Le linter est utilisé pour la confection de tissus grossiers, pansements, mèches, couvertures, feutres, matelas, rembourrage etc.

**b. La coque** : c'est l'enveloppe brunâtre, dure et très lignifiée protégeant l'amande. La coque représente environ 40 à 45 % en poids de la graine, elle est pauvre en protéines et en matières grasses, riche en lignine et en cellulose. Il convient donc de l'éliminer si l'on veut obtenir un tourteau de valeur alimentaire élevée.

**c. Les tourteaux** : suivant le procédé utilisé pour l'extraction de l'huile on obtient des types de tourteaux différents. La teneur en huile est assez élevée (4 à 8 %) et en matières grasses est faible (1 à 2 %). La richesse moyenne en protéines d'un tourteau de coton est de 41 %. Par contre les tourteaux contiennent du **gossypol**, pigment toxique pour l'homme et les animaux monogastriques.

**Usages :** la principale utilisation des tourteaux de coton est l'**alimentation du bétail**. Les ruminants s'adaptent assez bien à cette alimentation et ne semblent pas souffrir de la présence du gossypol quand il est absorbé à dose modérée. Par contre, ces tourteaux ne conviennent pas aux non ruminants (élevage des poulets par exemple). On utilise parfois comme fumure minérale, car une tonne de tourteaux apporte 66 kg N, 15 kg P2O5, 20 kg K2O.

#### **d. Farine de coton**

La bonne qualité des protéines de la graine de coton ferait de sa farine une source alimentaire importante. Cependant, le principal frein à l'alimentation humaine est la présence de gossypol. Les farines étaient rendues alimentaires par voie chimique ou thermique, qui vise soit à inactiver le gossypol soit à l'extraire du tourteau.

Actuellement, la voie génétique permet la culture de cotonniers dont les graines ne possèdent pas de glandes à gossypol (variétés sans glandes ou "glandless" : ISA-8C2 de Côte-d'Ivoire, J-131-253 du Tchad par exemple).

**Utilisation :** les farines de coton déshuilées et dégossypolisées ont de nombreux usages en alimentation animale et humaine. Une expérience nutritionnelle menée au Mali a montré que le mélange de farine de mil (80 %) et de farine de coton sans gossypol (20 %) s'est révélé un produit de haute valeur nutritive pour les enfants.

#### **4. Quelles sont les caractéristiques de l'huile d'arachide ?**

Les graines d'arachide sont composées de :

- 72,6 % de cotylédons : très riches en protéines (26 %) et en huile (45 à 53 %).
- 4,1 % de tégument séminal : riche en tanins et en pigments.
- 3,3 % d'embryons : contient de saponine (saveur amère). Les graines sont relativement pauvres en éléments minéraux (3 % de cendres).

L'huile brute d'arachide obtenue par les divers procédés utilisés dans les huileries industrielles a une teinte jaune plus ou moins prononcée. Tandis que **l'huile raffinée** est légèrement jaunâtre, très appréciée par les consommateurs, mais elle ne contient pratiquement plus d'acides gras libres (0,10 %) et ne possède plus ni goût ni odeur.

Les acides gras entrant dans la composition de l'huile d'arachide comportent généralement 80 à 85 % d'insaturés (acide oléique, acide linoléique) et 15 à 20 % de saturés (acide palmitique, acide arachidique, acide stéarique etc.).

**Utilisation :** l'huile d'arachide est une excellente huile de table. Elle entre aussi dans la composition des margarines. On l'emploie aussi en savonnerie (pâtes résultant de sa neutralisation par lessive de soude ou les huiles acides provenant de la décomposition de ces pâtes).

## **5. Quels sont les sous-produits de l'huilerie d'arachide et leurs utilisations ?**

**a. Le tourteau d'arachide :** à la sortie des appareils de fabrication, les tourteaux peuvent se présenter sous forme de morceaux d'écaillés ou de grumeaux ou de farine grossière.

Les tourteaux peuvent être conservés et commercialisés sans transformation ou réduits par broyage en farine ou en granulés (pellets).

Les tourteaux renferment environ 50 % de matières protéiques et sont principalement utilisés pour la nourriture du bétail.

### **b. Les coques d'arachide**

- Emploi des coques comme combustibles dans les foyers des chaudières de l'huilerie.
- Fabrication des panneaux de particules (portes-cloison) par mélange des coques broyées avec de résine synthétique et pressage à chaud de ce mélange.

### **c. Autres sous-produits**

- Pellicules rouges entourant l'amande servant comme support d'aliment mélasse pour le bétail.
- Pâtes de neutralisation et mucilages sont utilisables dans divers industries (tourteaux, savons).

### **6. Quelle est la composition du fruit de karité ?**

D'une manière générale, 100 kg de fruits donnent 50 kg de noix fraîches, qui donnent 30 kg de noix sèches contenant 20 kg d'amandes sèches, celles-ci représentent de 5 à 20 % en poids des fruits frais.

Composition du fruit :

- Pulpe : est latexescente mais perd son latex à maturité, contient environ 10 % de divers sucres (réducteurs et non réducteurs).
- Amande :
  - 48 à 51 % de matières grasses
  - 1,5 à 2,5 % de sucres
  - 9 % de matières azotées
  - 6,5 à 7 % de cellulose
  - 4,5 à 7,4 % de tannins.

### **7. Comment extrait-on du beurre de karité ?**

La production du beurre de karité est une activité essentielle pour les femmes rurales maliennes qui en tirent une partie importante de leurs revenus. La méthode d'extraction traditionnelle est relativement efficace et adaptée aux conditions locales ; par contre elle est exténuante et pénible pour un grain final plutôt dérisoire. Actuellement divers organismes de recherche ont proposé quelques améliorations techniques (méthodes d'extraction et matériels) afin de soulager le travail des femmes et d'accroître le taux d'extraction.

## **71. Technologie traditionnelle**

- Ramassage des noix de karité et stockage dans de grandes fosses (début d'hivernage).
- Déterrement des noix (en octobre)
- Séparation des noix de la pulpe
- Séchage des noix dans les fours à karité
- Décorticage des noix en quartier (les coques servant comme combustibles du four).
- Chauffage des amandes au four
- Pilage dans un mortier jusqu'à l'obtention d'une pâte
- Laminage sur une meule avec une meulière
- Barattage de la pâte dans une cuvette de bois avec les mains jusqu'à l'obtention d'une pâte blanchâtre surnagée de crème (utilisée comme remède contre les maux de ventre).
- Lavage de la pâte à l'eau pour enlever les impuretés
- Cuisson de la crème pour séparer l'huile des résidus (utilisés dans la fabrication de savon).
- Récupération de l'huile pour décantation dans unealebasse ou cuvette.
- Solidification de l'huile en beurre
- Emballage du beurre dans des feuilles de wolo à l'aide de fibre.

Rendement : 96 kg de beurre/an/femme.

## **72. Technologies améliorées**

- Presses hydrauliques G.T.Z (Office Allemand de Coopération Technique) - D.M.A.

L'huile est obtenue par pressage d'une poudre chaude d'amandes de karité légèrement pilées.

- **Autres méthodes** : on peut remplacer des opérations de pilage et laminage à la meule par l'utilisation de petits moulins manuels ou à meules motorisés.

## 8. Quelles sont les produits et sous-produits de karité et leurs utilisations ?

### a. Usages traditionnels

- **Fruit** : certains arbres donnent la pulpe plus sucrée et consommable crue à maturité.
- **Amande** : pour l'extraction du beurre
- **Beurre** : principalement pour la préparation de la cuisine locale.
- **Savon** : le beurre est utilisé en savonnerie
- **Toilette** : le beurre de karité est le cosmétique par excellent des femmes sahélliennes.
- **Pharmacopée** : contre les douleurs, rhumatisme, courbatures
- **Eclairage** : utilisation dans les lampes à huile ; la flamme est éclairante mais fuligineuse (produit de la suie).
- **Latex** : tiré des incisions pratiquées sur le tronc, donne une "glu" pour attraper les oiseaux.
- **Bois** : excellent bois de chauffage et de construction.

### b. Utilisations industrielles

- **Savonnerie** : fabrication du savon de Marseille (employé seul le karité donne un savon peu soluble).
- **Stéarinerie** : fabrication des bougies
- **Alimentation** : utilisation en faible proportion du beurre de karité dans la fabrication des margarines et des pâtes alimentaires ; par enrobage en chocolaterie et confiserie.
- **Parfumerie et pharmacie** : le beurre de karité est employé dans les produits cosmétiques (Ex : Crème de beauté Karitéa).

- **Tourteaux** : utilisés dans l'alimentation du bétail ; mais le coefficient d'utilisation digestive du tourteau de karité est très faible et l'ingestion de ce tourteau nuit à l'assimilation des matières azotées et cellulosiques.

#### IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Visiter une huilerie (Ex : SEPOM, SEPAMA, HUICOMA).
2. Visiter une usine de l'extraction du beurre de karité (Ex : SIKAMALI).
  - Etudier les méthodes traditionnelles d'extraction du beurre de karité.
  - Comparer les caractéristiques du beurre obtenu par ces deux méthodes.
3. Etudier les techniques traditionnelles d'extraction des huiles végétales (arachide, kobé, n'tongué...).
4. Etudier la fabrication artisanale du savon à partir des produits oléagineux (arachide, karité, pourghère...) ainsi que ses caractéristiques : couleur, dureté, solubilité, odeur etc.
5. Collecter les échantillons d'huile de coton, arachide, soja, karité et les sous-produits issus des huileries. Etudier leurs caractéristiques et utilisations.
6. Faire une étude régionale sur l'utilisation des sous-produits agricoles dans l'alimentation des animaux domestiques (bétail, volailles etc.).

## V. BIBLIOGRAPHIE

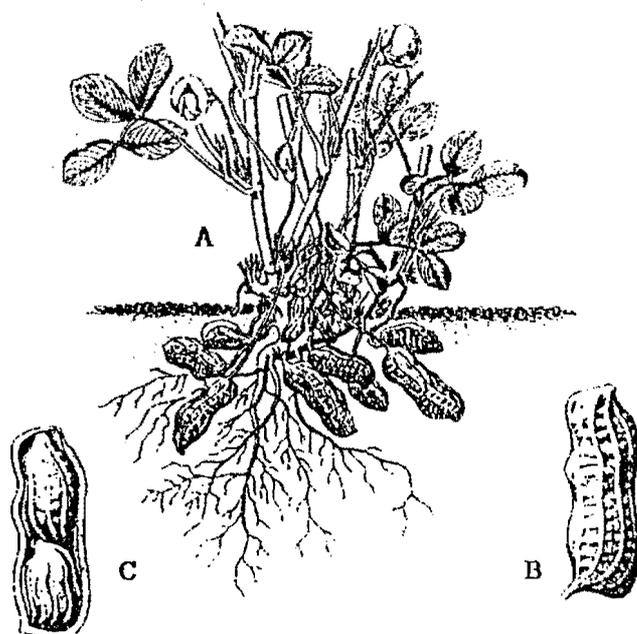
1. ADRIAN J. - Valeur alimentaire de l'Arachide et ses dérivés. G.P Maisonneuve et Larose, Paris, 1969.
2. Direction Nationale des Industries - Analyse de l'Industrie Malienne des Oléagineux - Perspective d'évolution 24e session CPDCET/Direction Nationale Industries, 1984.
3. Direction nationale du Génie Rural - Projet de Recensement des Technologies Traditionnelles au Mali - Dossiers techniques, 1984 et 1985 - D.M.A.
4. GILLIER P., et SILVESTRE S. - L'arachide - G.P. Maisonneuve et Larose - Paris, 1962.
5. Ministère de la Coopération française - Evaluation des filières Coton et Maïs au Mali - Ministère de la Coopération et développement Français - Paris, 1983.
6. PARRY G. - Le Cotonnier et ses produits - G.P. Maisonneuve et Larose - Paris 5e, 1982.
7. Projekt - Consult - Etude sur la disponibilité de karité au Mali.  
Frankfurt, 1983.
8. Ruysen B. - Le karité au Soudan - Agronomie tropicale, Volume XII - 1957.

**Tableau 10: Evolution de la production SEPOM**

ANNEES	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
<b>ARACHIDE</b>							
- Arachide coque achetée (tonne)	15.373	4.957	1.600	3.108	325	5.896	0
- Graines traitées (tonne)	10.761	3.469	1.120	2.176	181	4.098	0
- Huile brute (tonne)	4.515	1.479	480	897	75	1.665	0
- Rendement huile/coque (%)	29,3	29,8	30	28,8	23	28,4	-
- Tourteaux (tonne)	6.137	1.989	627	1.185	101	2.084	-
- Huile raffinée (tonne)	1.599	840	405	1.939	1.356	176	-
<b>COTON</b>							
- Graines traitées (tonne)	10.264	16.838	16.240	13.929	16.081	8.800	8.250
- Huile brute (tonne)	1.353	2.158	2.291	1.822	1.993	1.025	1.068
- Rendement (%)	13	12,8	14	13	12	11,6	13
- Tourteaux (tonne)	4.085	6.065	5.671	4.933	5.648	3.141	3.251
- Huile raffinée (tonne)	940	1.636	1.855	1.384	1.573	844	2.315
<b>KARITE</b>							
- Amandes traitées (tonne)	-	-	-	-	-	1.500	1.822
- Beurre brute (tonne)	-	-	-	-	-	522	561
- Rendement (%)						35	31
<b>ACHATS HUILES BRUTES</b>							
- Arachide (SEPAMA)				2.844	1.540		
- Coton (HUTCOMA)							530
Total graines triturées (tonne)	25.637	21.795	17.840	17.037	16.406	16.156	10.072
Total huile raffinée obtenue (tonne)	2.539	2.476	2.260	3.323	2.929	1.020	2.315
Total huile brute (tonne)	7.221	3.637	2.771	2.719	2.068	3.272	1.629
<b>Production de savon (tonne)</b>	<b>2.200</b>	<b>3.000</b>	<b>2.100</b>	<b>1.647</b>	<b>1.980</b>	<b>1.635</b>	<b>1.957</b>

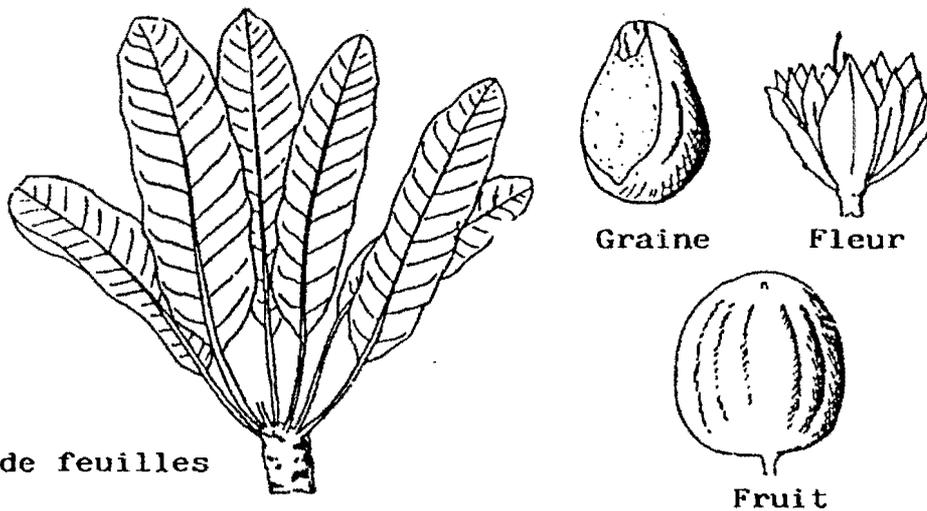
Tableau 11 - Evolution de la production HUICOMA  
(en tonnes)

	1981/82	1983/84	1984/85
Trituration de graines de coton	17.722	43.462	55.000
Production huile	3.077	7.636	9.225



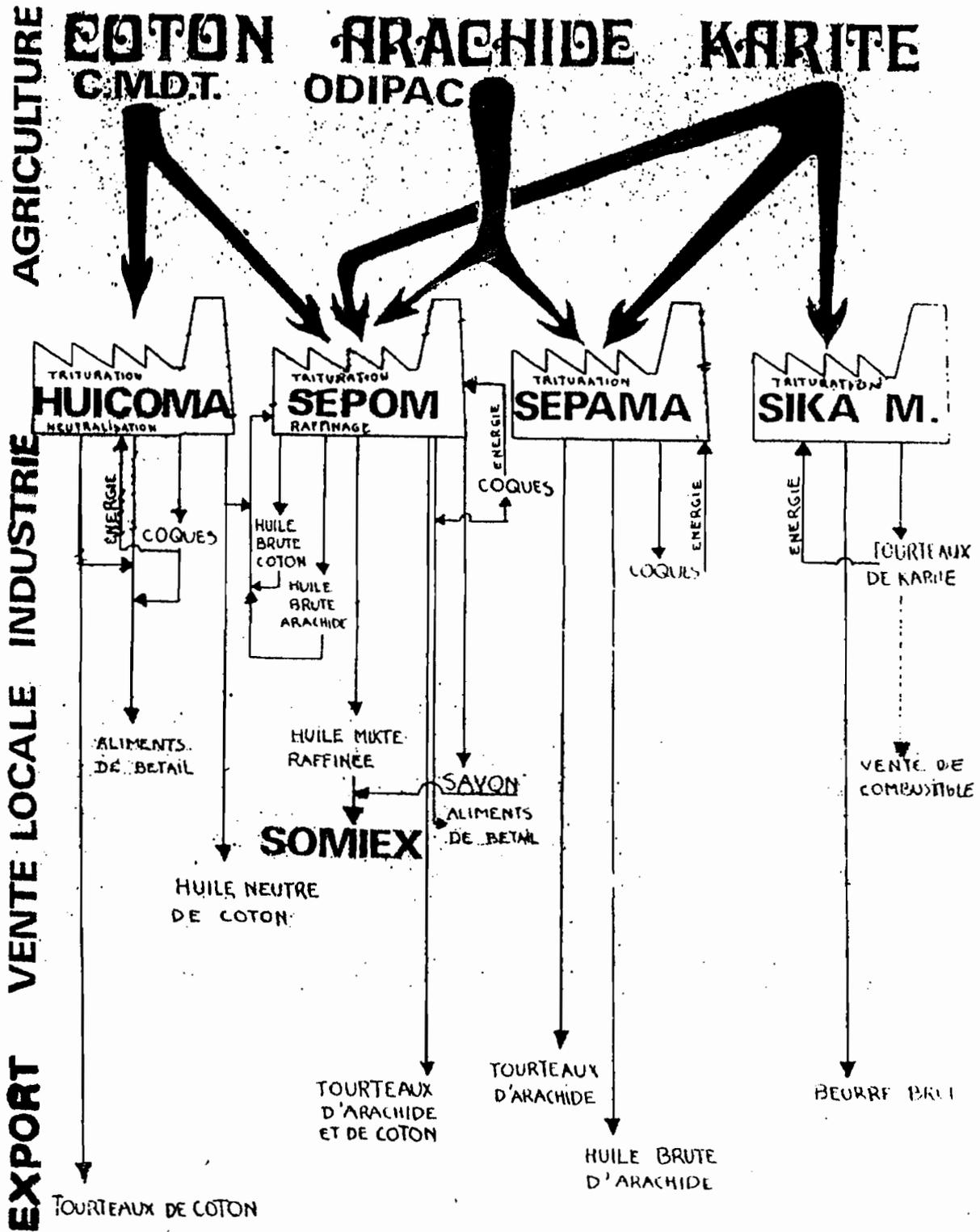
A- Port de la plante  
 B- Gousse  
 C- Coupe longitudinale de la gousse

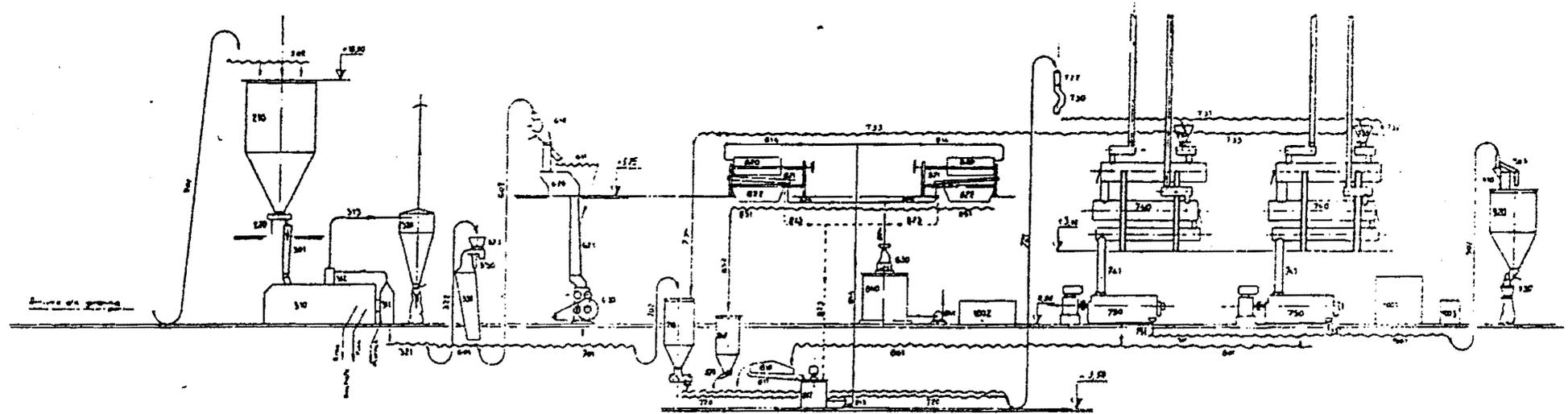
L'ARACHIDE



LE KARITE

FILIERE INDUSTRIELLE DES CORPS GRAS





ARRIVEE DE GRAINE

STOCKAGE DE SERVICE

NETTOYAGE ET PESAGE

BOYAGE

FILTRATION HUILE BRUTE

CONDITIONNEMENT ET PRESSION

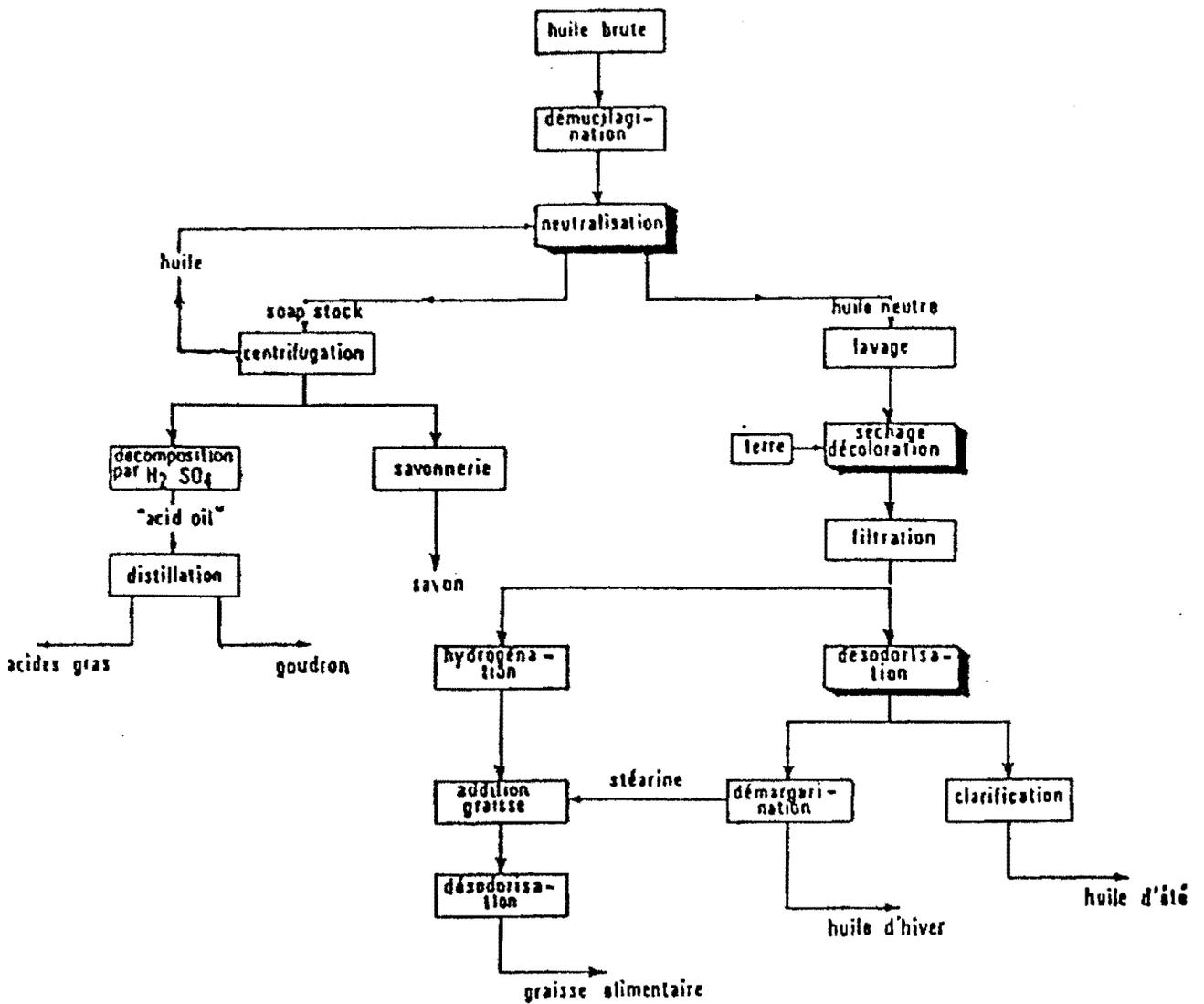
DEPART TOURTEAUX

- 210. Silo.
- 310. Nettoyeur.
- 311. Epirreur.
- 312. Aspirateur de poussière.
- 320. Cyclone avec ensacheur

- 330. Pesuse
- 610. Trieur magnétique.
- 620. Broyeur à marteaux.
- 630. Broyeur à cylindres.
- 710. Trémie régulatrice.
- 730. Trieur magnétique.
- 740. Conditionneur - cuiseur.

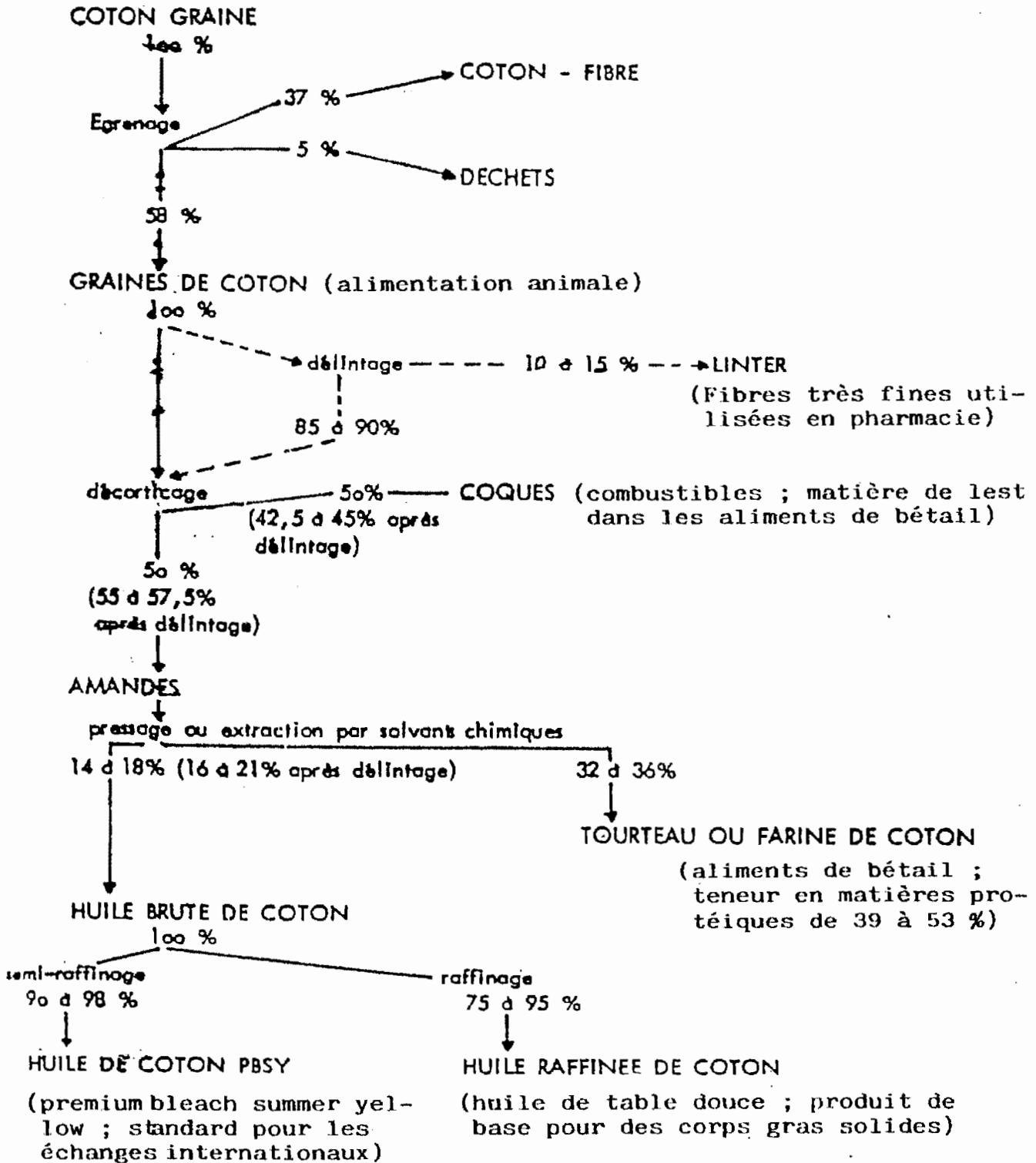
- 730. Presse continue
- 810. Séparateur huile et pieds
- 820. Filtre presse 20 chambres
- 830. Bascule à huile filtrée
- 860. Trémie à gâteaux
- 910. Broyeur à tourteaux.
- 930. Pesuse-ensacheuse à tourteaux

SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE HUILERIE

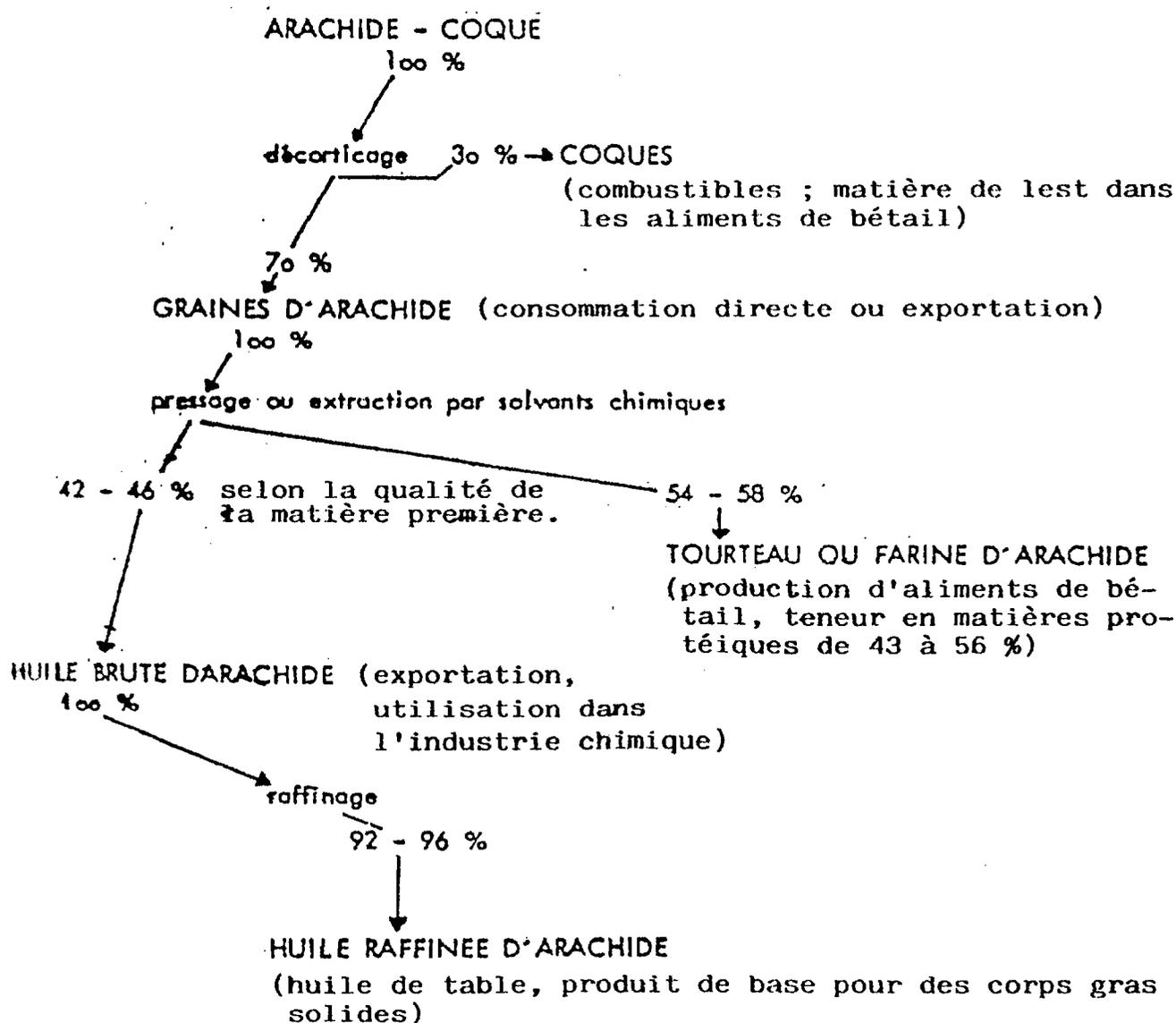


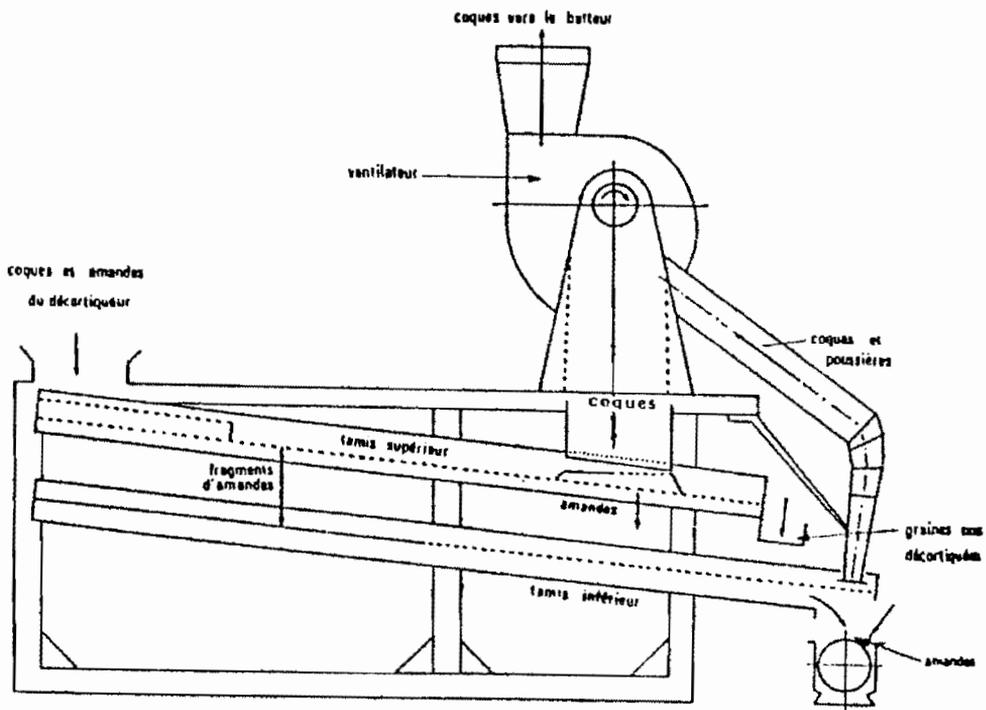
DIVERSES OPERATIONS DU RAFFINAGE DE L'HUILE

SCHEMA DE TRANSFORMATION DU COTON

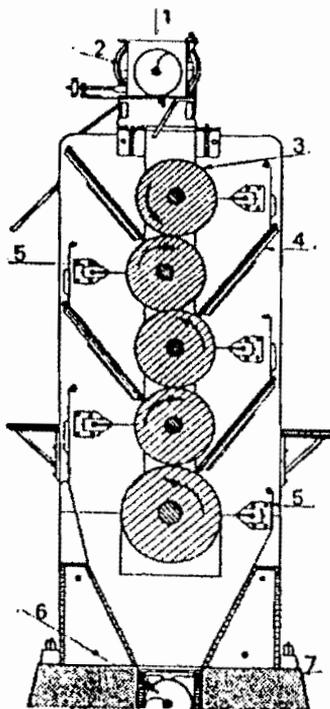


SCHEMA DE TRANSFORMATION DE L'ARACHIDE





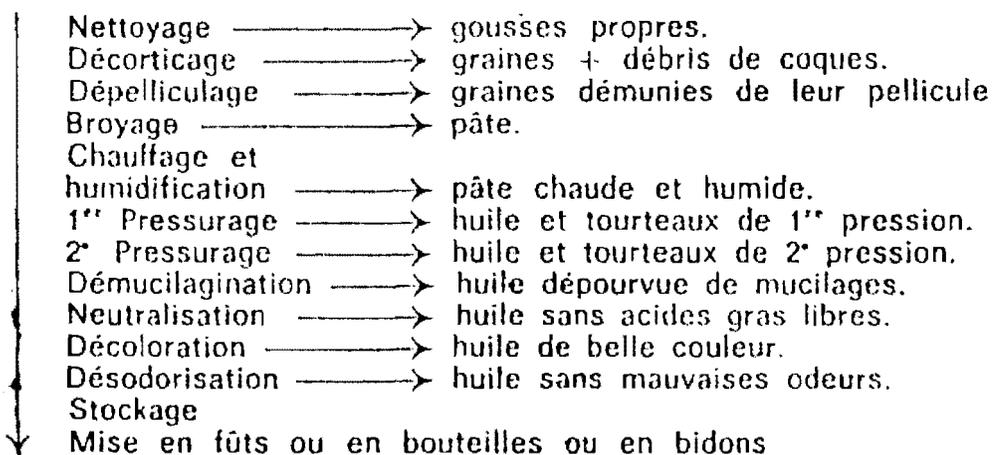
SCHEMA D'UN SEPARATEUR D'AMANDES ET DE COQUES



SCHEMA D'UN LAMINOIR A CYLINDRES : 1, amandes ; 2, alimenteur ; 3, cylindre ; 4, écran de reprise ; 5, racloir ; 6, vis d'Archimède ; 7, socle.

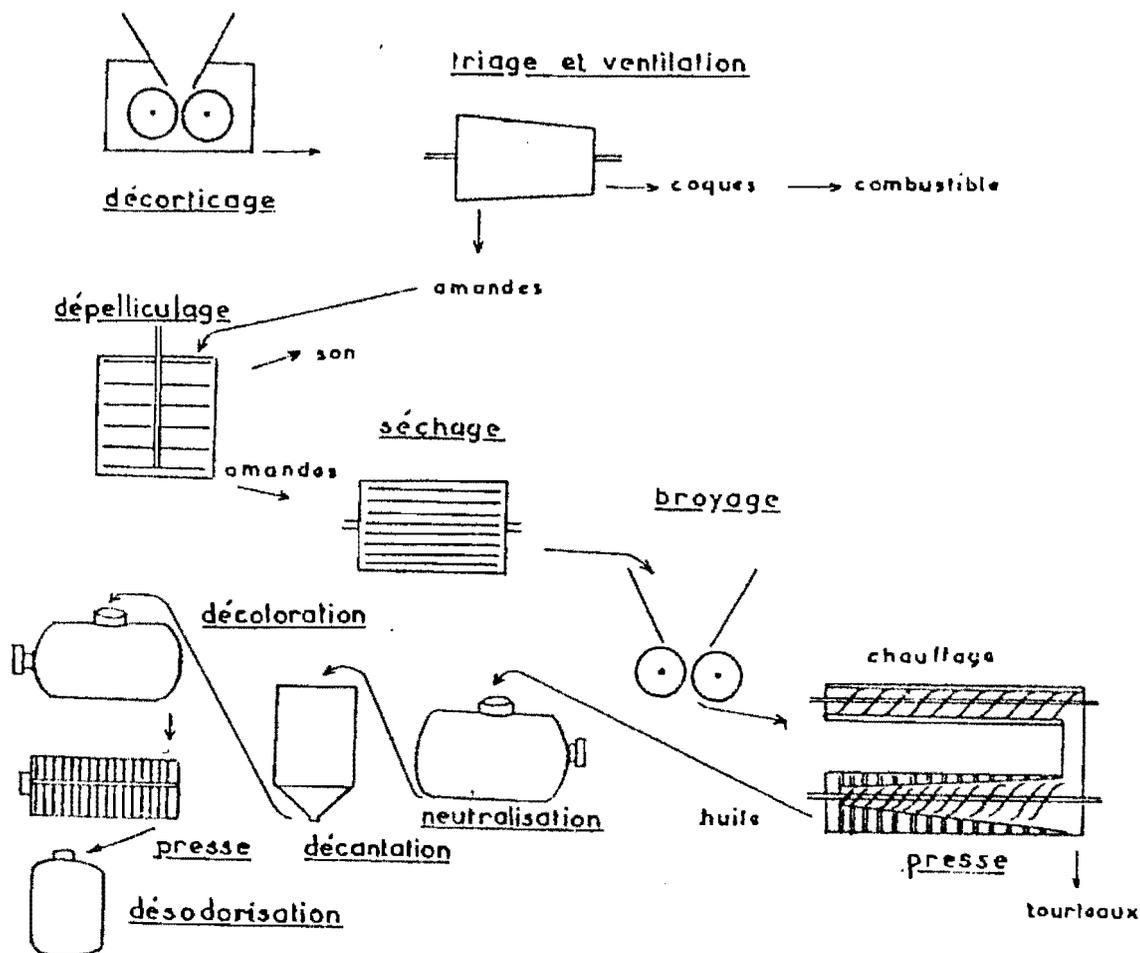
Suite des opérations pour l'extraction de l'huile

arachides en gousses

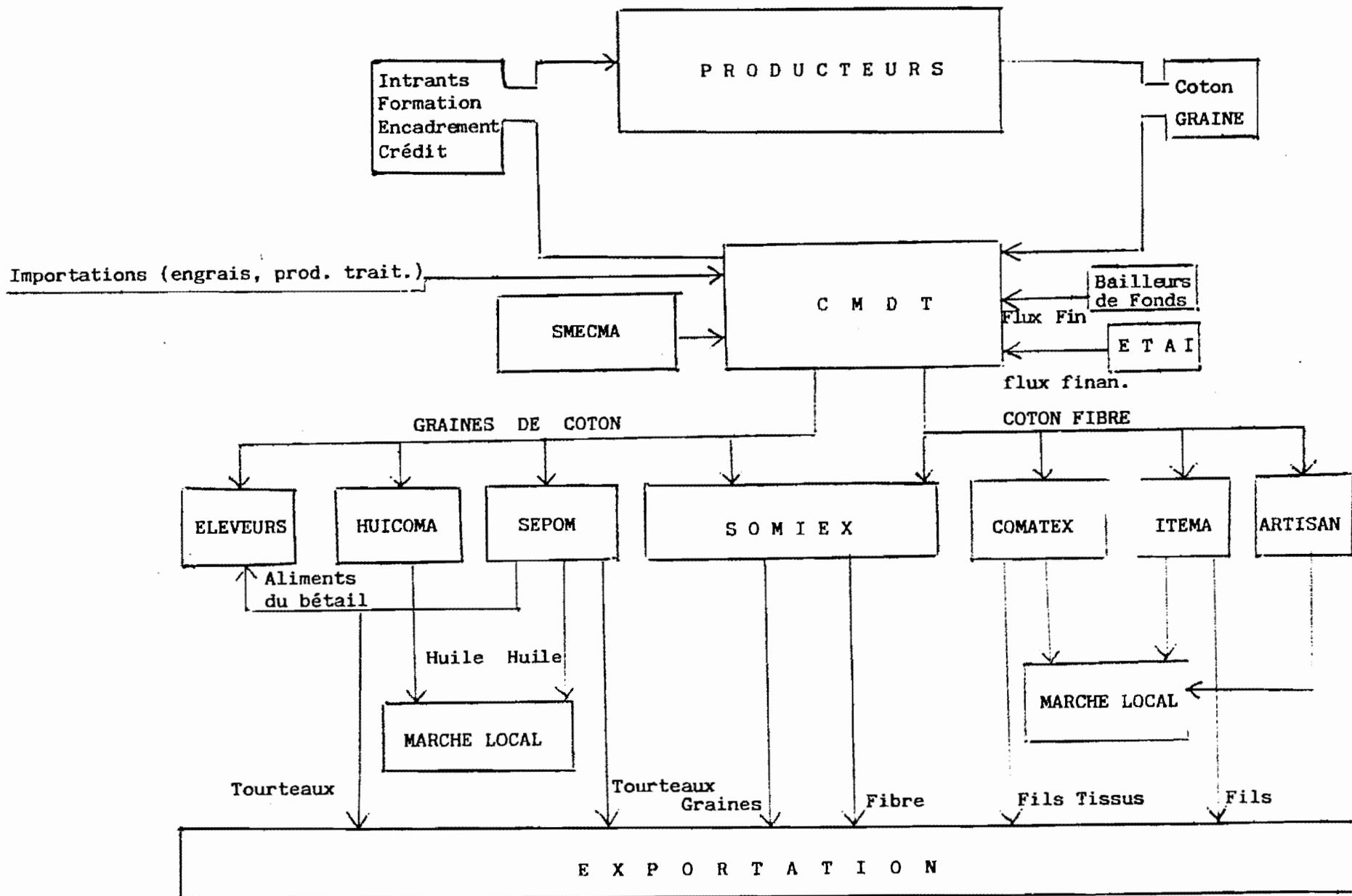


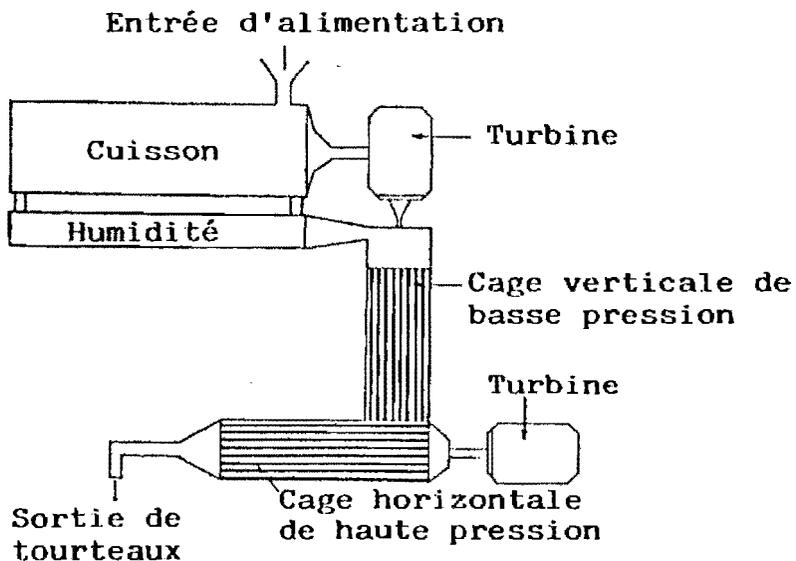
huile d'arachide

HUILERIE D'ARACHIDE

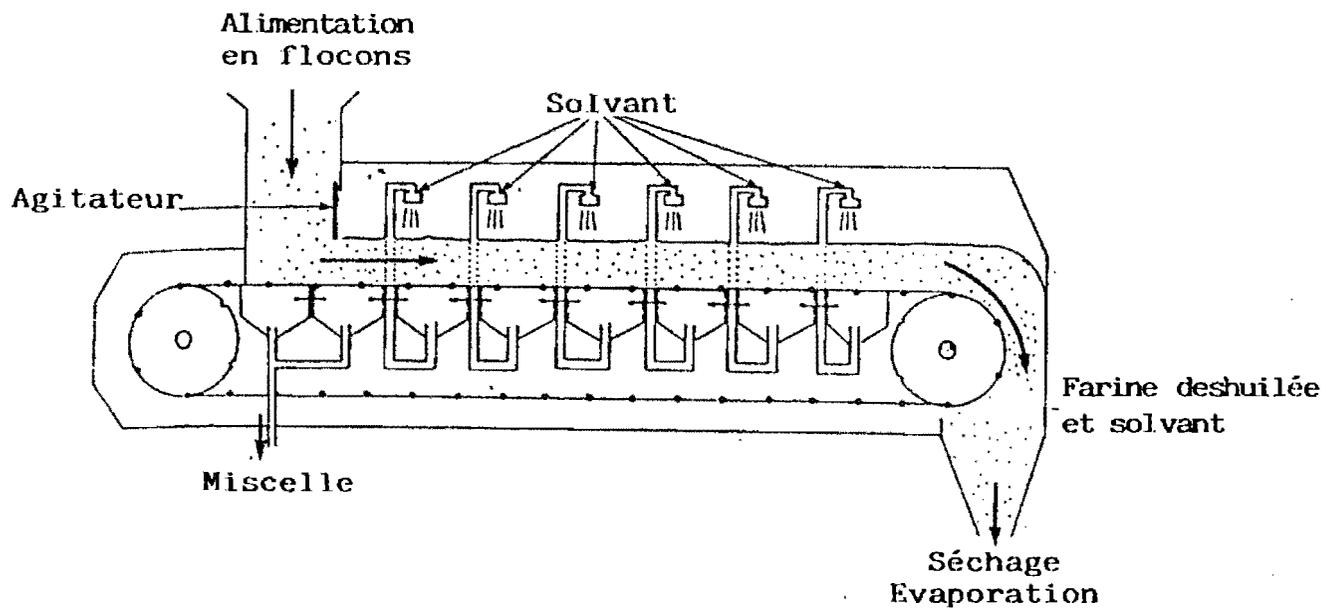


FLUX DE LA FILIERE COTON



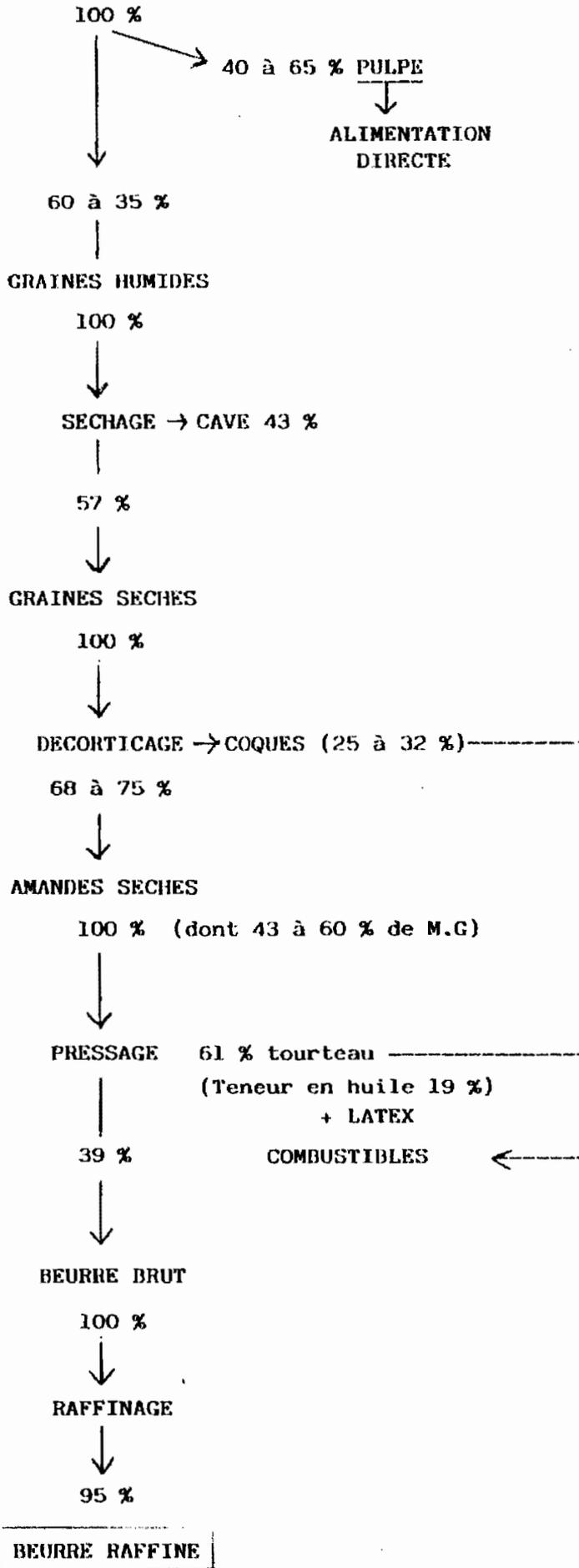


SCHEMA D'EXTRATION PAR PRESSION  
CONTINUE (Expeller)

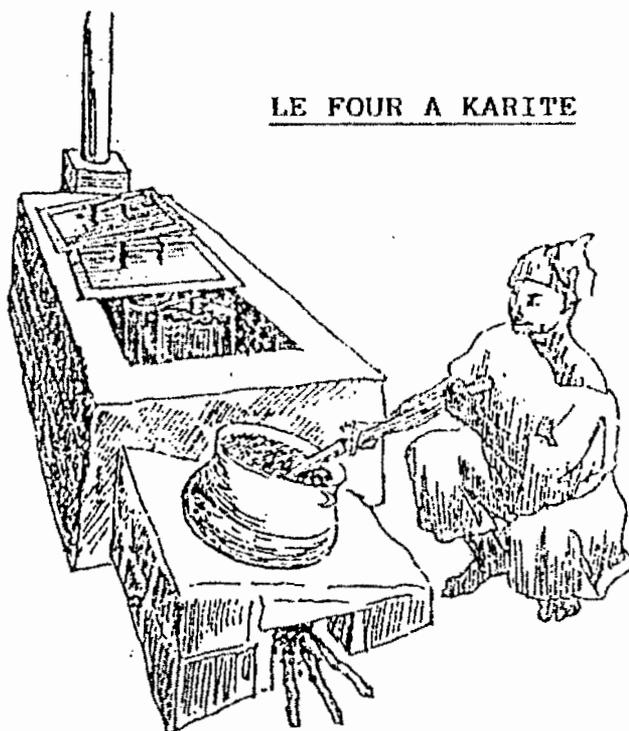
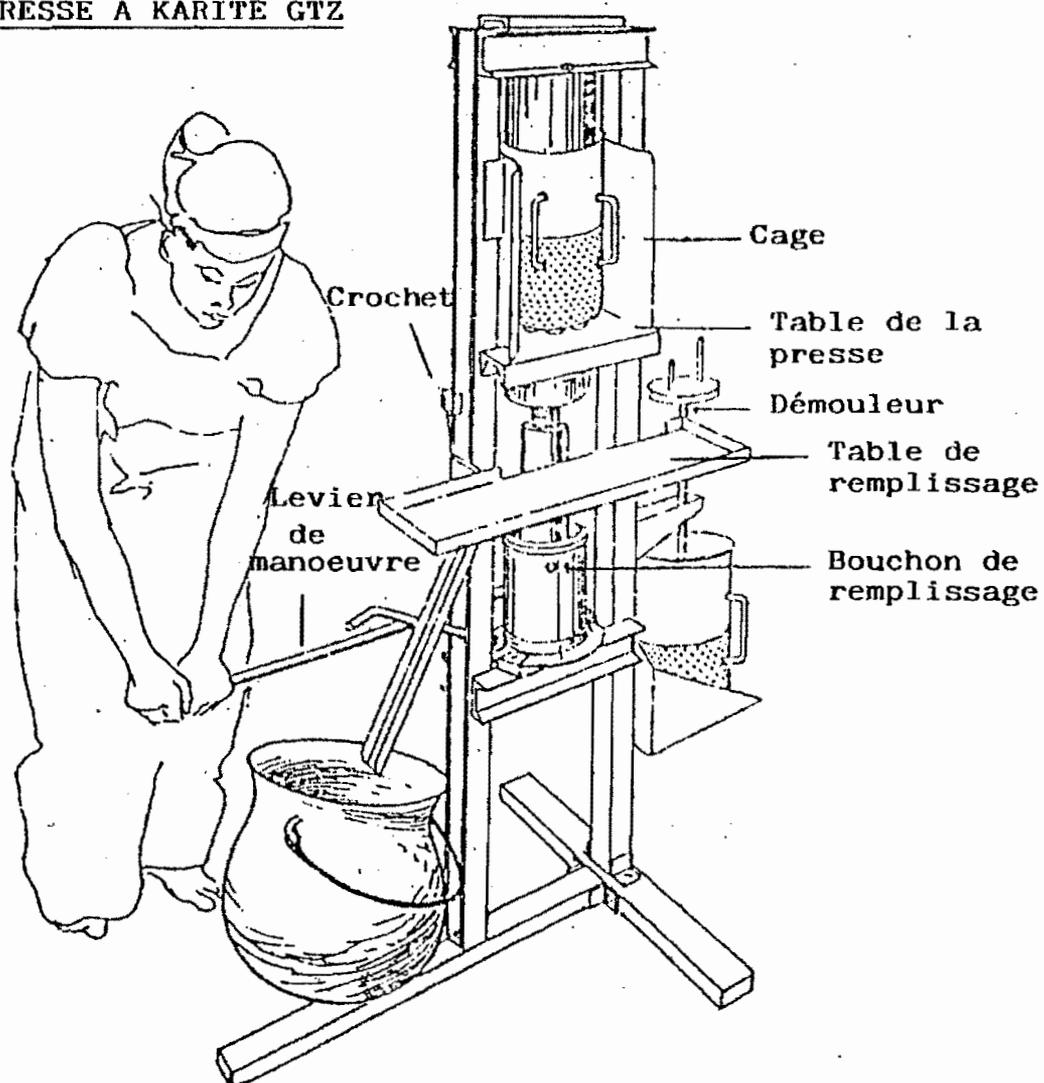


EXTRATION PAR SOLVANT - SYSTEME PAR PERCOLATION

NOIX DE KARITE FRAICHE



EXTRACTION DU BEURRE DE KARITE

LE FOUR A KARITELA PRESSE A KARITE GTZ

L'AFRICAINNE  
CRÈME DE BEAUTÉ

# Karitéa

L'AFRICAINNE  
CRÈME DE BEAUTÉ

# Karitéa

L'AFRICAINNE  
CRÈME DE BEAUTÉ

# Karitéa

Le Butyrospermum Parkii communément appelé Karité est connu depuis bien des siècles dans la zone sahélo-saharienne de l'Afrique pour ses éminentes qualités cosmétiques. Néréide, Cléopâtre et tant d'autres beautés légendaires auraient pu s'en servir.

La crème de beauté Karitéa à base de beurre de karité renferme sous une forme élaborée toutes les vertus du karité et répond à toutes les exigences de votre peau.

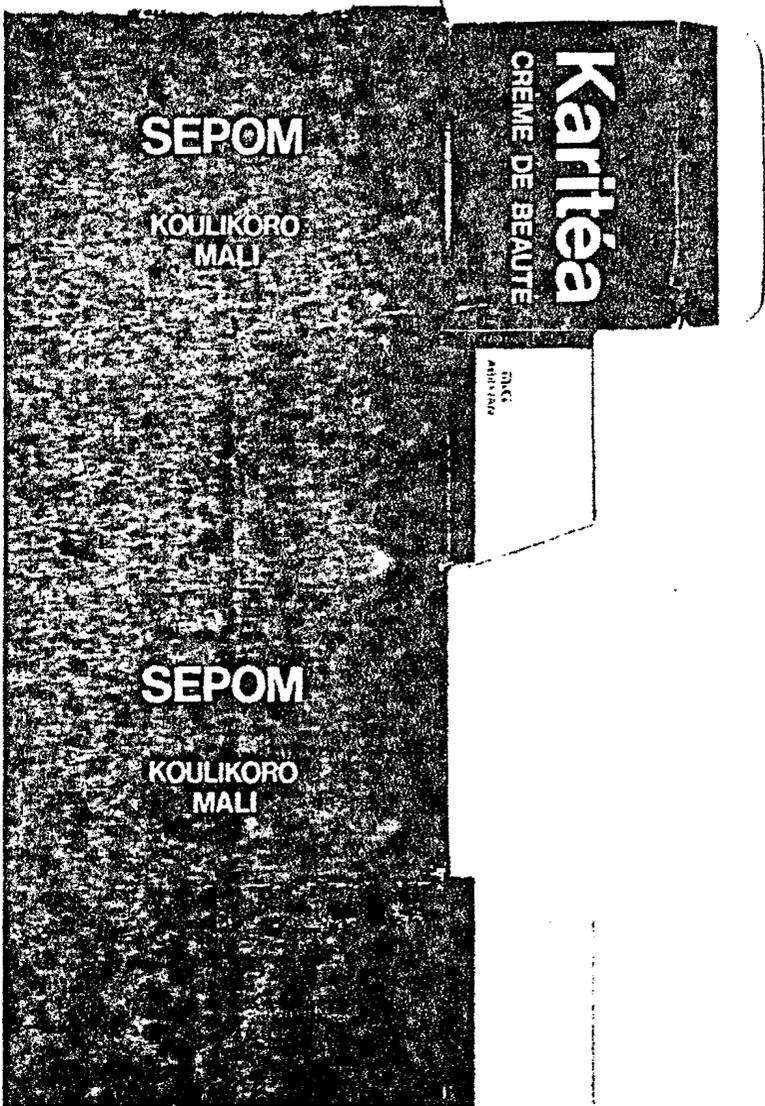
Cette crème avec ses huiles tonifie, adoucit et embellit votre peau. Réservez-vous un instant à utiliser Karitéa.

CRÈME DE BEAUTÉ  
**Karitéa**

CRÈME L'É BEAUTE "KARITEA"

BEST AVAILABLE COPY

- 134 -



## UNITE 6

### CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES FIBRES TEXTILES

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de donner les caractéristiques des fibres de coton et de dah ;
- de décrire le principe de l'égrenage du coton ;
- de schématiser le fonctionnement d'une usine de textile ;
- d'expliquer la technique d'extraction de fibres de dah.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Quelles sont les caractéristiques de la fibre de coton ?
2. Qu'est-ce que l'égrenage du coton ? Comment le fait-on ?
3. Pourquoi doit-on classer des fibres de coton ?
4. Qu'est-ce que l'industrie textile ?
5. Comment extrait-on les fibres de dah ?

#### III. DISCUSSIONS

##### 1. Quelles sont les caractéristiques de la fibre de coton ?

On cultive le cotonnier pour ses **graines** et ses **fibres**. La fibre représente à elle seule près de 85 % de la valeur marchande totale de la récolte. La fibre de coton a pour origine une ou plusieurs cellules épidermiques de l'ovule, sa constitution est unicellulaire. Le diamètre des fibres varie entre 0,012 et 0,025 mm et la longueur est comprise entre 15 et 40 mm.

La constitution principale de la fibre est la **cellulose** (90 %) ; elle contient également de protéines (1,6 %), de cires (1 %).

La coupe d'une fibre fait apparaître des couches cellulosiques suivantes :

- La membrane primaire ou gaine est une paroi cellulosique de 0,1 micron (1 micron =  $10^{-6}$  mm) recouverte de matières pectiques et de cire.
- La membrane secondaire comprenant :
  - \* une couche externe (0,1 micron) de structure spiralée
  - \* une couche secondaire formée de plusieurs couches cellulosiques concentriques.

Cette couche est de grande importance puisqu'elle formera plus de 90 % du poids total de la fibre pour une épaisseur de 4 microns. C'est de cette région centrale dont dépendront la plupart des qualités de la fibre (résistance de la fibre notamment).

## 2. Qu'est-ce que l'égrenage du coton ? Comment le fait-on ?

La récolte effectuée sur le champ de cotonniers se représente sous la forme d'une masse appelée **coton-graine**. Elle est composée de la graine, de la fibre et de duvet. Ces constituants sont séparés de la graine par égrenage pour la fibre et par délintage pour le duvet.

**L'égrenage** consiste à séparer la graine de la fibre, c'est une opération industrielle capitale puisque seule la fibre est utilisable en filature.

L'égrenage comprend non seulement la séparation fibre/graine, mais encore le conditionnement de la fibre destiné à rendre celle-ci commercialisable.

L'égrenage mécanique se fait, soit au moyen de rouleaux soit au moyen de scies.

**21. Egreneuse à rouleau :** le coton-graine est saisie par un jeu de rouleaux qui entraîne et tend les fibres, arrête les graines, qu'un couteau mobile sépare alors les unes des autres.

**22. Egreneuse à scies :** le coton graine est conduit par des goulottes à portée d'action de multiples scies circulaires qui agissent au ras des graines.

### **23. Usine d'égrenage**

L'égreneuse est la pièce principale de l'usine d'égrenage. Etudions la succession des opérations que l'on fait subir au coton-graine puis à la fibre :

- **Alimentation de l'usine :** le coton-graine est prélevé à l'extérieur de l'usine (remorque, camion, magasin) par aspiration pneumatique ; il tombe ensuite dans une trémie équipée d'un dispositif de réglage d'alimentation régulier aux machines.
- **Séchage :** lorsque le coton-graine est humide (plus de 10 % d'eau), l'égrenage devient difficile parce que les fibres forment des mèches compactes dans les scies et sont difficilement détachées apr les brosses.

Il est possible de sécher le coton-graine en usine :

- \* avec de l'air ambiant
- \* avec l'air chauffé par des brûleurs spéciaux.

Les séchoirs sont des enceintes closes dans lesquelles le coton-graine circule dans un courant d'air chaud.

- **Nettoyeur à cylindres :** le but est de nettoyer le coton-graine et de le rendre floconneux pour faciliter l'égrenage. Il est entraîné entre des cylindres et subit un battage qui élimine matière inertes et impuretés végétales.

- **Extracteur** : c'est une machine complétant le travail du nettoyeur (éliminer les grosses impuretés et les débris de capsule). Il s'agit d'un cylindre de grande diamètre couvert de dents qui saisit les valves de coton-graine, tandis que plusieurs petits cylindres dentés ou à brosses extirpent tiges, pailles, matières étrangères.
- **Distributeur** : c'est une sorte de vis sans fin qui transporte le coton pour le répartir dans le nettoyeur-alimenteur de chaque égreneuse.
- **Nettoyeur de fibre** : qui utilise soit un courant d'air pour effectuer le nettoyage par différence de gravité soit un cylindre garni de dents et tournant à grande vitesse, qui fonctionne d'après un principe de peignage de la fibre.
- **Condenseur - Humidificateur** : à la sortie des égreneuses ou des nettoyeurs, la fibre est transportée jusqu'au **condenseur**. C'est un grand tambour grillagé tournant lentement et sur lequel les fibres viennent s'appliquer extérieurement, l'air étant évacué avec ses impuretés par le centre de ce tambour. Le coton est recueilli en nappe et s'achemine vers une presse.

Dans les régions où l'état hygrométrique de l'air est bas, et où la fibre égrenée est très sèche (humidité inférieure à 6 - 7 %), on humidifie la nappe de fibre à l'aide d'un système de pulvérisation de l'eau. Cette opération a pour but de rendre plus aisée le pressage de la fibre.

#### 24. Conditionnement de la fibre

Une fois égrené, le coton est pressé et mis en balle. Ce premier pressage des balles est fait sous une pression relativement faible, ce qui a l'avantage de faire subir aux fibres un traitement moins rude.

La majorité des presses en usage est du type pivotant à double coffre qui permet de fonctionner continuellement : lorsqu'un coffre est en cours de remplissage, le second est soumis au pressage. Un piston hydraulique comprime la fibre dans le coffre pour lui donner la forme de la **balle**. Le poids des balles varie de 100 à 300 kg. La balle est ensuite habillée avec différentes matières : toiles de coton grossières doublées de film plastique ou toile du jute ; puis la balle est cerclée avec des cordages de feuillards ou du fil de fer à noeud. Enfin, on marque la balle à l'aide d'un pochoir son numéro d'ordre, son origine, son poids brut.

### 3. Pourquoi doit-on classer des fibres de coton ?

Le coton égrené rassemblé dans les magasins de l'acheteur fait alors l'objet d'un classement qui aura pour but de déterminer la valeur commerciale de chaque balle et de grouper les balles en lots homogènes.

La valeur commerciale du coton est déterminée par la longueur de la soie et par la classe du coton, laquelle dépend, elle-même, de plusieurs éléments :

- la couleur du coton doit être **blanche** ou uniformément et légèrement crèmeux (les teintes grisâtres, jaunâtres etc. abaissent la classe).
- l'aspect des fibres, plus ou moins brillantes ou soyeuses.
- la propreté du coton qui doit contenir le moins possible de corps étrangers (débris de cosses, feuilles).
- les défauts du coton (étoiles, boutons de coton mort).
- enfin les qualités d'usage et la résistance du coton.

Des qualités du coton sont actuellement déterminées selon des méthodes scientifiques et avec des appareils de haute précision.

La longueur des soies s'exprime traditionnellement en **pouce** (ou inch = 25,4 mm) et 1/8, 1/16 ou 1/32 de pouce.

Après classement, le coton reçoit son conditionnement définitif : il est soumis à une seconde compression beaucoup plus forte que la première pour réduire son encombrement, le coton est alors emballé dans une toile de jute et cerclé de feuillets.

#### 4. Qu'est-ce que l'industrie textile ?

La transformation de la matière première comprend, généralement le passage par quatre stades successifs : la filature - le tissage - la manutention - la transformation.

L'ensemble constitue l'industrie textile ou cotonnière.

**41. La filature** : le premier stade du cycle normal de transformation du coton, se subdivise en 2 étapes :

- La préparation et la filature proprement dite ou **filage**.

\* L'ouvraison : a pour but de rendre aux fibres de coton l'individualité et la souplesse qui permettront de les filer.

\* Le mélange : a pour but d'assurer l'homogénéité des lots de fibres qui sont soumises au filage.

\* Le battage : les batteurs secouent les masses de coton pour achever l'ouvraison et faire tomber les impuretés.

##### \* **La filature**

Le coton passe entre 2 rouleaux qui en forment une nappe (ou nappe de batteur) laquelle s'enroule sur une tringle pour former un rouleau de batteur. Les rouleaux sont placés à l'arrière des **cardes** (constituées par un gros cylindre mobile et un chapeau garnis de pointes métalliques). Le passage du coton entre le cylindre et le chapeau le soumet à un **brossage** énergique qui achève de séparer les fibres et d'éliminer les impuretés. A la sortie de la cardes : le coton représente sous forme d'un voile de cardes, que le passage par une goulotte transforme en un ruban de cardes. Celui-ci est soumis à l'action des batteries d'étirage (ou étireuses) pour amincir le ruban.

A la sortie de l'étirage, le ruban passe par les bancs à broche ; il y est soumis à un nouvel étirage entre plusieurs jeux de rouleaux puis enroulé sur un tube en bois porté par une broche. On appelle **mèche** le coton ainsi roulé sur les broches.

Le dernier stade de la filature est la transformation de la mèche en **fil** à l'aide du **métier à filer** (ou le contenu à filer). A la sortie de cet étirage, le fil doit avoir atteint son diamètre définitif. Avant de quitter la filature, le fil peut encore subir un certain nombre d'opérations :

- \* **mercerisage** : c'est-à-dire trempage dans une solution de soude afin d'accroître la résistance et le brillant ;
- \* **gazage** : pour brûler les menues peluches dépassant le corps du fil ;
- \* **retordage** : afin d'obtenir un fil retors d'une épaisseur double ;
- \* enfin conditionnement par **bobinage**.

## 42. Le tissage

Le tissage est effectué à l'aide de **métiers à tisser** : on distingue des métiers automatiques et métiers ordinaires ; on classe aussi les métiers d'après la largeur (ou laize) des tissus qu'ils peuvent produire, allant de 1,20 m à 2,40 m (parfois jusqu'à 5 m).

**43. L'industrie de la maille** : le technique repose sur la formation par une série d'aiguilles, de rangées successives de boucles ou mailles passées les unes dans les autres (technique du tricot). La maille est utilisée à la fabrication des tulles, dentelles, broderies etc.

## 44. La manutention

Les techniques de finition comprennent notamment :

- **Blanchiment** : les pièces sont séjournées dans les étuves contenant les produits chimiques nécessaires au blanchiment.

- **Teinture** : peut se faire en boyau par passage à la continue dans des bacs à teinture (ou jiggers).

- **Impression** : peut se faire soit au cadre soit au rouleau sur une machine à imprimer :

\* Le cadre gravé reçoit la couleur dans ses parties creuses, appliqué sur le tissu, il la déposera en reproduisant le dessin.

\* L'impression au rouleau : une machine à imprimer comprend un dispositif de déroulement du tissu lequel passe entre un rouleau imprimeur, ce dernier est revêtu d'une feuille de cuivre gravée de dessin à imprimer.

**45. Transformation** : les fabricants - transformateurs préfèrent acheter les tissus écrus et les faire transformer eux-mêmes. Les techniques propres sont de l'ordre artistique (dessins, coloris, contexture ou armure des tissus).

## **5. Comment extrait-on les fibres de dah ?**

Rappelons que le kénaf (*Hibiscus cannabinus*, famille des Malvacées) est connu sous le nom vernaculaire bambara de **dah**. Il est cultivé pour la production artisanal de fibres de sacherie.

## **51. La composition chimique des fibres est la suivante :**

- Cellulose brute : 70 - 75 %
- Matières incuistrantes (lignine, pectine ) : 20 %
- Matières minérales (cendres) : 1 - 1,5 %.

L'extraction des fibres textiles à partir des tiges de dah se fait habituellement par rouissage biologique dans l'eau.

**52. Le rouissage** a pour objet de séparer et d'isoler les faisceaux de fibres textiles contenus dans l'écorce des tiges et unis entre eux par une sorte de "gomme".

Il consiste principalement en une immersion complète dans l'eau des tiges qui exige certaines conditions favorables pour le développement des micro-organismes responsables de la décomposition des substances chimiques anastomosant les faisceaux de fibres (lignine et pectine).

Ces conditions concernent aussi bien la forme et l'état de la matière première que les aménagements des lieux de rouissage (ou les routoirs) et que l'abondance et les qualités physiques de l'eau.

#### **Technique traditionnelle de rouissage**

- \* **Mise en rouissage** : les bottes de tiges (de 20 à 25 cm de diamètre) sont immergées horizontalement sous 10 cm d'eau au moins (dans le marigot par exemple).
- \* **Surveillance et durée du rouissage** : le rouissage est arrêté au moment où, le long de la tige, le filasse se détache facilement du bois sous la forme de longues lanières. La durée du rouissage peut varier d'une à 4 semaines.
- \* **Défibrage - Lavage** : le nettoyage de la fibre rouie doit s'effectuer en eau courante. Les tiges sont déboisées une par une, en dégageant les fibres en les tirant du bas des tiges vers le sommet. Les fibres sont alors lavées et rincées puis essorées.
- \* **Séchage** : le séchage de la fibre est effectué à l'ombre et sur des cordes ou des perches.
- \* **Finition de la fibre** : on frappe les fibres contre une barre de bois fixée horizontalement. On frictionne ensuite les fibres entre les deux mains pour les assouplir.
- \* **Le conditionnement** : au Mali, on se contente d'un classement des fibres en 3 catégories selon la longueur, la blancheur, la propreté et la résistance.

Les fibres triées sont réunies en torches de même poids (2,5 kg environ). Chaque torche est liée puis légèrement tordue et pliée par le milieu.

La mise en balle est faite au moyen de presse hydraulique (poids de 180 kg - dimensions 50 x 120 cm). A défaut de presses convenables, on peut utiliser une sorte de moule en bois, et dans lequel on met 50 kg de fibre en manques, le pressage se faisant par foulage aux pieds. Les ballots sont liés avec des cordes faites avec des brins de dah.

### **53. Utilisation du dah**

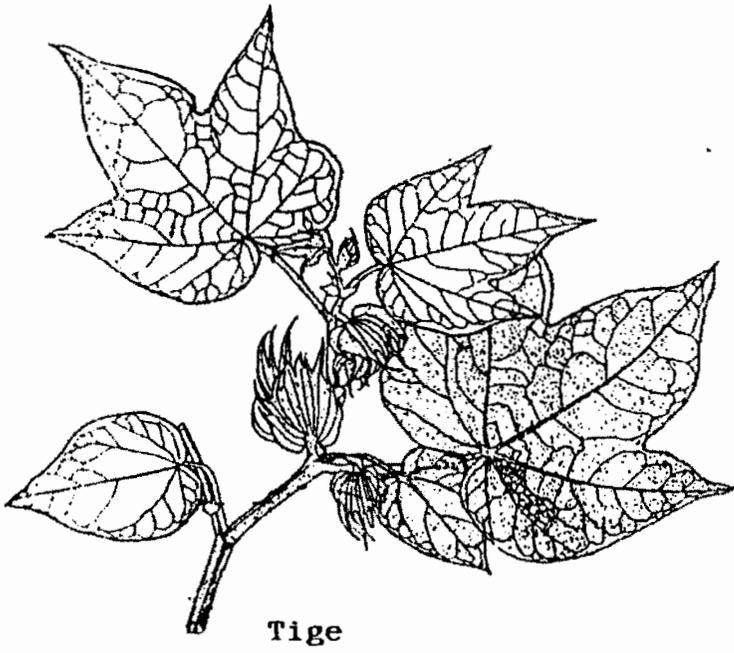
- Fabrication de toiles à sacs pour l'emballage industriel.
  
- Les fils sont utilisés en corderie, ficellerie, pour la fabrication de tapis etc.
  
- Sous-produit : les graines utilisées comme semences ou par extraction donnant une huile comestible.

## **IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES**

1. Collectionner des échantillons de coton-graine et étudier leurs caractéristiques botaniques et technologiques.
  
2. Visiter une usine d'égrenage de coton et étudier le fonctionnement d'une égreneuse de coton.
  
3. Visiter une usine de filature ou de textile (Exemple : COMATEX, ITEMA).
  
4. Visiter un laboratoire de recherche des fibres textiles (Ex : IRCT).
  
5. Etudier des techniques traditionnelles d'extraction des fibres de dah, leurs caractéristiques et usages.
  
6. Collectionner des échantillons de fibres naturelles (kapok, sisal, rônier...). Etudier leurs caractéristiques et leurs usages dans la région.
  
7. Etudier les techniques de teinture traditionnelle (Ex : Woloman, bologan, gala...).
  
8. Visiter un tisserand installé dans la région et étudier les techniques de tissage traditionnel.

## V. BIBLIOGRAPHIE

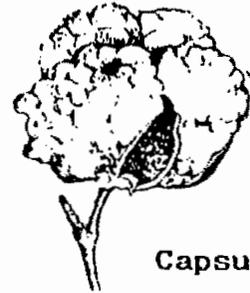
1. DAVID J. - Le coton et l'industrie cotonnière -  
Que sais-je ? Presses Universitaires de France - 1971
2. IRCT - La culture pluviale des Hibiscus textiles et la  
production artisanale des fibres de sacherie au  
Mali - IRCT/IER, 1973.
3. Ministère de la Coopération Française - Evaluation des  
filières Coton et Maïs au Mali - Paris, 1983.
4. Ministère des finances et du Commerce - Etude de poten-  
tiel à l'exportation - N° 6 : Les textiles. Centre  
Malien du Commerce Extérieur - 1980.
5. PARRY G. - Le Cotonnier et ses produits - G.P. Maison-  
neuve et Larose - Paris 5e - 1982.



Tige

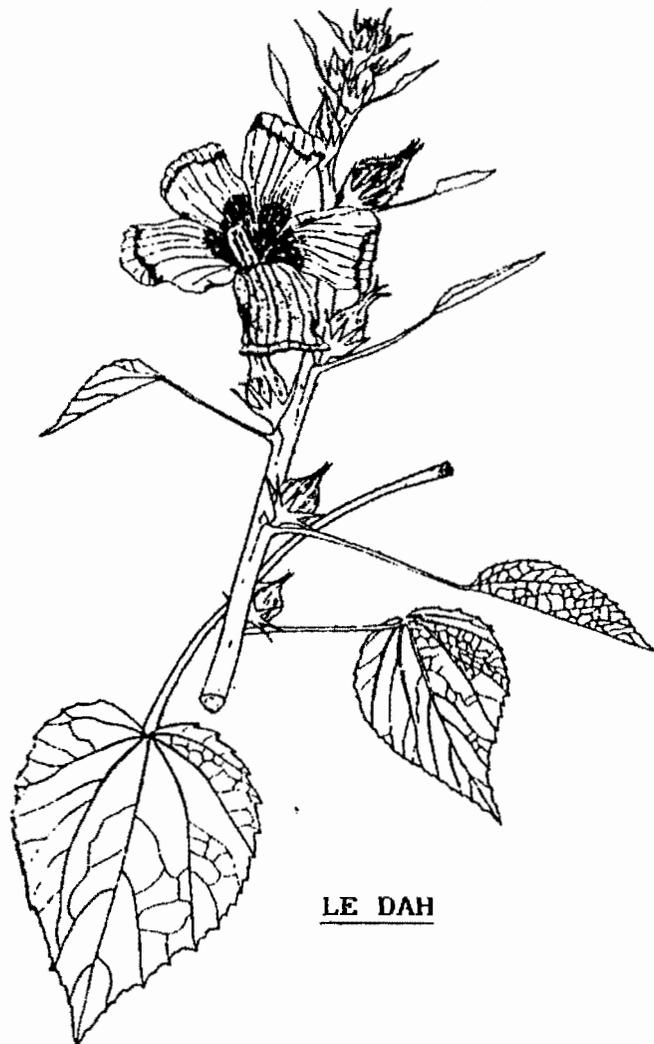


Capsule verte



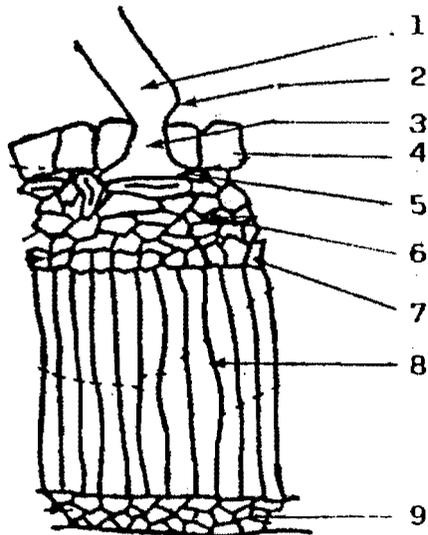
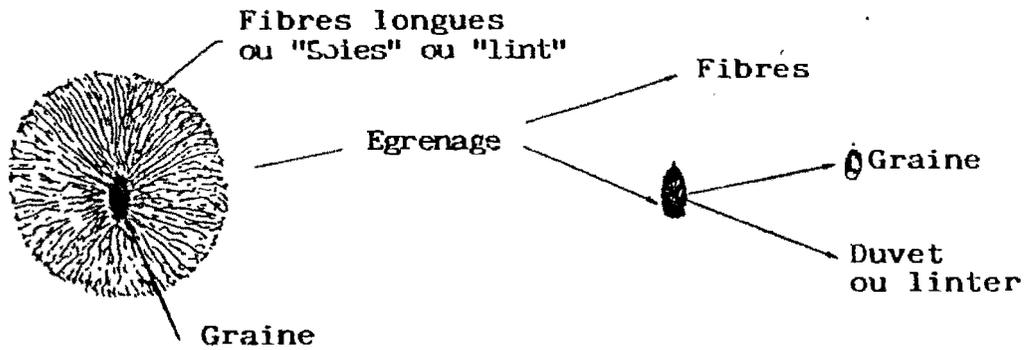
Capsule mûre

LE COTONNIER

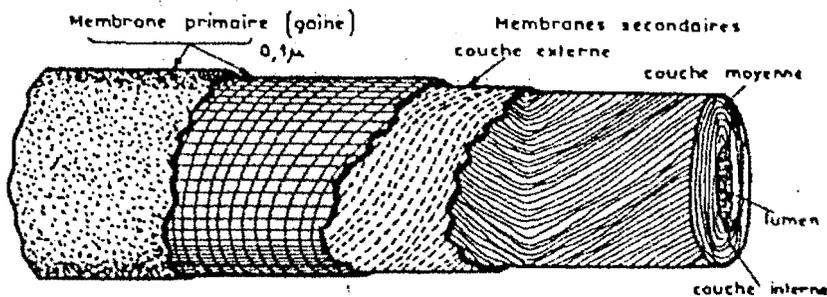


LE DAH

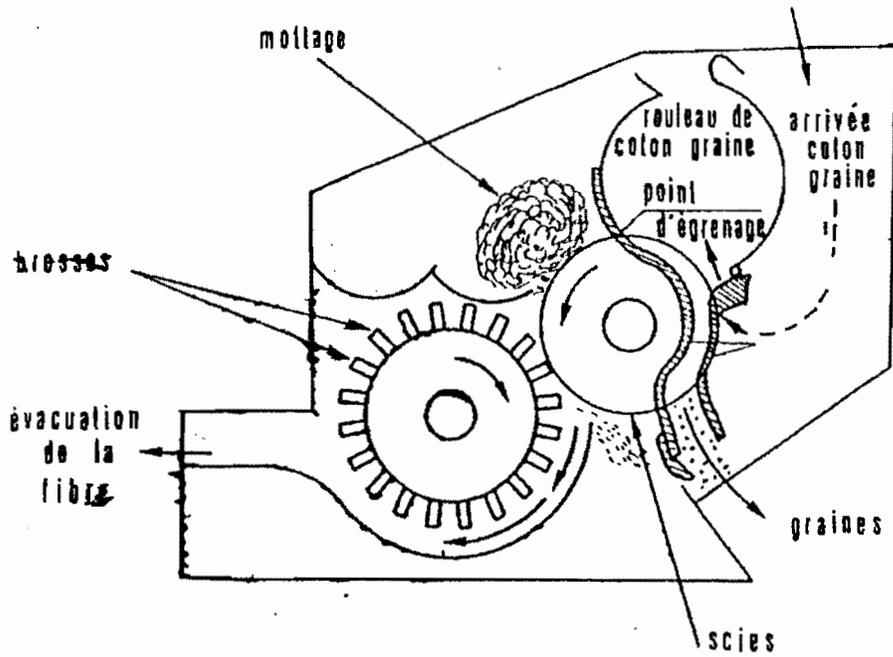
## USINAGE DU COTON-GRAINE



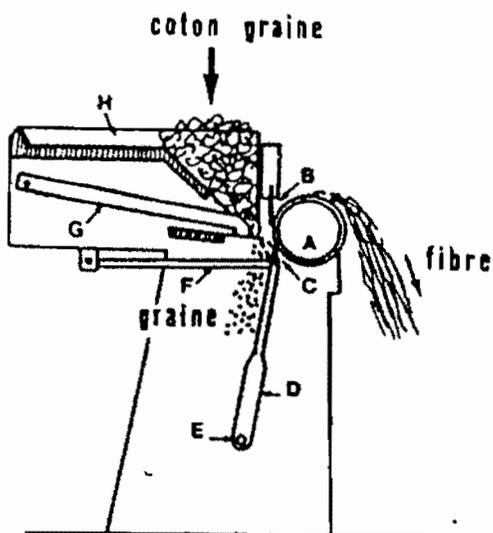
COUPE TRANSVERSALE DU TEGUMENT DE LA GRAINE AU NIVEAU D'UNE FIBRE :  
 1, fibre ; 2, coude ; 3, partie basale ; 4, épiderme ; 5 pied ; 6, couche pigmentée externe ; 7, assise incolore ; 8, tissu palisadique ; 9, couche pigmentée interne.



COUPE LONGITUDINALE D'UNE FIBRE DE COTON



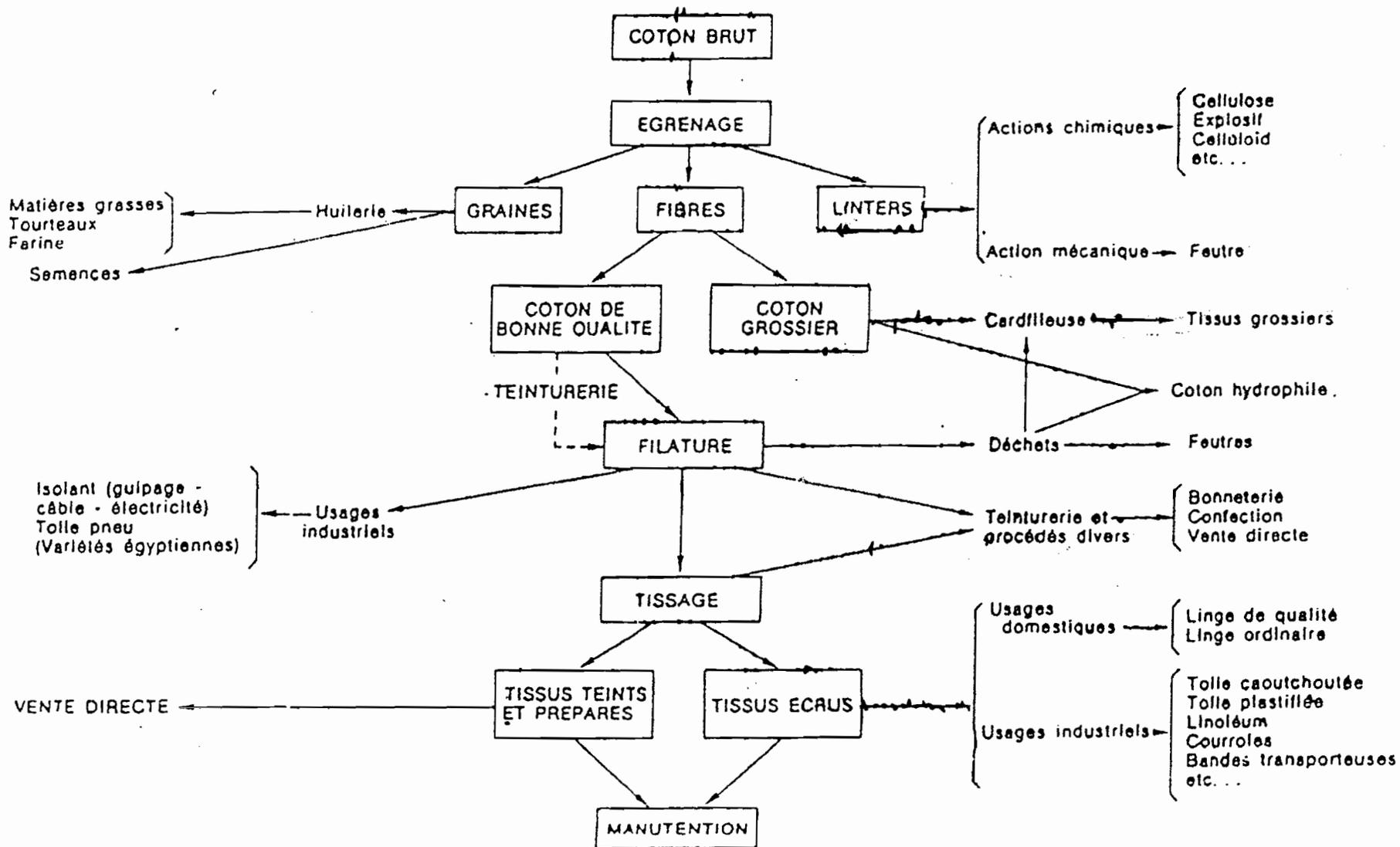
EGRENEUSE A SCIES



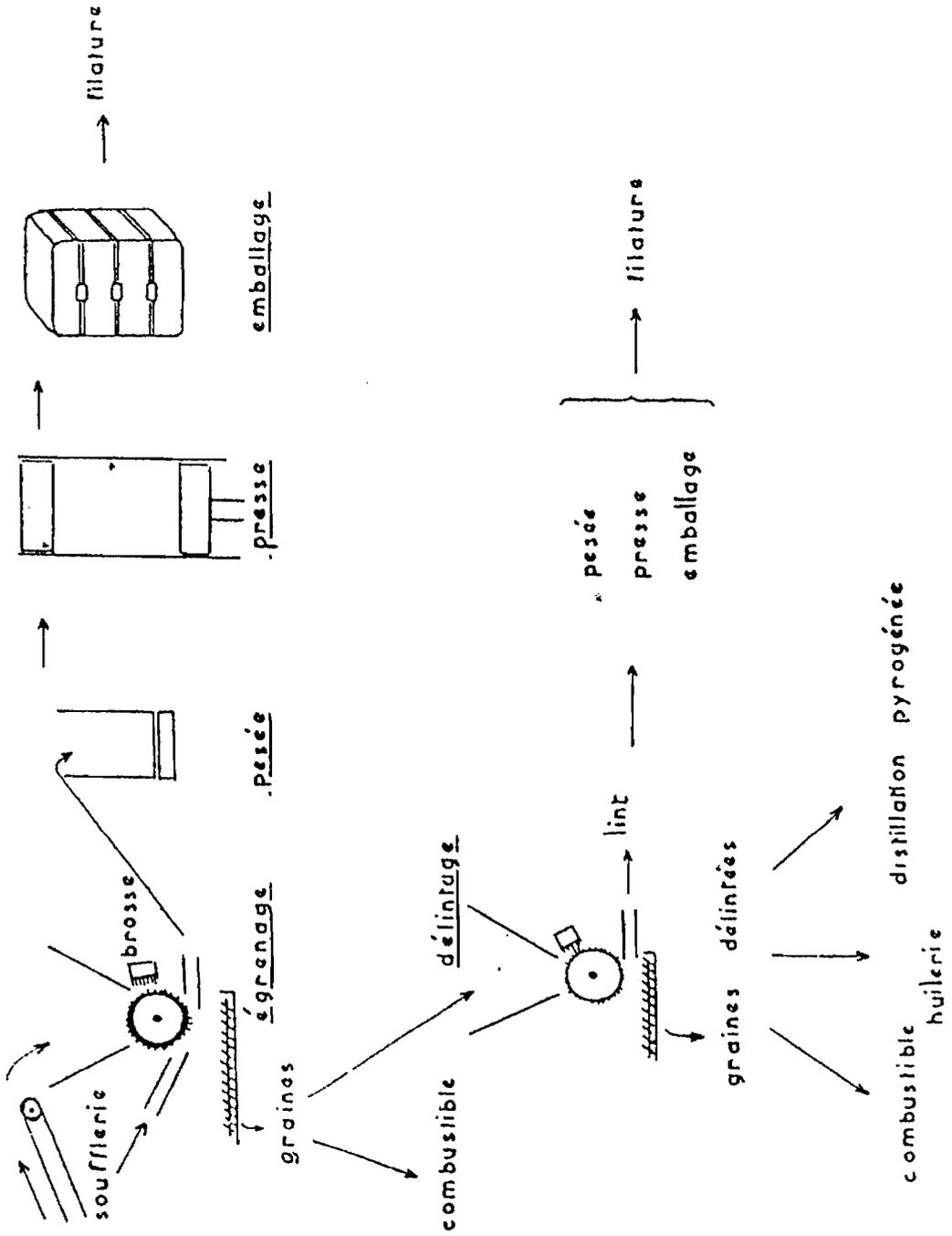
- A : rouleau
- B : couteau fixe
- C : couteau mobile
- D : Bielle
- E : arbre vilebrequin
- F : tige de guidage du couteau mobile
- G : barre d'alimentation
- H : Trémie d'alimentation

EGRENEUSE A ROULEAU

## RESUME DES TRANSFORMATIONS DU COTON-GRAINE



- 148 -



USINAGE DU COTON

DIFFERENTS MODES DE PREPARATION DES FIBRES D'HIBISCUS

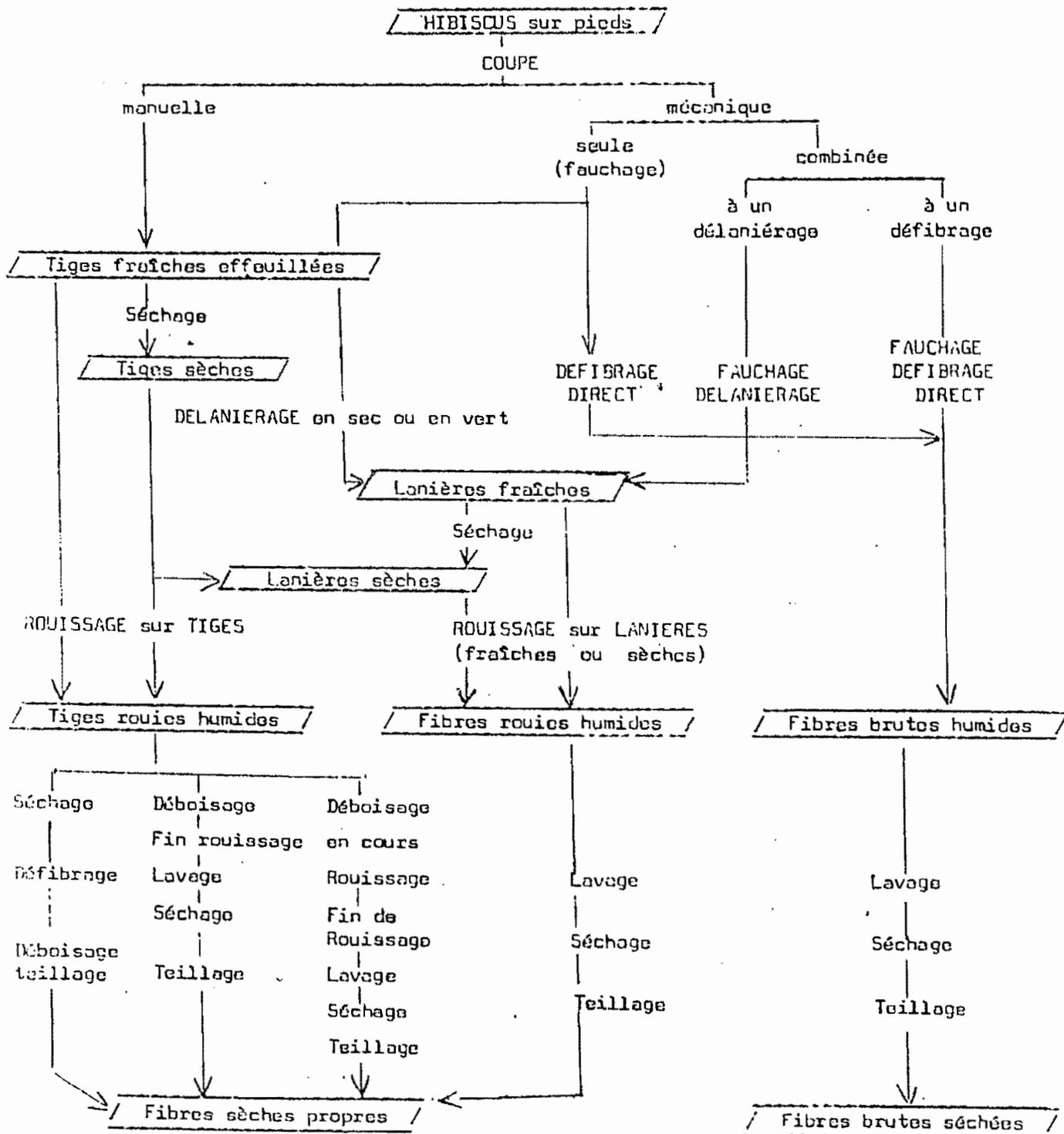


Tableau 12 :

PRODUCTION DES HIBISCUS TEXTILES EN AFRIQUE TROPICALE (Tonnes de fibres)

Année	Centrafr. (1)	C.-d'Ivoire (2)	Bénin (3)	Mali (4)	Ghana (5)	Nigeria (5)	Cameroun (6)	Mozambique (7)	Soudan (8)
	Roselle	Kénaf	Roselle	Roselle	Roselle	Roselle	Roselle	Kénaf	Kénaf
1965	97	5			100	100		2.422	
1969	576	312	1.800	119	0			3.566	
1970	404	340	2.500	212	100	100		Arrêt	
1974	803	636	200	1.130	100	500	25		
1975	300	Arrêt	100	1.425	200	200	62		
1976	199		Arrêt	1.296	100	100	100		420
1977	Arrêt			1.096	100	100	?		741
1978				1.935	100	100	63		950
1979				2.076	100	100	?		1.200
1980				1.648	100	100	?		?
<i>Capacité (tonnes de fibres) de production des usines</i>									
	800	6.000	2.600	3.000	7.000	20.000	9.000		9.000

## Sources

(1) Ministère de l'Agriculture -- Bangui

(2) Ministère de l'Agriculture -- Abidjan

(3) Sofitex<sup>s</sup> -- Cotonou

(4) CMDT -- Bamako

(5) Estimation F.A.O.

(6) Marchés Tropicaux

(7) F.A.O. -- Maputo

(8) Ministère de l'Industrie -- Khartoum

## UNITE 7

### CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES PRODUITS SACCHARIFIERES

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

- A la fin de cette unité, l'élève sera capable :
- de donner les principaux types de sucres de canne ;
  - de schématiser la fabrication du sucre de canne ;
  - de caractériser les sous-produits de la canne et leurs utilisations.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Quel type de sucre faut-il fabriquer ?
2. Quel est le principe de la fabrication du sucre de canne ?
3. Comment une sucrerie de canne fonctionne-t-elle ?
4. Quels sont les sous-produits de la canne à sucre et leurs utilisations ?

#### III. DISCUSSIONS

##### 1. Quel type de sucre faut-il fabriquer ?

La canne à sucre a la composition moyenne suivante :

- Ligneux (fibres)	14 %	}	Jus 86 %
- Eau	70 %		
- Saccharose	14 %		
- Impuretés solubles	2 %		

On peut obtenir, à partir de la canne à sucre, des produits très différents, tant par leur aspect que par leur valeur nutritive. Les trois principaux types de sucre sont :

- **le sucre complet** : en sucre brut, qui est essentiellement le jus de la canne évaporée jusqu'à cristallisation sous forme de pains de couleur marron foncée, difficiles à casser.
- **le sucre roux** : il est obtenu par des installations plus perfectionnées (sucreries modernes avec évaporation sous vide), mais il contient encore quelques impuretés (sels minéraux et matières organiques) qui lui donnent sa coloration rousse.
- **le sucre blanc** : obtenu par raffinage du précédent et qui est du saccharose pratiquement pur.

### **Aspects nutritionnels**

Le sucre blanc raffiné ne présente pratiquement aucun intérêt alimentaire, en dehors d'un aspect de **calories**, puisqu'il est constitué de saccharose pur, mais il présente de nombreux inconvénients pour la santé humaine : provoque des carences en vitamines, prédispose au diabète et aux maladies cardio-vasculaires, provoque des caries dentaires.

Le sucre complet est riche en sels minéraux (fer, phosphore, potassium, magnésium) et en vitamines. Le sucre roux a une composition intermédiaire entre celle du sucre complet et celle du sucre blanc.

### **2. Quel est le principe de la fabrication du sucre de canne ?**

La fabrication consiste à séparer la saccharose extraite de la canne en éliminant tout le reste :

- **le ligneux** : on passe la canne dans des moulins qui extraient le jus par pression. La fibre restante s'appelle le **bagasse**.
- **des impuretés** : on s'attache à éliminer les impuretés physiques entraînées avec le jus sous les moulins par tamisage, réchauffage, décantation.
- **l'eau** : par évaporation, à un certain degré de concentration, les cristaux se formeraient.



## Description des opérations

**31. Préparation :** les cannes arrivant des champs sont déversées dans le **conducteur** de cannes alimentant les moulins. Elles passent sous une **coupe-cannes** qui les coupe en morceaux et transforme en une couche uniforme, puis un **broyeur** à marteaux (shredder) qui met la canne en charpie.

**32. Extraction :** les cannes passent dans des **moulins** qui les écrasent. On obtient ainsi le jus et la bagasse (résidu fibreux).

Un moulin est un ensemble de 3 cylindres creusés de rainures circulaires et disposés en triangle, un supérieur et deux inférieurs. La masse de cannes préparée est écrasée au passage entre le cylindre supérieur et le cylindre inférieur d'entrée puis elle est à nouveau écrasée par le cylindre supérieur et le cylindre inférieur de sortie. La canne écrasée est reprise successivement par une batterie de moulins (5 ou 6).

**33. Clarification :** le jus contient d'impuretés que l'on élimine par tamisage, par chauffage léger et par chaulage.

Le jus traverse un séparateur de vapeur puis au **clarificateur** (récipient divisé en plusieurs étages). Le jus clair est soutiré à la partie supérieure des compartiments tandis que les boues s'accumulent au fond.

Le jus clair va ensuite à l'évaporation et les boues sont renvoyées au **filtre** (sorte de tambour rotatif à double paroi dont la paroi extérieure est finement perforée).

Les boues collées sur le tambour sont lavées et séchées, constituent une excellente fumure.

**34. Cristallisation :** le sirop est transformé en une masse pâteuse qui contient des cristaux de sucre et un liquide visqueux appelé liqueur-mère.

La cristallisation (ou cuite) s'effectue dans un appareil à cuire et sous vide.

**35. Malaxage** : la masse cuite est malaxée dans les malaxeurs à circulation d'eau, les cristaux y continuent à se nourrir aux dépens de la liqueur-mère.

**36. Centrifuge ou turbinage** : les cristaux de sucre et le sirop d'égout sont ensuite séparés dans une centrifugeuse. On obtient du sucre de premier jet après "clairçage" dans la turbine.

**37. Reprise des sirops d'égout** : ces sirops sont concentrés à nouveau, malaxés puis turbiné à nouveau. On obtient du "sucre de 2e jet" et des égouts.

**38. Reprise des égouts** : les égouts sont concentrés, puis turbinés à nouveau. On obtient du "sucre de 3e jet" et de la "mélasse". Le 3e jet est réempâté ou refondu pour être introduit en 1er jet.

**39. Séchage** : tous les sucres cristallisés sont séchés séparément dans les sècheurs-refroidisseurs.

**310. Emballage** : les sucres cristallisés sont emballés dans des sacs ; ils peuvent être consommés sous cette forme dans les pays producteurs. Mais ils peuvent être envoyés dans les usines qui, à la suite d'une série d'opération de **raffinage**, transforme le sucre cristallisé en **sucre raffiné** vendu sous forme de morceaux ou de pain de sucre, en granulés et semoule.

#### **4. Quels sont les sous-produits de la canne à sucre et leurs utilisations ?**

Le sucre et les divers sous-produits de sa fabrication en sucrerie peuvent être utilisés tels quels ou servir de matières premières à des industries nouvelles.

#### **41. Sucrochimie**

La composition chimique du sucre (C,H,O) en font une matière première se prêtant à de nombreuses réactions, donc de multiples utilisations possibles.

Les principales substances dérivées : l'acide lactique, l'acide citrique (fabrication des résines), la glycérine (fabrication des explosifs), les esters de saccharose et d'acides gras (fabrication des savons et détergents).

#### **42. Bagasse**

- Utilisation comme combustible (chaudière de la sucrerie).
- Produits fibreux : pâtes à papier, carton ondulé, panneaux à fibres ou agglomérés.
- Amendement du sol et engrais : mulching, compost.
- Alimentation du bétail.

#### **43. Boues de filtration**

- Cires et corps gras
- Engrais.

#### **44. Mélasses**

- Utilisation directe : engrais, alimentation du bétail.
- Industrie de distillation : rhum, alcool éthylique, vinaigre, acide acétique.

#### **45. Sous-produits divers**

- Fabrication de protéines avec le jus de canne.
- Utilisation des vinasses (résidu de distillation du vin obtenu à partir des mélasses) : engrais, alimentation du bétail.
- Utilisation des feuilles avec sommets des tiges ou bouts blancs en alimentation du bétail.

#### IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Collectionner des échantillons de sucres fabriqués artisanalement (s'il existe) et de sucres industriels. Comparer leurs caractéristiques (couleur, raffinage, goût...).
2. Visiter une sucrerie de canne (Ex : Dougabougou). Observer les différentes phases de transformation à partir de la canne à sucre.
3. Collectionner les sous-produits de la canne à sucre. Etudier leurs caractéristiques et leurs utilisations en agriculture et en élevage de la région (aliments de bétail, amendement, alcool etc.).

#### V. BIBLIOGRAPHIE

1. CEAO - Projet de programme de Coopération Industrielle entre les Etats membres de la CÉAO - Direction Développement Industriel, 1983.
2. FAUCONNIER R. et BASSEREAU D. - La canne à sucre - G.P. Maisonneuve et Larose - Paris, 1970.
3. Ministère de la Coopération Française - Mémento de l'agronome - Paris 1980.

# ORGANISATION DES COMPLEXE SUCRIERS

(OFFICE DU NIRER)

Chef du Bassin Sucrier

Chef complexe sucrier

Chef complexe sucrier

Dougabougou

Séribala

Divisions

Travaux et  
Aménagement

Production  
Agricole

Production  
Industrielle

Administrative  
et Financière

Sections

Unité

Ateliers

Sections

- Travaux
- Mécanique
- Transport

Production

- Entretien
- Pressurage
- Energie
- Fabrication
- Distillerie

- Administrative
- Comptable
- Approvisionnement
- Centre d'Accueil

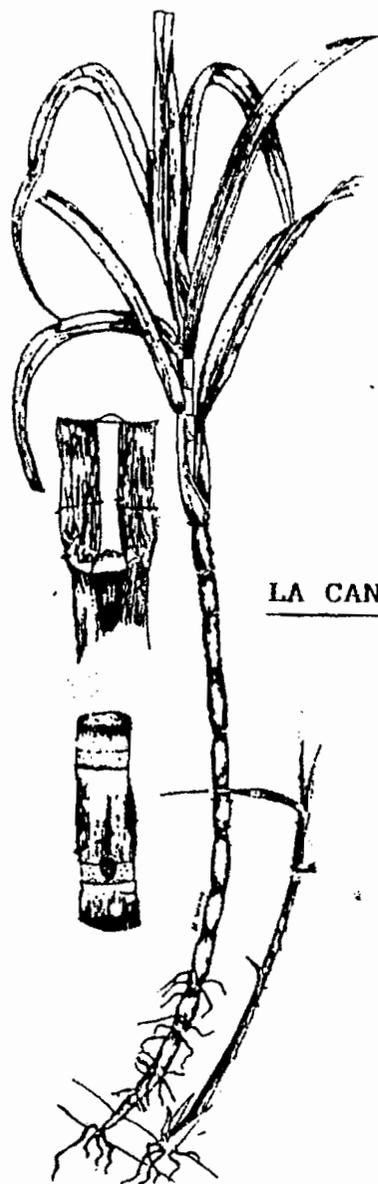
Tableau 13 : Quelques caractéristiques des complexes sucriers

1) Activité Agricole

	Dougabougou	Séribala
* Superficie totale (ha)	870 ha -226 ha vierges -432 ha de rejets  -212 ha reconduites	1.680 ha -1.011 ha de rejets - 669 ha de reconduites
* Coupe pour usinage (ha)	769 ha	1.550
* Coupe pour bouture (ha)	101 ha	130
* Rendement moyen (t/ha)	52 t	108
* Production pour usinage (t)	40.000	70.000
* Saccharose (%)	11,80	11,80
* Fibre (%)	13,5	13,5

2) Activité Industrielle

	Dougabougou	Séribala
Broyage (tonnes)	38.800	90.000
Sucre ensaché (tonnes)	3,290	6.850
Rendement (%)	8,5	7,6
Mélasses (tonnes)	1,358	3.150
Alcool (litres)	429.000	996.000
Durée de la campagne (jours)	100	150



LA CANNE A SUCRE

TECHNOLOGIE DE LA CANNE

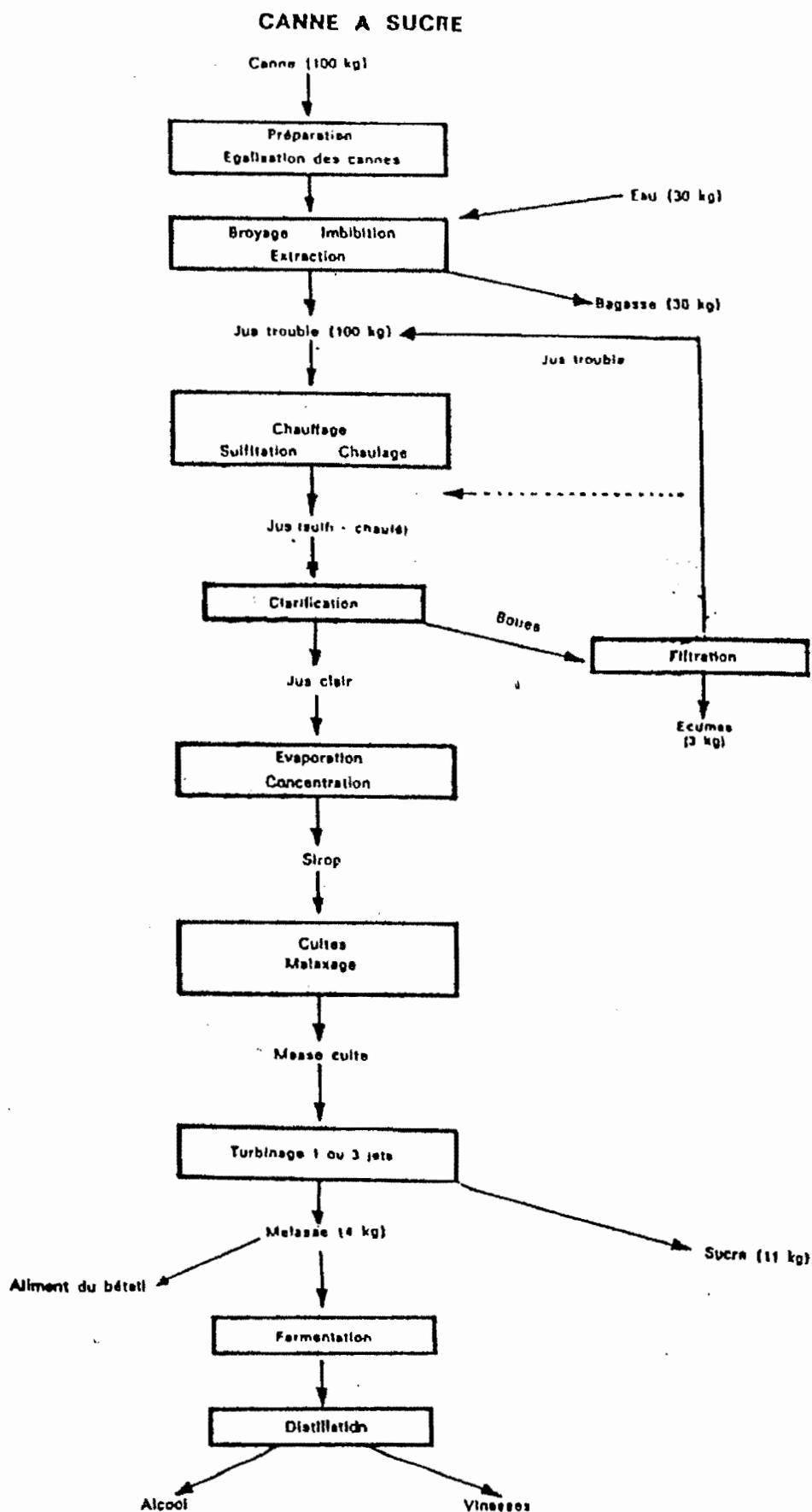


Canne 100

Ligneux ou Bagasse 50 à 30

Jus ou Vesou  
50 à 70

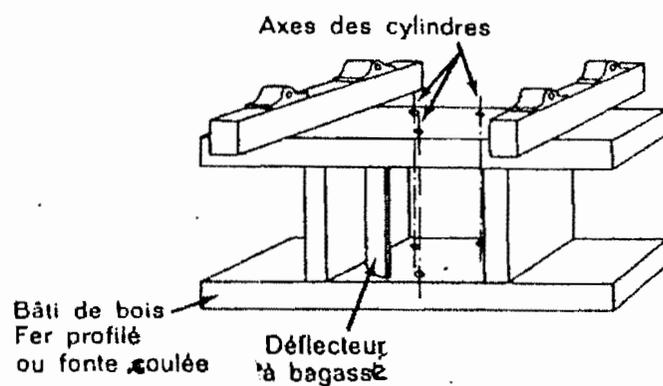
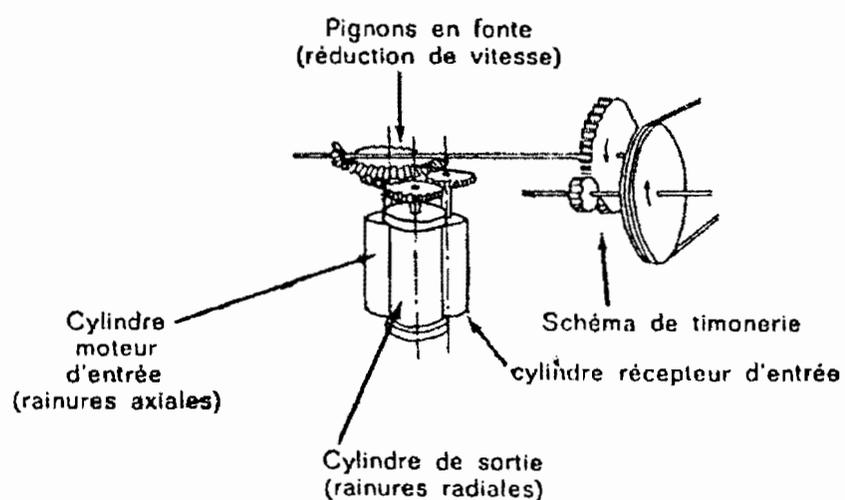
{ Eau  
Saccharose  
Impuretés



SCHEMA DE TRANSFORMATION DE LA CANNE

## BROYEURS

Cylindres cannelés en bois, en fonte, en acier.  
 Deux cylindres d'entrée.  
 Un cylindre de sortie.  
 Verticaux ou horizontaux.  
 Vitesse de rotation des cylindres : 5 - 6 tours/minute.



### BROYEUR VERTICAL A TROIS CYLINDRES

## UNITE 8

### CONDITIONNEMENT ET TRANSFORMATION DES PRODUITS STIMULANTS

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

- A la fin de cette unité, l'élève sera capable :
- de donner le but de la culture de tabac et les propriétés biochimiques du tabac ;
  - d'expliquer les principaux traitements du tabac : séchage, fermentation ;
  - de schématiser la fabrication du tabac à fumer et des cigarettes ;
  - de décrire le but de la culture de théier et la fabrication du thé vert.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Quel est le but de la culture de tabac ?
2. Quels sont les caractéristiques biochimiques du tabac ?
3. Quels sont les différents traitements que subissent les feuilles du tabac ?
4. Pourquoi faut-il sécher les feuilles de tabac ?
5. Quels sont les divers types de tabacs en feuilles ?
6. Pourquoi faut-il fermenter les feuilles de tabac ?
7. Comment fabrique-t-on du tabac à fumer ?
8. Quel est le but de la culture du théier ?
9. Comment fabrique-t-on du thé vert au Mali ?

### III. DISCUSSION

#### 1. Quel est le but de la culture de tabac ?

Le tabac est cultivé pour ses feuilles qui servent à fabriquer :

- du tabac de coupe pour cigarettes, sca. ferlati et pipe,
- des cigarettes,
- des couvertures et intérieurs de cigare,
- du tabac à priser,
- du tabac à mâcher,
- du tabac à nicotine.

#### 2. Quels sont les caractéristiques biochimiques du tabac ?

##### a. Nicotine et alcaloïdes secondaires

Parmi les constituants du tabac, les alcaloïdes occupent une place particulière puisqu'ils lui confèrent sa force physiologique. Les alcaloïdes sont des bases organiques d'origine végétale. Les trois principaux alcaloïdes du tabac sont la nicotine ( $C_{10}H_{12}N_2$ ), la nor nicotine et l'anabasin. Les tabacs industriels contiennent essentiellement de la nicotine.

Les alcaloïdes s'accumulent principalement dans les feuilles et particulièrement à la pointe et sur les bords. Les teneurs en nicotine varient de 0,1 à 13 % selon les variétés.

##### b. Azote et protéines

Les feuilles de tabac à maturité contiennent 1 à 5 % d'azote total, c'est-à-dire que les constituants azotés représentent, à la récolte, de 6 à 30 % de la matière sèche. Malgré les effets nocifs pour la santé, le tabac constitue une source potentielle de protéines de haute qualité.

### **c. Les glucides**

Les tabacs séchés au soleil sont plus riches en sucres que les tabacs séchés à l'air naturel. La teneur en sucres réducteurs peut atteindre jusqu'à 15 - 25 % de la matière sèche.

### **d. Les substances phénoliques**

Les substances phénoliques jouent un rôle important dans la couleur des tabacs. Parmi lesquelles on peut citer notamment l'acide chlorogénique (précurseur des tanins), les coumarines, les flavonols. La teneur des tabacs secs en polyphénols varie de 0,5 à 3 % environ.

## **3. Quels sont les différents traitements que subissent des feuilles du tabac ?**

Après la récolte, le tabac doit subir une série de traitements (principalement le séchage et la fermentation) qui ont pour but de le transformer en un produit convenable pouvant être livré à la fabrication.

**a. Javelage** : c'est une opération qui consiste à amorcer la dessiccation en provoquant un début rapide de jaunissement. Le javelage est peu pratiqué en milieu tropical.

**b. Enguirlandage** : les feuilles javelées sont enfilées sur une ficelle par le pétiole.

**c. Séchage** : c'est l'opération la plus importante, car elle conduit à l'obtention d'un produit de qualité grâce à la création des substances optimales permettant certaines modifications chimiques au sein de la feuille.

**d. Dépente et mise en masse d'attente** : à ce stade, le tabac est dit "vert".

**e. Triage des feuilles** : se fait selon l'état physique, la longueur et la couleur.

**f. Manocage** : on constitue des manocages en prenant 25 - 30 feuilles ensemble et en les réunissant par leur base avec un lien ou une autre feuilles.

**g. Confection des balles** : les balles sont des groupes de manocages de même catégorie, en attendant la mise en fermentation.

#### **f. Fermentation**

Il consiste à faire fermenter les manocages de tabac vert en vue de les stabiliser pour permettre une meilleure conservation tout en développant ses qualités.

#### **4. Pourquoi faut-il sécher les feuilles de tabac ?**

Le séchage du tabac consiste essentiellement en une élimination de l'excès d'eau contenu dans les feuilles. Mais en même temps, il se produit des modifications chimiques plus ou moins profondes, qui contribuent à donner au tabac ses qualités physiques et dégustatives particulières.

Le mot "curing" (en anglais) est souvent employé à la place du terme de séchage ou de dessiccation. Quel que soit le mode de séchage, on peut distinguer trois phases au cours de la dessiccation :

- **Le jaunissement** : pendant cette phase, la chlorophylle est très fortement dégradée de sorte que la feuille devient jaune. En même temps, les transformations chimiques affectent les substances protidiques et glucidiques (protéines et amidon).
- **La dessiccation du limbe** : après jaunissement, les tissus du limbe sont le siège de l'oxydation des polyphénols dont le résultat est l'apparition de la couleur brune.
- **La réduction des côtes** : aboutit à la déshydratation de la nervure centrale et ne s'accompagne pas de transformations chimiques particulières.

En résumé : pendant le séchage, le tabac perd 80 à 90 % de son poids initial sous forme de l'eau et de matière sèche.

## 5. Quels sont les divers types de tabac en feuilles ?

On peut classer des tabacs en feuilles, selon les modes de séchage, en grandes catégories suivantes (généralement désignées par leur appellation anglaise) :

- tabacs séchés à l'air chaud (flue-cured, type Virginie)
- tabacs clairs séchés à l'air naturel (light air-cured, Burley)
- tabacs orientaux ou semi-orientaux séchés au soleil (sun-cured)
- tabacs séchés ~~au~~ soleil autres que les tabacs d'Orient
- ~~tabacs~~ tabacs noirs séchés à l'air naturel (dark air-cured, types tabacs pour cigares)
- ~~tabacs noirs~~ tabacs séchés au feu (fire-cured, type Kentucky).

## 6. Pourquoi faut-il fermenter les feuilles de tabac ?

Après le séchage, les tabacs ne constituent pas encore une matière première directement utilisable en manufacture. Il est nécessaire de leur faire subir un traitement : la **fermentation**, qui a essentiellement pour but de développer leurs qualités particulières et de rendre leur conservation plus facile.

Les modifications du tabac pendant la fermentation est d'autant plus importantes que la fermentation est plus active.

La fermentation entraîne une diminution du poids qui résulte d'une perte d'eau (envrion 5 %) et d'une perte de matière sèche (environ 7 %).

Les **transformations chimiques** pendant la fermentation naturelle active sont dues principalement à des processus d'oxydation des acides organiques et de dégradation des sucres et de pigments chlorophylliens. L'élévation du pH (alcalinisation), caractéristique de cette fermentation, facilite l'émission de l'ammoniac et de la nicotine qui contribuent à l'arôme des tabacs noirs.

Les **propriétés physiques** des tabacs sont également modifiées : leurs couleurs s'uniformisent, les teintes vertes s'atténuent, la combustibilité et le pouvoir de remplissage s'améliorent.

Enfin le **goût** et l'**arôme** sont nettement améliorés, du fait de la fermentation, les tabacs donnent une fumée plus douce, moins amère ou irritante. C'est là l'un des buts essentiels des traitements après séchage.

## **7. Comment fabrique-t-on du tabac à fumer ?**

Les produits du tabac (tabac pour la pipe, cigarettes, cigares, tabacs à mâcher ou à priser) sont l'aboutissement de transformations multiples, dont certaines sont communes à tous et d'autres spécifiques du produit à fabriquer.

Les tabacs bruts sont livrés aux usines sont présentés sous divers formes : en feuilles séchées, fermentées entières et réunies en manques, en bouquet, en feuilles, en vrac, ou en fragments de feuilles préalablement battues. La fabrication des tabacs à fumer et des cigarettes relève des mêmes procédés jusqu'au stade de fines lanières plus ou moins longues et enchevêtrées. Le tabac ainsi coupé ou hacher porte le nom de **scaferlati**. Les opérations diverses (chauffage humidification, séchage) permettent la transformation des tabacs bruts en tabac haché.

Les phases essentielles sont :

### **- La séparation des parenchymes et les côtes ou le battage**

Cette opération a pour but de diminuer les fragments de côtes coupées en biseau (bâches) et rondelles de côtes que le hachage en feuilles entières produits inmanquablement.

Les batteuses sont constituées souvent d'un batteur à axe vertical suivi de plusieurs séparateurs pneumatiques.

### **- La composition : a pour but de préparer les divers tabacs mis en oeuvre pour un mélange déterminé suivant les proportions arrêtées préalablement.**

- **L'humidification ou la mouillade** : cette opération est fondamentale car de sa bonne conduite dépend de la qualité du hachage ; trop sèches, les feuilles se brisent et font de la poussière ; trop humides, elles collent, se délitent et tombent en bouillie.

Les feuilles sont réchauffées dans un humidificateur à vapeur puis introduites dans un cylindre mouilleur où règne l'humidité nécessaire.

- **Le hachage** : c'est l'opération clé des préparations du tabac. Elle transforme les feuilles (ou les strips) en fines lanières de brins longs et enchevêtrés (scaferlatis). La largeur de coupe est variable : de 1 à 1,2 mm pour les tabacs pour pipe ; de 0,4 à 0,8 mm pour les tabacs pour cigarettes. On utilise des hachoirs à guillotine ou rotatifs.
- **Le séchage ou la torréfaction** : le tabac après hachage est impropre à la fabrication et ne se conserve pas longtemps aussi humide. On le sèche dans des séchoirs rotatifs à air chaud et à vapeur. Son taux d'humidité est ramené au voisinage de 14 % (tabacs blonds) ou 16 % (tabacs bruns).
- **L'aromatisation** : certains mélanges reçoivent une sauce composée de constituants variés destinés à améliorer les propriétés gustatives (arôme mentholé par ex.).
- **Le stockage** : avant sa mise en fabrication définitive, le scaferlati est stocké en caisses ou en silo où il séjourne pendant quelques jours.

#### - **Fabrication des cigarettes**

La cigarette est un cylindre de tabac haché, enveloppé d'un papier mince plus ou moins poreux et combustible. De nombreuses marques sont munies d'un bout filtre assemblé à la cigarette par une manchette.

La plupart des cigarettes ont une section circulaire :

- diamètre varie entre 6,8 mm et 9 mm
- longueur varie entre 70 mm et 120 mm.

#### **a. Les machines à cigarettes**

Les cigarettes sont produits sur les machines continues qui procèdent par enveloppement longitudinal du papier et collage de celui-ci autour du cordon (ou boudin) de tabac formé en amont par le distributeur de la machine.

Les machines modernes fonctionnent à des vitesses voisines de 5 000 cigarettes à la minute. Elles sont munies de nombreux dispositifs de contrôle et de réglage permettant d'assurer la régulation des caractéristiques du produit (contrôle de poids, de diamètre, de résistance au tirage etc.).

**b. Les usines :** les usines modernes de production de cigarettes ont les capacités variables de l'ordre de 30 à 50 millions d'unités par jour. Ces usines sont fortement automatisées. (Exemple : Fabrique de cigarettes Djoliba)

#### **8. Quel est le but de la culture du théier**

Le théier est une plante stimulante cultivée pour ses **feuilles** dont les plus jeunes subissent une préparation particulière donnant le **thé**. Le thé se consomme sous forme d'infusion.

On distingue dans le commerce le **thé noir** dont les feuilles ont subi une fermentation, et le **thé vert**, dont les feuilles n'ont pas subi de fermentation. On trouve aussi, mais très rarement, des **fleurs de thé** qui sont en réalité les boutons floraux dont on fait des infusions.

**Propriétés diététiques :** le thé pris à une dose raisonnable est une boisson tonique et stimulante, efficace contre la fatigue avec des propriétés diététiques appréciables.

Selon son origine et sa préparation, on y trouve la **théine**, comparable à la caféine qui, à faible dose, facilite le travail intellectuel et musculaire. La théophylline, la théobromine, les polyphénols (tanins) qui donnent à l'infusion du thé l'essentiel de son goût. Par ailleurs, on y trouve le fluor dont le rôle est préventive de la carie dentaire. Le thé

contient également des vitamines du groupe B (B1 - B2 -PP) et des vitamines P dont l'apport est très souhaitable à l'organisme. Notons que les graines de théiers fournissent 30 - 45 % de leurs poids en huile, avec laquelle on fait des tourteaux pour l'alimentation du bétail.

### **9. Comment fabrique-t-on du thé vert au Mali ?**

C'est un traitement du thé totalement différent de la fabrication du thé noir, il a comme principe d'éliminer les caractéristiques du thé noir et notamment d'en éliminer l'amertume et l'astringence.

La fabrication du thé vert nécessite moins de matériel et est relativement plus simple.

Les feuilles fraîches subissent une **torréfaction** sans flétrissage ni fermentation. Un roulage est effectué avant le séchage final.

#### **Usinage du thé vert à la Ferme de Farako**

Une fois les feuilles du théier récoltées, on passe à leur traitement. Les opérations sont nombreuses :

**a. La torréfaction :** sert à réduire la teneur en eau des feuilles de thé à l'aide des marmites (capacité 9 kg) chauffées à 230 - 300°C selon que les feuilles soient ou non imbibées d'eau. Elle a pour but d'inhiber l'action des enzymes (agents de fermentation) en empêchant ainsi l'oxydation des tanins.

**b. Le roulage :** les rouleuses travaillent (pendant 50 - 60 minutes), les feuilles vertes de thé déjà torréfiées. Le roulage a pour but de faire libérer du tanin et d'obtenir un aspect filiforme des feuilles.

**c. La vibration :** la fonction des vibreurs consiste à homogénéiser les feuilles roulées en vue de faciliter le séchage.

**d. Le séchage :** a pour but de réduire d'abord la teneur en eau des feuilles à 30 % environ (chauffage à 110° - 180°C puis à 5 - 7 % (à 120° - 130°C). Les dessiccateurs ou séchoirs chauffés à 85 - 95°C reçoivent les feuilles de thé et enlèvent aux feuilles l'humidité qu'elles renferment.

**e. Le polissage et le brassage :** ces opérations ont pour but de donner au thé un bon aspect extérieur ; les polisseurs (marmittes) travaillent ici au raffinage du thé.

**f. Le criblage ou tamisage :** il permet de répartir en différentes catégories de thé (selon leurs longueurs).

**La vibration :** pour classifier en différentes catégories de grosseurs du thé.

**g. Le triage :** une trieuse mécanique a pour tâche d'extraire du thé tous les corps étrangers incorporés (feuilles et tiges d'autres essences) pendant les opérations précédentes.

**h. Le vannage :** son rôle est de mieux purifier les différentes catégories de thé en fonction de leur densité obtenue par ventilation, il permet également de débarrasser le thé de poussière.

**i. Le mélange :** comme tout produit marchand, le thé passe par une salle de mélange, où les choix se font selon la qualité et le goût du consommateur avant la mise en caisses pour la commercialisation.

**j. La dégustation :** elle se fait par les spécialistes en dégustant des infusions de thé (sans sucre), on obtient ainsi les différents grades de thé.

## Quelques données de l'usine de thé de Farako

- Rendement théorique : 50 kg de thé vert/200 kg de feuilles fraîches.

**Tableau 14** : Caractéristiques biochimiques du thé

	% eau	Cendre %	Polyphénols %	Caféine %
Thé brut	4,1 - 6,4	5,1 - 5,6	18,0 - 23,5	2,9 - 3,1
Thé marchand	4,6 - 6,2	-	17,4 - 23,1	2,9 - 3,8

**- Divers grades de thé vert malien :**

- + 4960 : numéro de référence du thé vert malien
- + 4960-1G : gonoï, thé enroulé en boule, en perle
- + 4960-6S et 4960-7S : grosses et petites brisures de thé
- + Tchun-mée : feuilles entières et grosses brisures
- + Schun-mée : fines brisures et poudre de thé.

#### IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES

1. Collectionner et étudier les caractéristiques des échantillons de feuilles de tabac avant et après traitements (séchage, fermentation).
  2. Visiter un centre de production tabacole et étudier les différentes méthodes de séchage expérimentées ou vulgarisées (Ex : Ferme d'Etat de Samanko).
  3. Etudier les techniques traditionnelles de séchage de tabac (Exemple : type "séchoirs dits paysans" de l'OHV).
  4. Visiter une fabrique de cigarettes (Ex : Fabrique de Djoliba) et étudier les différentes phases de transformation de tabac brut aux cigarettes.
  5. Visiter la Ferme de Thé de Farako. Observer les différentes phases de transformation du thé vert.
- \* Collectionner les différentes catégories (grades) de thés marchands et étudier leurs caractéristiques.
  - \* Observer les techniques de récolte des feuilles de thé et noter les formules de récolte adoptées préconisées.

#### V. BIBLIOGRAPHIE

1. FOFANA, M, - Culture du théier de Chine en République du Mali - Revue Café-Cacao-Thé. XXII, 1978 (pp 139 - 153).
2. GISQUET, P. et HITIER, R. - La production du tabac - Principes et Méthodes - J.B Baillière et Fils - Paris 5e, 1961.
3. INSTITUT ECONOMIE RURALE - Rapport de la Commission Technique Spécialisée des Productions Tabacoles et Théicoles.  
CNRA - 22e Session - Bamako 20 - 23 Avril 1982.

4. INSTITUT ECONOMIE RURALE - Rapport de la Commission Technique Spécialisée des productions Tabacoles et Théicoles. CNRA - 22e session - Bamako ; 24-27 avril 1984.
5. INSTITUT ECONOMIE RURALE - Techniques d'Amélioration de la Théiculture en République du Mali. Cellule des Plantes Nouvelles Sikasso/IER, 1983.
6. IZARD, C. et CHOUTEAU, J. - Le tabac - Que sais-je ? Presses Universitaires de France 1982, 128 p.
7. TRAMASURE, J. - De la feuille du thé au thé marchand - Direction de l'Agriculture et de l'Elevage - Bruxelles, 1959.

**T. havanensis**



L/1 = 2

Variétés : VUELTA  
ABAJO, SUMATRA,  
JAVA

**T. brasiliensis**



L/1 = 2,5; tige  
forte à la base

Brésil : BURLEY  
Paraguay : MARYLAND

**KENTUCKY,  
VIRGINIE**



**T. virginica**

**TABÀCS DE  
HONGRIE**



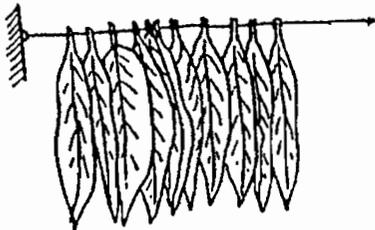
**T. purpurea**

DIVERS TYPES DE FEUILLES DE TABAC

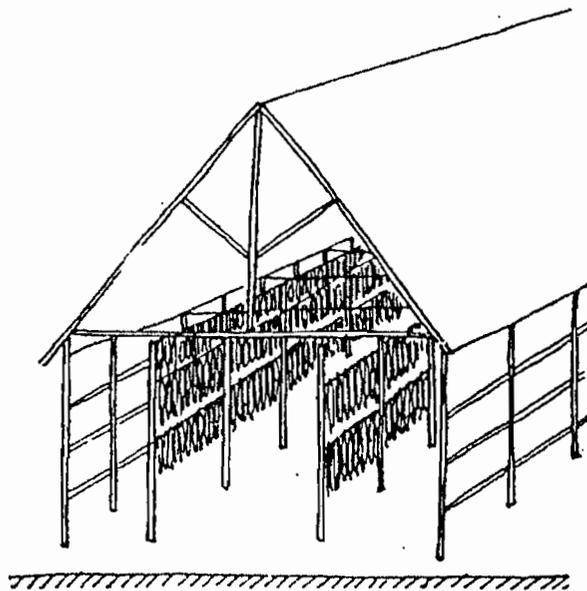


**Manoque**

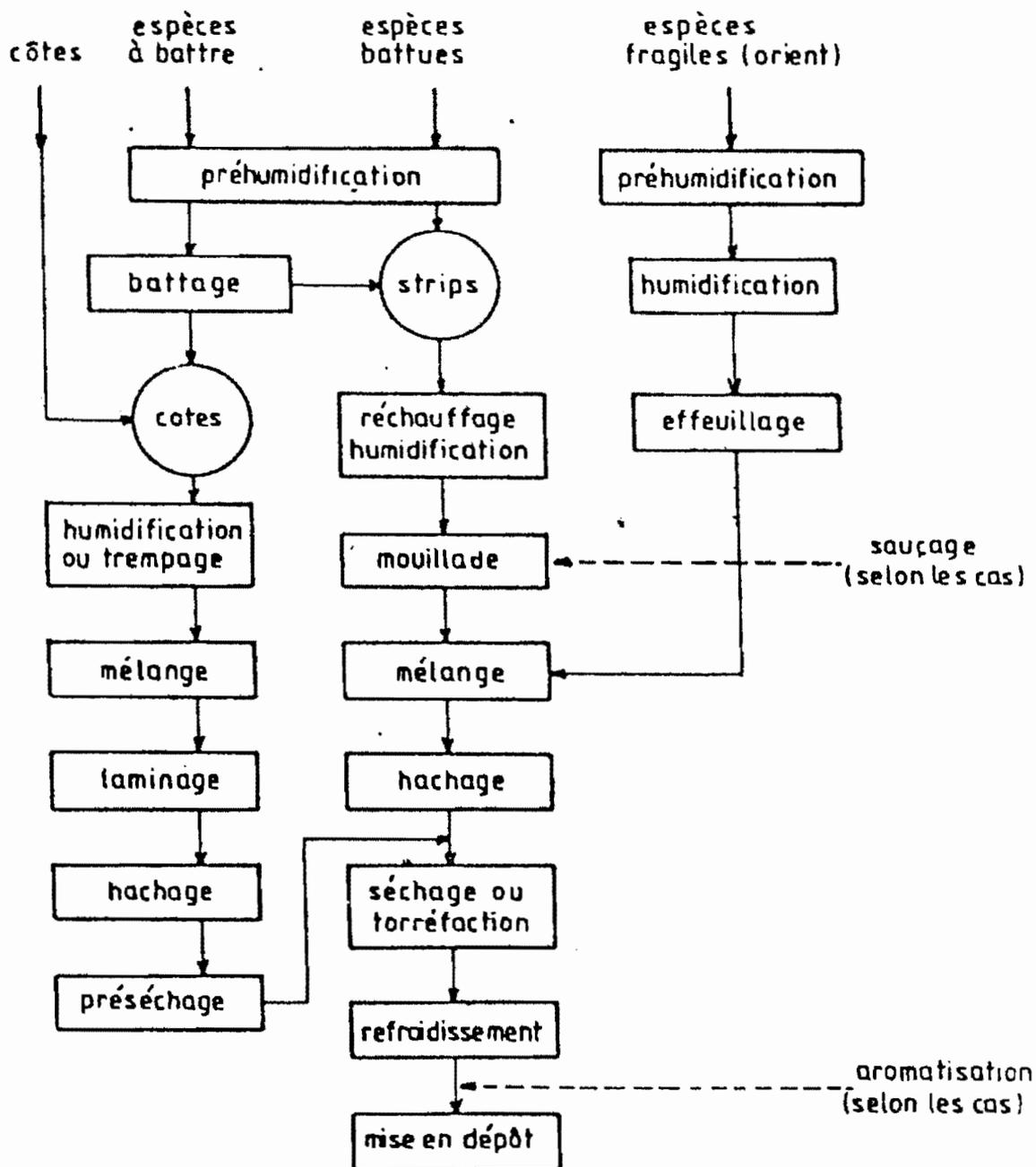
SECHAGE DU TABAC



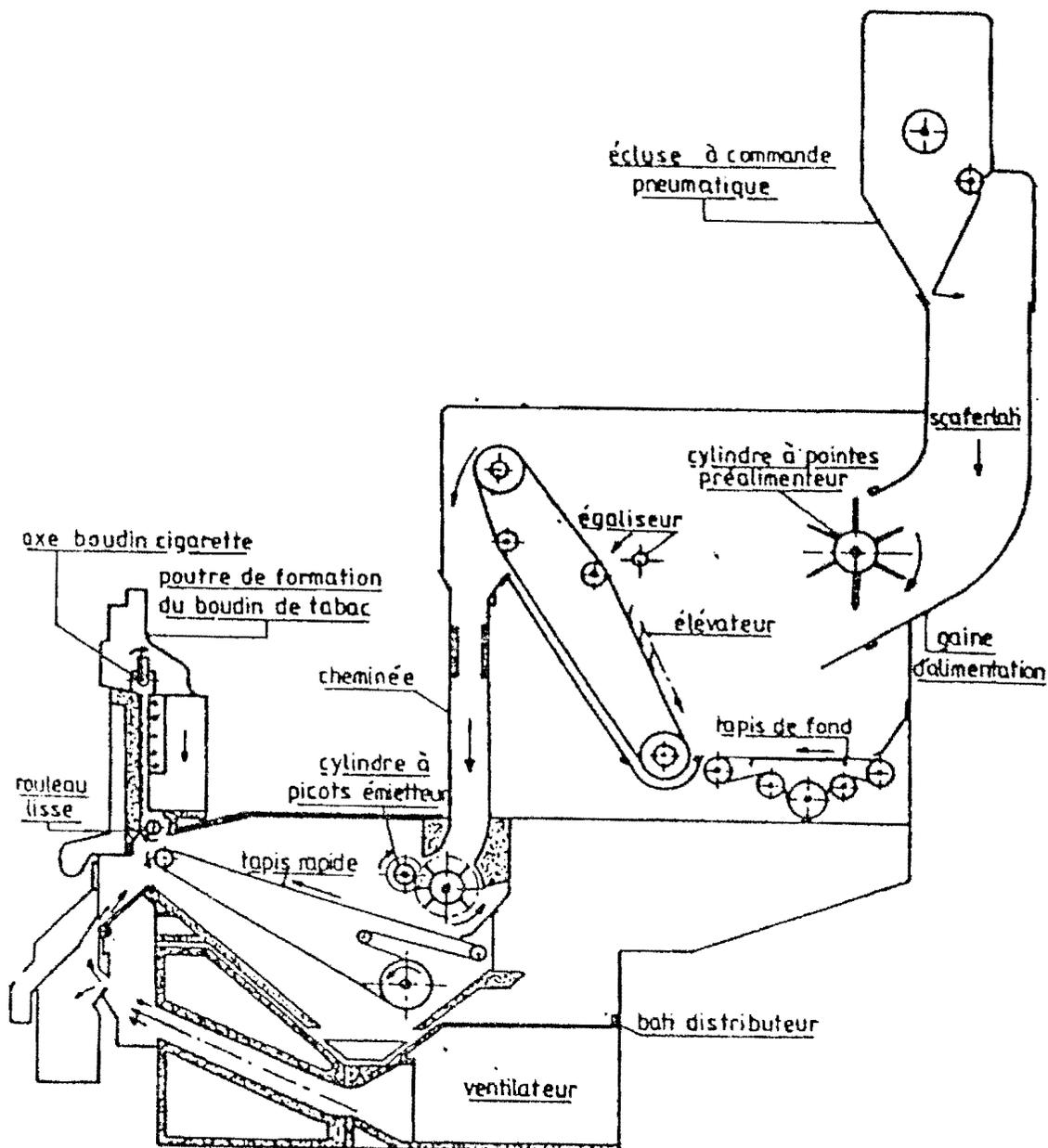
**Séchage des feuilles**



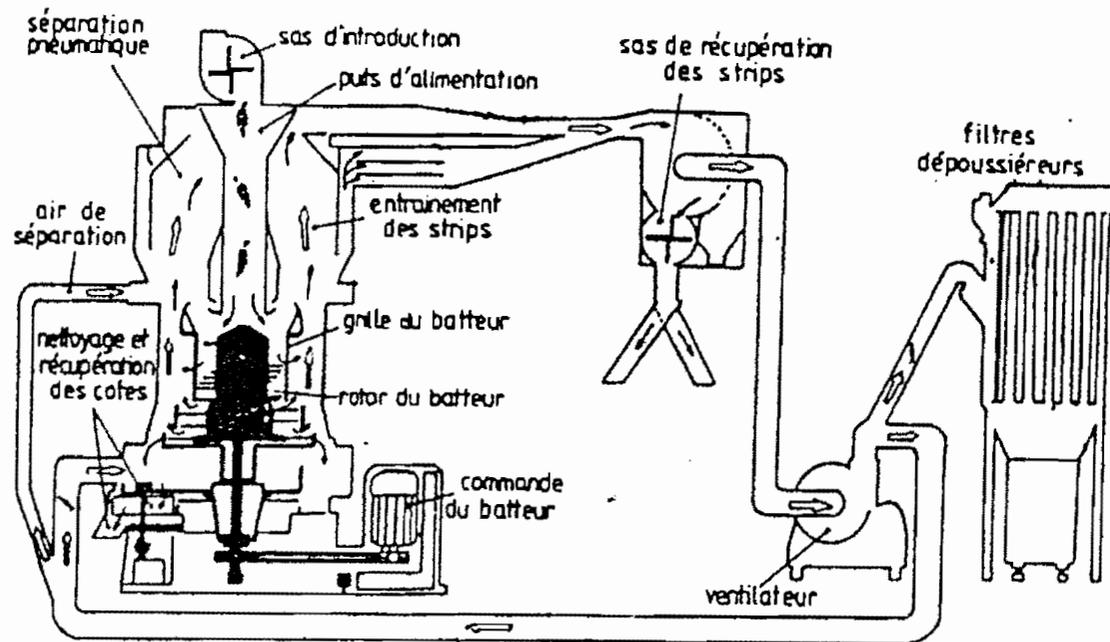
**Un séchoir**



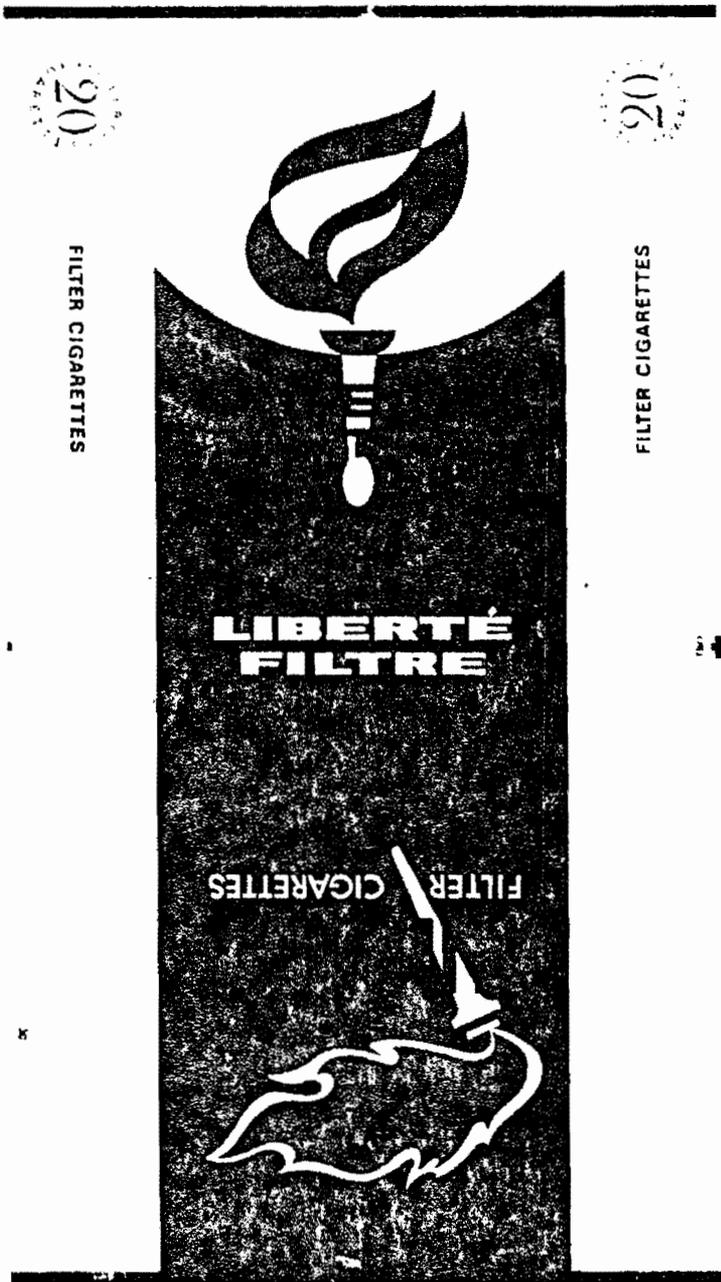
PREPARATIONS GENERALES DES TABACS HACHES



CONFECTION DES CIGARETTES, DISTRIBUTEUR LOG



BATTEUSE SEPARATRICE VERTICALE



PAQUETAGE DES CIGARETTES

(Liberté filtre - Djoliba)



## LE THEIER

### Qualité ou formule de la cueillette

Précisons que les théiers cultivés au Mali sont à petites feuilles et que l'on fait du thé vert.

Les essais ont porté sur :

la cueillette fine	$\frac{P + 2}{K + 2}$
la cueillette moyenne	$\frac{P + 3}{K + 1}$
la cueillette grossière	$\frac{P + 4}{K + 1}$

### Composition des feuilles fraîches

Feuilles fraîches	Caféine %	Cendres %
Pekoe simple	3,71	4,77
Pekoe + 1 feuille	3,54	5,05
Pekoe + 2 feuilles	3,22	5,25
Pekoe + 3 feuilles	2,92	5,31
Pekoe + 4 feuilles	2,62	5,42
Tige	1,64	6,00

### Conclusions

- La cueillette fine fournit des feuilles tendres de bonne qualité, mais en petite quantité,
- la cueillette moyenne procure des feuilles de qualité correcte avec un rendement élevé,
- la cueillette grossière donne un produit inférieur à tout point de vue.

## UNITE 9

### TRANSFORMATION METHANIQUE DES SOUS-PRODUITS D'ORIGINE AGRICOLE - BIOGAZ

#### I. OBJECTIFS DE L'UNITE

A la fin de cette unité, l'élève sera capable :

- de définir les termes : énergies nouvelles, biomasse, biogaz, fermentation méthanique ;
- de schématiser les principaux procédés de fermentation et leurs applications ;
- de décrire les perspectives du biogaz au Mali.

#### II. QUESTIONS D'ETUDES

1. Qu'appelle-t-on énergies nouvelles ? Quelles sont leurs perspectives dans les pays en voie de développement ?
2. Qu'est-ce que la biomasse ?
3. Qu'est-ce que le biogaz ? A quoi sert-il ?
4. En quoi consiste la fermentation méthanique ?
5. Quelles sont les perspectives de développement du biogaz au Mali ?

#### III. DISCUSSIONS

1. Qu'appelle-t-on énergies nouvelles ? Quelles sont leurs perspectives dans les pays en voie de développement ?

L'expression "énergies nouvelles" désigne curieusement aussi bien les sources d'énergies les plus anciennes (vent, chutes d'eau, marées, géothermie) que celles vraiment nouvelles que les techniques modernes permettant d'utiliser de manière rentable : l'énergie solaire, l'énergie thermique

et mécanique des mers (puissance de la houle) et enfin l'hydrogène (gaz combustible produite par l'électrolyse de l'eau).

Ces énergies nouvelles fournissent tout un ensemble de techniques pour satisfaire les divers besoins en énergie de l'homme, très souvent l'énergie émise par le soleil, par des voies plus ou moins nouvelles.

L'énergie pour la cuisson des aliments y demeure un des besoins importants, mais elle est de plus en plus mal satisfaite par les combustibles traditionnels (bois, déchets animaux et végétaux).

En revanche, il existe, en milieu rural notamment, d'autres besoins en énergie : éclairage, pompage de l'eau pour les hommes et les animaux ou l'irrigation, alimentation de petits moteurs etc.

Pour satisfaire de chaque type de besoin par les énergies renouvelables, plusieurs filières technologiques sont envisageables :

**a. La valorisation des déchets végétaux par production de biogaz.**

Elle consiste à faire fermenter à l'abri de l'air les déchets végétaux pour en tirer un gaz combustible : le méthane.

Exemple : Cas de gazéification de certains déchets, le gaz servant à alimenter des moteurs Diesel mixtes, des brûleurs de cuisinière ou de lampe (type indien).

**b. Les générateurs photovoltaïques :** l'énergie du rayonnement solaire peut être récupérée soit sous forme de chaleur que l'on transforme en énergie mécanique, soit par conversion quantique (énergie rayonnante) en électricité ou en substances chimiques incorporant une quantité importante d'énergie (photoélectricité, photosynthèse).

Exemple : - application ou pompage de l'eau, à l'alimentation de petits réseaux d'électricité dans les villages (éclairage, réfrigérateurs etc.).

- cuisinière-four à effet de serre : en emprisonnant l'énergie de rayonnement dans un collecteur spécial qui retient seulement les rayons infra-rouges (rayons thermiques) qui s'échauffent à l'intérieur du collecteur.

**c. Les micro-centrales hydrauliques :** elles constituent une source d'approvisionnement en électricité les centres ruraux situés à proximité d'un cours d'eau de caractéristiques adéquates.

La conversion de l'énergie hydraulique en énergie mécanique et électrique est techniquement connue depuis très longtemps ; elle utilise la force hydraulique produite par les chutes d'eau et le courant. En Afrique, on dispose d'une multitude de sites hydrauliques potentiels de petite ou moyenne capacité (10 à 500 kw environ).

**d. Les aéro-générateurs :** ils constituent une solution intéressante dans les régions ventées. En Afrique de l'Ouest, les seules zones intéressantes pour le captage de l'énergie éolienne sont celles qui sont situées du Nord du 17<sup>e</sup> parallèle.

L'énergie éolienne est celle du vent exerçant une pression sur tout obstacle rencontré : c'est une énergie mécanique. Le captage de cette énergie se fait généralement par un capteur dynamique (hélice, pale, aile, rotor etc.) entraînant une magnéto pour la production de l'électricité.

## **2. Qu'est-ce que la biomasse ?**

La **biomasse** est l'ensemble de la masse de matière vivante, à un moment donné dans un volume donné.

La biomasse agricole, bien que moins importante que la biomasse forestière, représente environ 30 % de la production terrestre. La ressource potentielle en sous-produits et déchets d'origine agricole est constituée des résidus provenant des récoltes, de l'élevage, de transformations industrielles des produits agricoles et des déchets urbains.

Beaucoup de cultures vivrières comme le riz, le mil, le manioc donnent des sous-produits en quantité importante. En Afrique tropicale, par exemple, 80 à 90 % de la paille est produite par le circuit vivrier traditionnel. Or les nombreuses usages (maison, fumure organique, pâture...) font que la ressource est difficilement mobilisable pour d'autres fins telles que le **compostage** ou la **production d'énergie**.

### 3. Qu'est-ce que le biogaz ? A quoi sert-il ?

Le **biogaz** est un gaz composé surtout de **méthane** ( $\text{CH}_4$ ) obtenu par fermentation anaérobie de déchets organiques (résidus récoltes, déchets ménagers, fumiers etc.). Sa valeur calorifique est de 5 000 kcal/m<sup>3</sup>.

Une fosse à biogaz de 10 m<sup>3</sup> produit environ 5 m<sup>3</sup> de gaz par jour, ce qui est suffisant pour la cuisine et l'éclairage d'une famille de 5 à 7 personnes. Les résidus organiques liquides sont repris comme amendement du sol.

### 4. En quoi consiste la fermentation méthanique ?

La fermentation méthanique est la transformation partielle de la matière organique en combustible (gaz) par des voies biologiques (sous l'action des bactéries méthanogènes).

#### 41. Réaction chimique de la fermentation méthanique

Les matières cellulosiques soumises à la fermentation se décomposent selon l'équation :



La fermentation méthanique est une fermentation **anaérobie** en milieu liquide ; son activité est maximum au voisinage de 35°C.

## **42. Procédés de fermentation**

Deux procédés sont essentiellement employés :

### **A. Le procédé continu**

Basé sur le principe des fosses septiques, ce procédé consiste à diluer les matières à faire fermenter et à alimenter régulièrement, avec la boue obtenue, une grande masse en fermentation.

#### **Digesteur à alimentation continue**

Il s'agit d'une cuve - gazomètre, constituée par une fosse fermée par une cloche à gaz en tôle posée librement sur le contenu de la fosse.

La matière fraîche (bouses de vaches, déjections d'autres animaux...) préalablement mélangée avec de l'eau, est introduite dans le digesteur par un tuyau débouchant dans le premier compartiment. Cette introduction provoque l'écoulement à l'extérieur par un tuyau opposé, débouchant dans un bassin de stockage, d'une égale quantité de matière digérée. Le niveau est ainsi maintenu constant dans l'installation.

### **B. Le procédé discontinu**

Ce système est conçu spécialement pour la production de méthane tout en permettant l'utilisation ultérieure du substrat obtenu comme amendement organique. Il consiste à noyer la matière organique préfermentée (en milieu aérobie) dans un purin pour subir une fermentation anaérobie, productrice de méthane et de gaz carbonique.

#### **Digesteur à alimentation discontinue**

Dans ce type de digesteur, le contenu est remplacé en une fois tous les trente à quarante cinq jours environ ; celui-ci est fait de déchets végétaux les plus divers (fumier, pailles, feuilles, déchets de battage des céréales etc.).

Les cuves sont généralement construites en pierres, moellons, banco stabilisé ou béton. Le couvercle de la cuve est en acier ou en polyester, l'étanchéité couvercle-cuve (importante pour la fermentation anaérobie) peut être assurée par un joint d'eau.

Pour régulariser la production, on devra utiliser plusieurs cuves en batterie que l'on fera fonctionner avec un décalage dans le temps. Presque tous les déchets végétaux, complétés par un minimum de déchets animaux, peuvent être transformés par fermentation méthanique.

Le tableau ci-dessous représente le volume du gaz biologique productible par fermentation méthanique.

**Tableau 15 : Production du biogaz de quelques déchets végétaux**

---

Paille de riz.....	360 l/kg M.S.
Tiges de maïs.....	295
Tiges de sorgho.....	278
Fanes d'arachides.....	298
Poussière de minoterie.....	345

---

MS = Matière sèche

### 5. Quelles sont les perspectives de développement du biogaz au Mali ?

Compte tenu de la situation énergétique actuelle du pays : pénurie de bois, coût élevé des hydrocarbures importés, difficultés d'approvisionnement surtout en zones rurales, la Division du Machinisme Agricole (DMA) a entrepris depuis 1980 un programme de recherche appliquée en énergies renouvelables afin de mettre au point un matériel adapté aux conditions du milieu.

La fermentation méthanique (production du biogaz) est le plus avancé parmi les filières énergies renouvelables. C'est au regard des ressources déjà existantes (déjections animales et résidus agricoles en abondance) que les voies continues et discontinues se sont expérimentées.

- Le procédé de fermentation continue est le plus répandu actuellement au Mali. La fermentation se fait dans un digesteur dit continu, de type BORDA, inspiré des modèles indiens et chinois (voir plus haut).

Dans le cadre de la pré vulgarisation, des digesteurs (à fermentation continue) ont été construits dans deux CAR : Yangasso et Didieni. Le gaz produit est utilisé pour la cuisson, l'éclairage, la réfrigération, la mouture des graines (comme carburants des moulins à moteur).

Les digesteurs construits au Mali sont facilement réalisables par des artisans ruraux au moyen de matériaux locaux (ciment, sable, gravier, fer, tôle). La matière organique utilisée est la bouse de vache fraîche mélangée à l'eau. Ils ont de 5 à 6 m<sup>3</sup> de volume avec une production journalière de gaz de 1,8 à 2,5 m<sup>3</sup>.

- Le procédé de fermentation discontinue est encore à l'étude, il consiste en la fermentation de matières végétales pour la production du biogaz.

#### **Avantages des biogaz**

Le choix d'une telle technologie se justifie par :

- la facilité d'exécution du matériel
- l'utilisation des matériaux locaux
- la simplicité des installations
- un milieu écologique en dégradation (déforestation)
- un climat favorable (température élevée pour la fermentation)
- des difficultés énergétiques (importation des carburants).

### **Inconvénients du biogaz :**

La technologie du biogaz comporte un certain nombre de contraintes, à savoir :

- la consommation d'eau est au minimum de 50 l/jour,
- il faut 5 à 10 bovins pour avoir une quantité suffisante de matière première (bouse fraîche) pour l'alimentation journalière,
- un entretien journalier ou trimestriel des digesteurs,
- pour le système discontinu : il est préférable de découper des pailles en morceaux avant l'encurage.

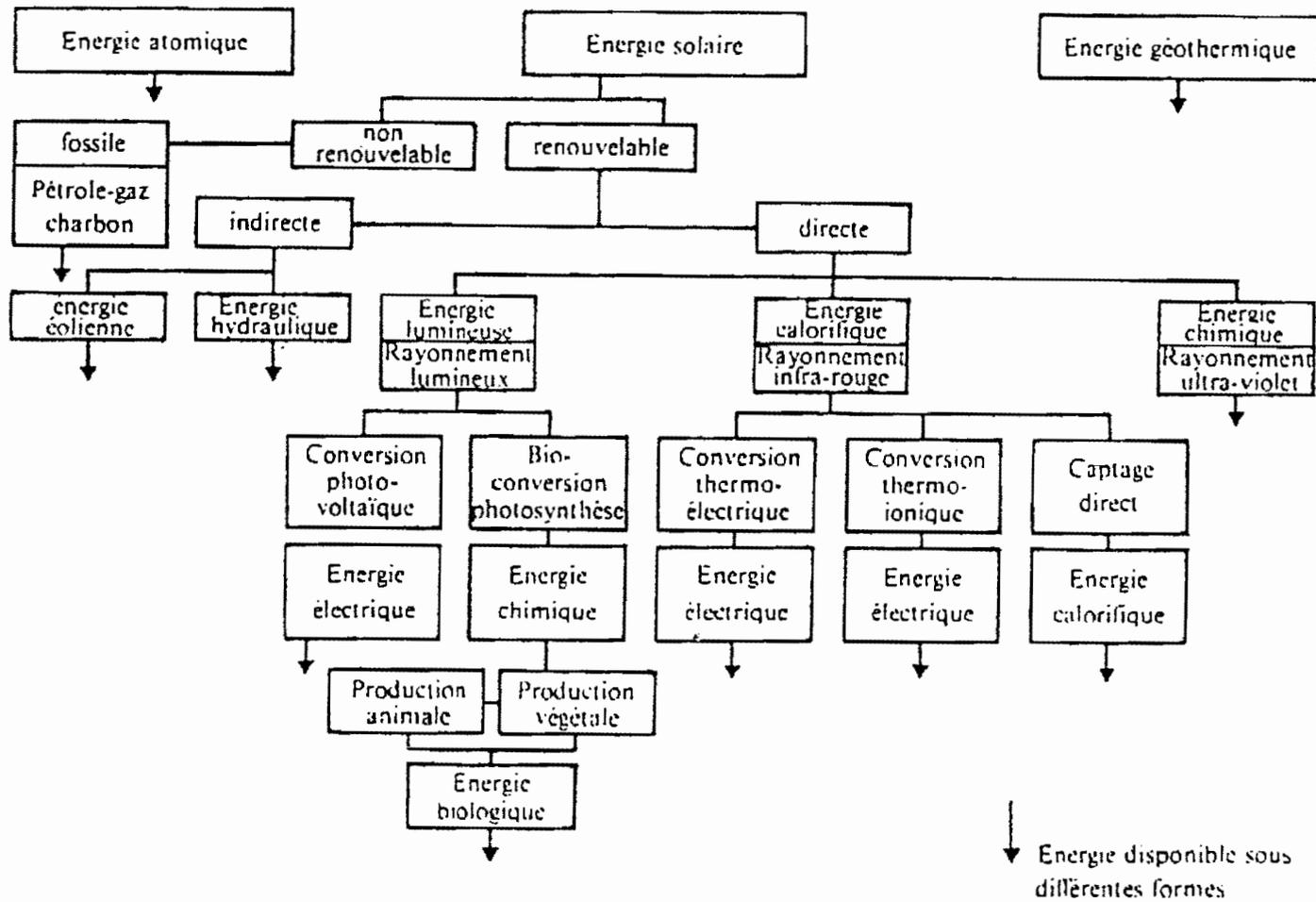
### **IV. ACTIVITES PEDAGOGIQUES SUGGEREES**

1. Visiter un digesteur de biogaz installé dans la région. Etudier ses caractéristiques : type de digesteur, capacité, quantité de matière à charger, utilisation ménagère etc. (Ex : CEEMA de Samanko)
  - Etudier le comportement psycho-sociologique des utilisateurs face à l'introduction de cette nouvelle technologie.
2. Dans le cadre de la valorisation des sous-produits agricoles, installer un petit digesteur dans la concession de l'école (cfr. renseignements techniques à la DMA ou CEEMA).

### **V. BIBLIOGRAPHIE**

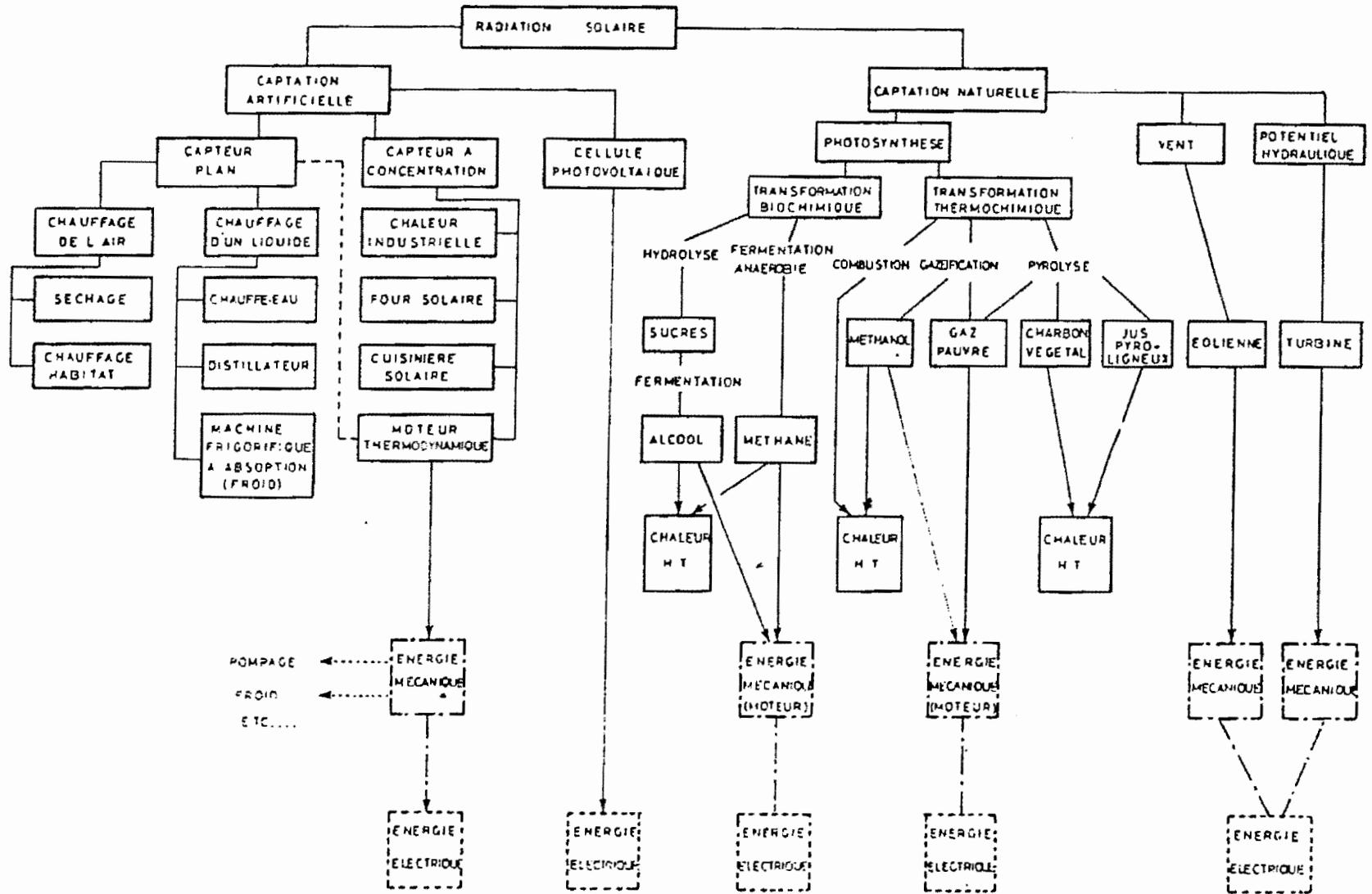
1. GRET - Biogaz - Dossier Technologies et Développement - GERES - Ministère de la Coopération Française, 1983.
2. Ministère de la Coopération Française - Evaluation des énergies renouvelables pour les pays en développement - Collection "Technologies et développement, N° 1, 1980.

3. Ministère de la Coopération Française - Energies nouvelles et développement - Collection "Technologies et Développement", N° 2-1978.
4. Ministère de la Coopération Française - Sahel et Technologies alternatives - Collection "Technologies et Développement", N° 3-1977.
5. O.I.T. Atelier national : Technologie - Emploi - Développement - Bamako 31/10 au 7/11/1984 - Volume I et II.



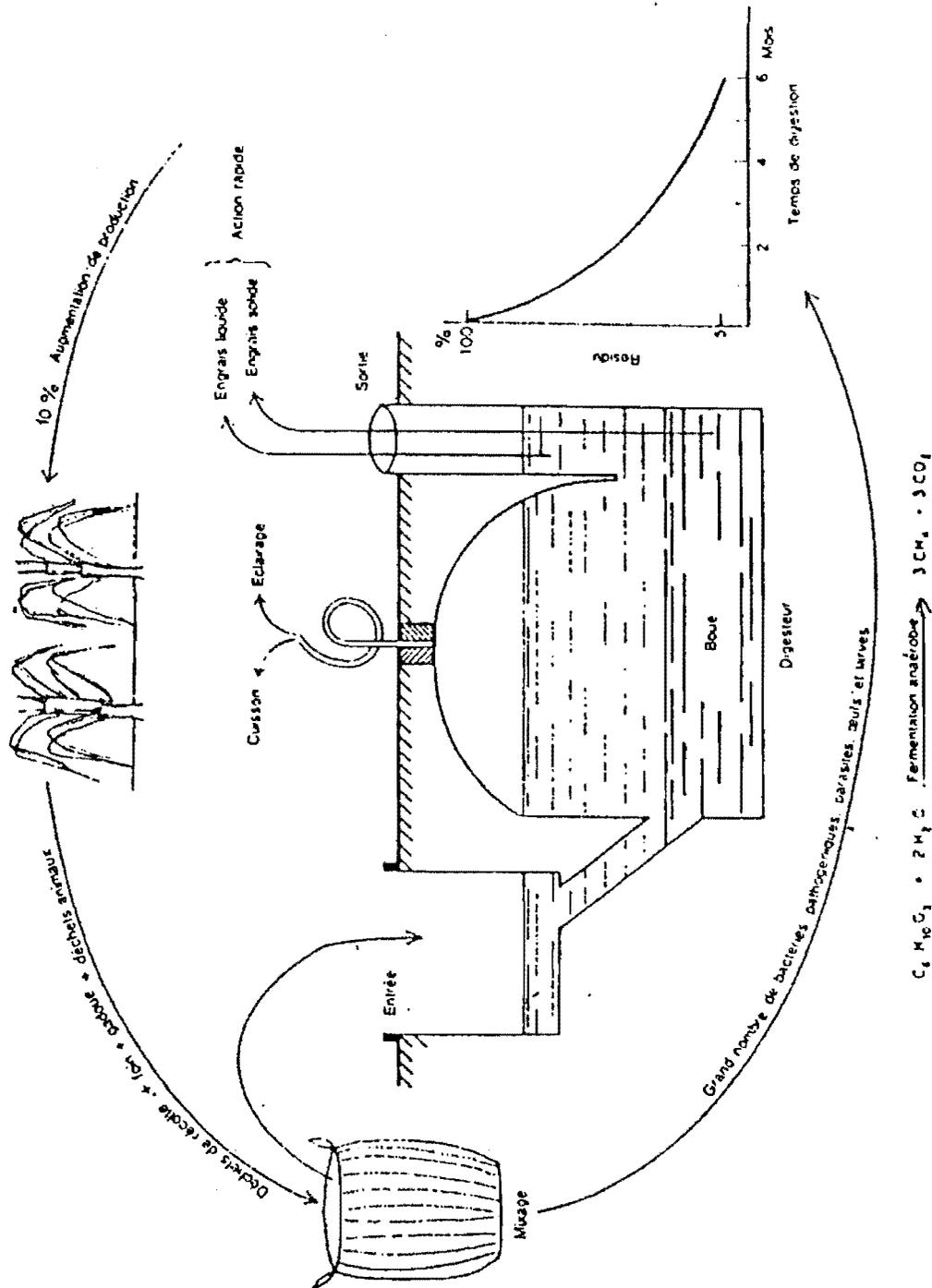
LES TROIS GRANDES CATEGORIES D'ENERGIE

# PRINCIPALES VOIES DE TRANSFORMATION DU RAYONNEMENT SOLAIRE



BEST AVAILABLE COPY

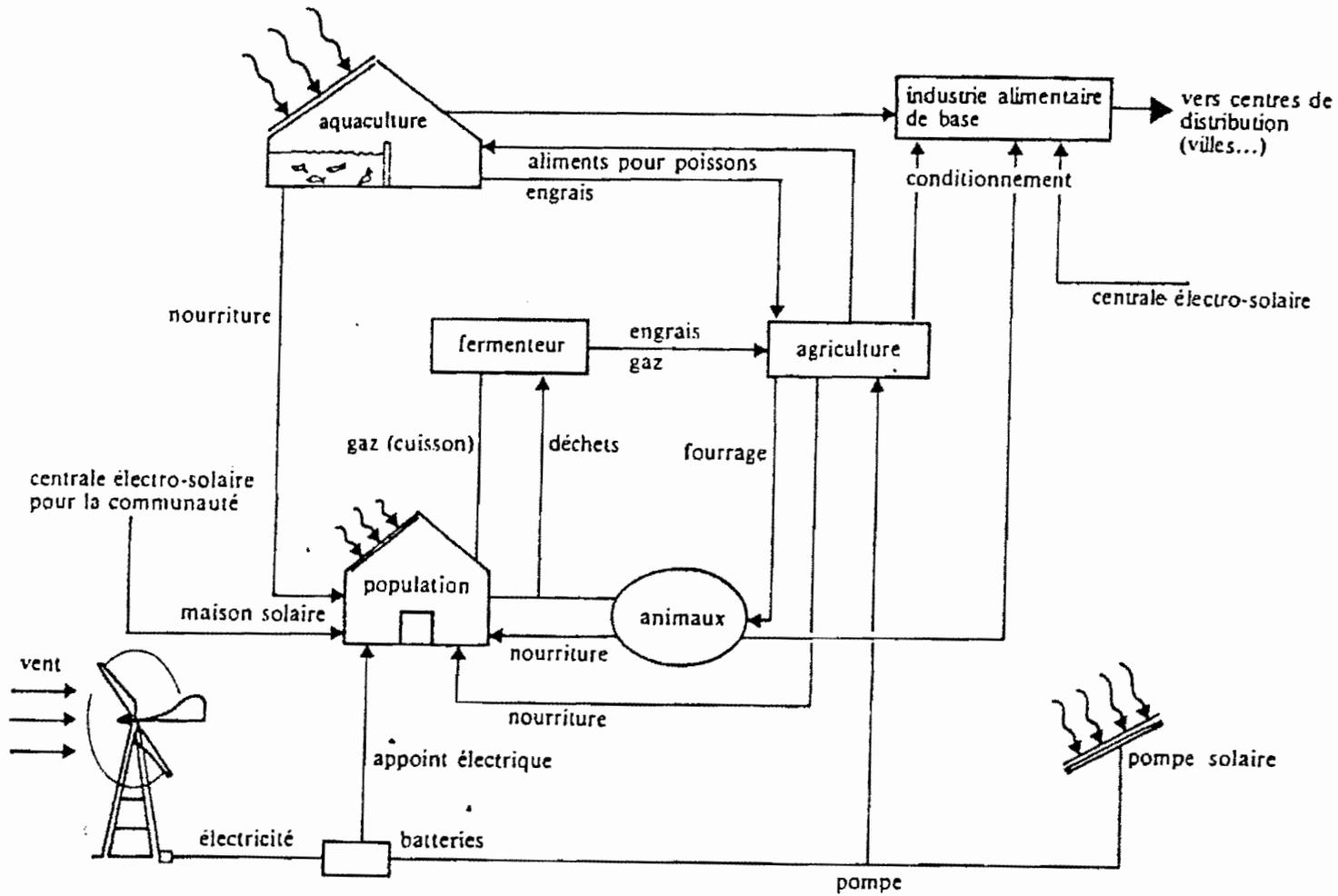
- 197 -



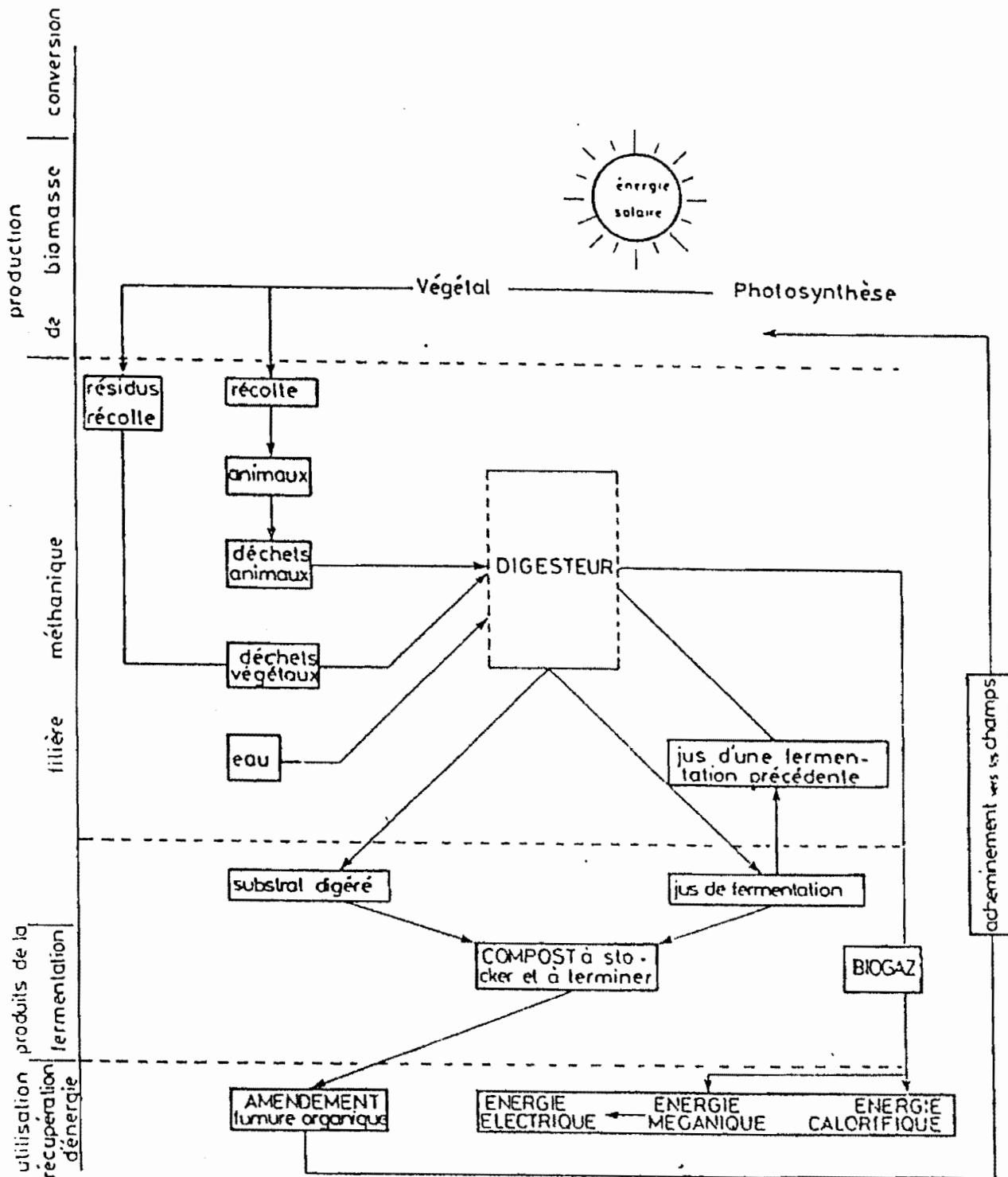
CYCLE BIOGAZ

BEST AVAILABLE COPY

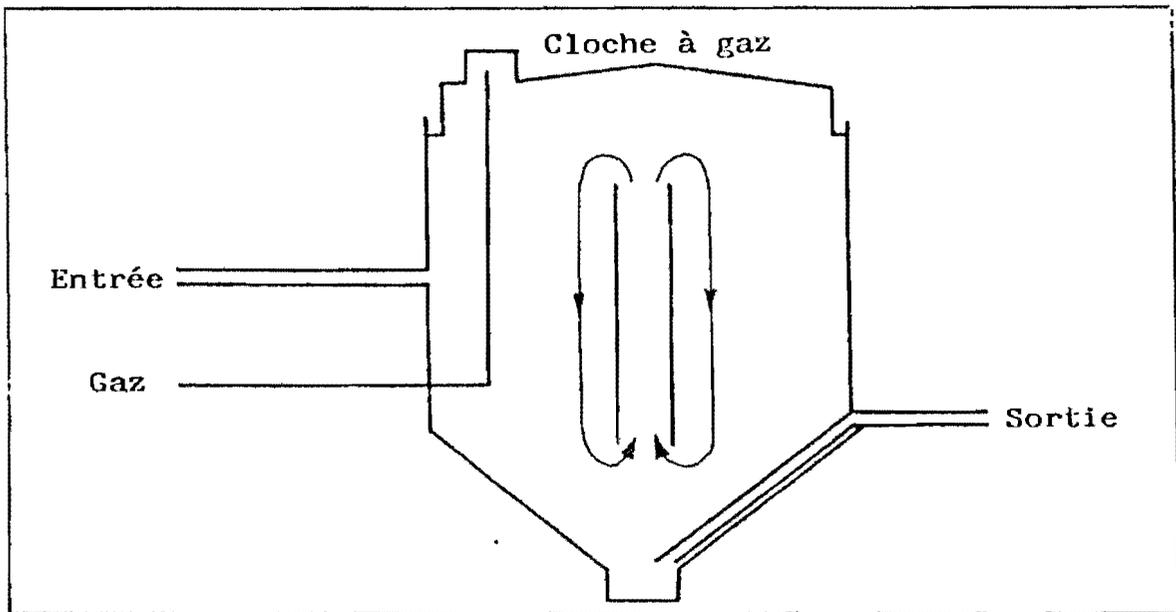
# UTILISATIONS DES ENERGIES RENOUVELABLES



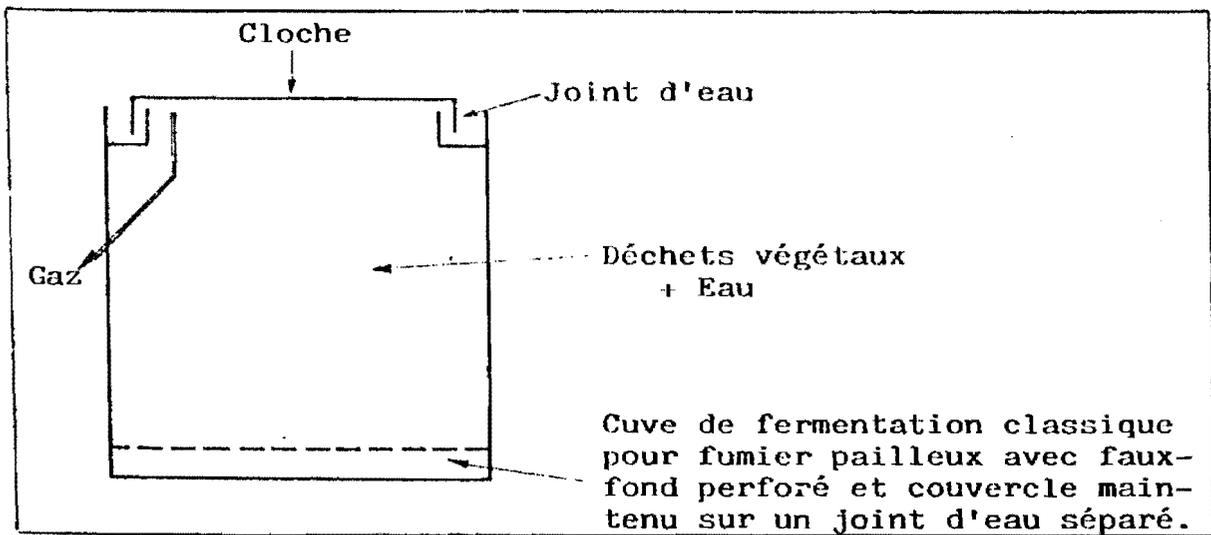
**BIOCONVERSION DE L'ENERGIE SOLAIRE**  
**FILIERE : « RESIDUS DE RECOLTE, BIOGAZ, COMPOST »**



BEST AVAILABLE COPY

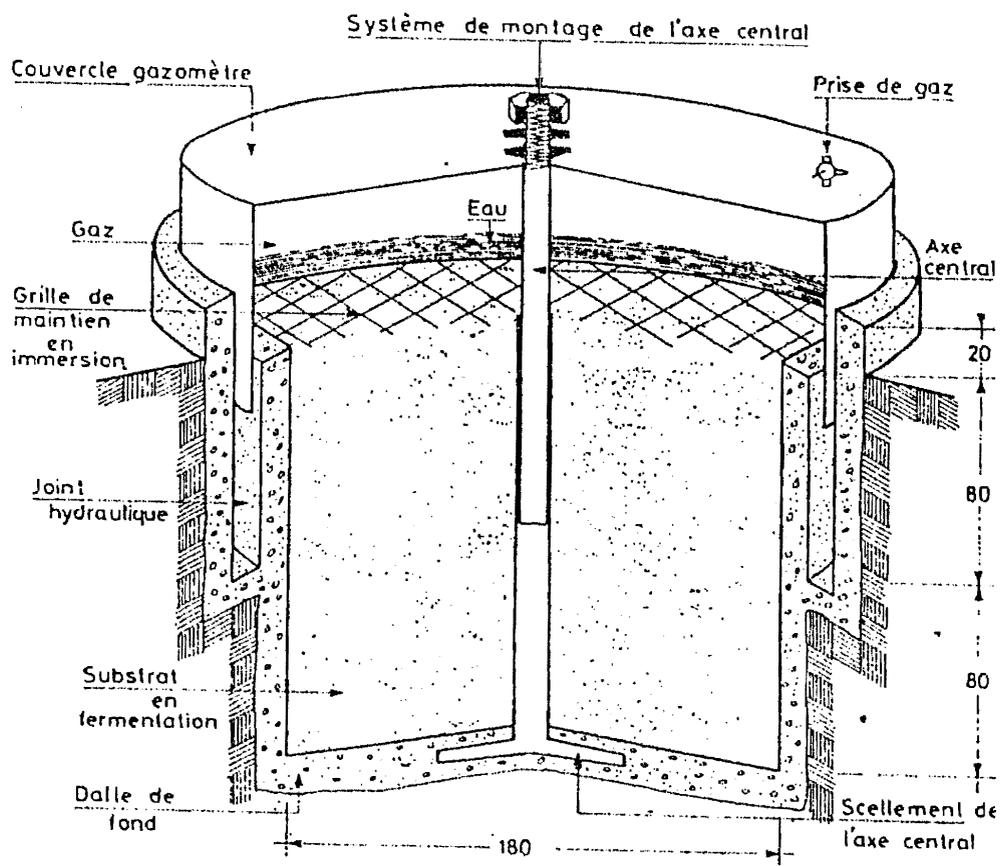


DIGESTEUR A ALIMENTATION CONTINUE



DIGESTEUR A ALIMENTATION DISCONTINUE

SCHEMA DU DIGESTEUR A ALIMENTATION DISCONTINUE



Capacité du fermenteur = 4 m<sup>3</sup>.

Capacité du gazomètre = 2 m<sup>3</sup>.

Production moyenne journalière en m<sup>3</sup> de gaz = 1 m<sup>3</sup>.  
(P = 5,5 g, T = 30°)

## ANNEXE I

### PRINCIPALES INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES DU MALI

**Branche et Secteur : 021 : Abattoirs, boucheries, charcuteries**

Abattoir frigorifique de Bamako	(1965) - Bamako
Abattoirs	(1980) - Kayes
Abattoir frigorifique	(1980) - Sévaré-Odem

**Branche et Secteur : 022 : Industries alimentaires, sucre**  
0222 : Sucrieries

Sucrierie Dougabougou	(1967) - Dougabougou
Sucrierie Séribala	(1976) - Séribala

**Branche et Secteur : 022 : Industries alimentaires, sucre**  
0223 : Confiseries

Grandes Confiseries du Mali	(1971) - Bamako
-----------------------------	-----------------

**Branche et Secteur : 022 : Industries alimentaires, sucre**  
0228 : Thé

Usine de thé de Farako	(1967) - Sikasso
------------------------	------------------

**Branche et Secteur : 023 : Industries de conserves, froid**  
0231 : Conserves de poissons, poissons fumés

Unité de conserves de poissons	(1970) - Mopti
--------------------------------	----------------

**Branche et Secteur : 023 : Industries de conserves, froid**  
0239 : Bouillons et potages

Fabrique de bouillon à cube SOMACUB	(1984) - Bamako
-------------------------------------	-----------------

**Branche et Secteur** : 023 : Industries de conserves, froid  
0232 : Jus de fruits

Société de Conserves Alimentaires du Mali (SOCAM) (1978) - Baguineda

**Branche et Secteur** : 023 : Industries de conserves, froid  
0238 : Aliments du bétail

Fabrique d'Aliments de Bétail de la SOMATEC (Koulikoro)

**Branche et Secteur** : 024 : Corps gras, produits huiliers  
0243 : Huileries

SEPAMA (1976) - Kita

HUICOMA (1980) - Koutiala

S.E.P.O.M. (1962) - Koulikoro

SIKA-MALI Ste Industrielle de karité (1984) (Bankoro)

**Branche et Secteur** : 024 : Corps gras, produits huiliers  
0245 : Industrie du lait

U.L.B. Union Latière de Bamako (1969)

**Branche et Secteur** : 025 : Travail des graines et farines  
0251 : Rizeries

Rizerie de Konlogotomo (1948) - Konlogotomo

Rizerie de Molodo (1952) - Molodo

Rizerie de N'Debougou (1977) - N'Debougou

Rizerie de Diafarabé (1977) - Diafarabé

Rizerie de Dioro (1981) - Dioro

Rizerie de Dogofri (1968) - Dogofri (Kourouma)

Rizerie de sévaré (1972) - Sévaré

**Branche et Secteur** : 025 : Travail des graines et farines  
0253 : Pâtes alimentaires

SOMABIPAL (1970) - Bamako

**Branche et Secteur** : 025 : Travail des graines et farines  
0252 : Meuneries, semouleries, produits  
amylacés

Les Grands Moulins du Mali (1984) - Koulikoro

**Branche et Secteur** : 025 : Travail des graines et farines  
0254 : Boulangeries, pâtisseries, biscui-  
teries

Il existe une trentaine de boulangerie dans l'ensemble du  
pays.

**Branche et Secteur** : 026 : Boissons, glaces, tabac

**Branche et Secteur** : 026 : Boissons, glaces, tabac  
0262 : Boissons gazeuses

Ste des Ets Robert de Livry (LIDO) (1957) - Bamako

SOMALIBO (1963) - Bamako

BRAMALI (1985) - Banankoro

**Branche et Secteur** : 026 : Boissons, glace et tabac  
0263 : Glaces alimentaires

Unité de glace alimentaire SIGMA (1980) - Bamako

**Branche et Secteur** : 026 : Boissons, glace, tabac  
0265 : Tabac

Fabrique de cigarettes DJOLIBA (1965) - Bamako

**Branche et Secteur** : 026 : Boissons, glaces, tabac  
0266 : Allumettes

Fabrique d'allumettes ECLAIR (F.A.E.) SONATAM (1967) - Bamako

**Branche et Secteur** : 026 : Boissons, glaces, tabac  
0267 : Distilleries, apéritifs et liqueurs

Str Azar et Frères - Bamako

**Branche et Secteur : 110 : Textiles**

Compagnie Malienne de Textiles (1968) - Ségou  
I.T.E.M.A. (1972) - Bamako

**Branche et Secteur : 110 : Textiles**

1102 : Coton

Usine d'égrenage de Coton CMDT (1974) - Bamako

Usine d'égrenage de Coton CMDT (1977) - Bougouni

Usine d'égrenage CMDT (1969) - Fana

Usine d'égrenage I, II, III - CMDT (61.65.71) (1971) - Koutiala

Usine d'égrenage de Coton CMDT (1978) - Sikasso

**Branche et Secteur : 112 : Cuir**

1121 : Tanneries industrielles

Tannerie du Mali TAMALI (1969) - Bamako

Tanneries Providence maliennes TAPROMA (1977) - Kayes

**Branche et Secteur : 113 : Chaussures**

1132 : Chaussures en caoutchouc, toile,  
plastique

**Branche et Secteur : 114 : Sacherie**

Société Malienne de Sacherie SOMASAC (1971) - San

**Branche et Secteur : 121 - Bois, ameublement, divers**

1214 : Ameublement et literie

**Branche et Secteur : 122 : Papiers, cartons, fournitures de  
bureau**

123 : Papiers et cartons

Société Malienne d'Emballage en papier carton SOMEFAC (1979) - Bamako

QUELQUES TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION ET  
TRANSFORMATION DES FRUITS ET LEGUMES AU MALI

1. CONSERVATION DES OIGNONS

11. Conservation des oignons par séchage

- A la récolte : on cesse d'arroser ou d'irriguer les plantes de 15 à 20 jours avant la récolte.
- A maturité, on coupe les feuilles des oignons au ras du sol, afin de permettre une croissance plus rapide des bulbes et hâter leur maturité. La durée du séjour en terre avant récolte est de 1 à 2 semaines.
- Saupoudrage de cendre de bois sur la cicatrice et aux alentours, pour éviter les risques d'attaques de certains insectes (Ex : sauterelles lépreuses).
- Récolte des bulbes à la main ou à l'aide de daba si le sol est compact.
- Séchage : on laisse sécher les bulbes par terre durant 2 à 3 jours. Il est préférable de les faire sécher à l'ombre.
- Nettoyage des bulbes : enlever la terre et les pellicules externes détachées de la bulbe avant de les stocker.
- Conservation en grenier : les oignons sont étalés en minces couches sur les étagères d'un grenier aéré. Il faut veiller de temps en temps, à enlever les bulbes pourris afin qu'ils ne contaminent pas les autres.
- Conservation en filet : les bulbes sont conservés dans un filet ou un sac à grosses mailles, à l'ombre dans un vestibule bien aéré.

### **Quelques variantes :**

- \* envelopper les bulbes d'oignons dans de la paille de fonio avant de les placer dans un filet ou sacs,
- \* ou les bulbes d'oignons sont entourés de graines de coton (action insectifuge) mises en filet ou en sacs.

### **- Conservation enalebasse :**

Dans une grandealebasse, on alterne successivement une couche de sable fin ; puis fermer laalebasse. Cette technique est délicate, car si il y a trop de sable, les oignons pourrissent.

## **12. Préparation de la poudre et des boules d'oignons**

Cette technique est surtout utilisée dans le pays Dogon, elle permet de conserver les oignons sous une forme où les risques de pertes sont faibles. Les oignons sont ainsi transformés en période de forte production (Février-mars).

### **- Mode opératoire :**

- **Récolter** les oignons à la maturité ; découper la partie aérienne ; déterrer les bulbes et les laisser sécher sur le sol une journée ; nettoyer les bulbes (ôter la terre et la membrane fine superficielle).
- **Pillage** : écraser les bulbes (entre 2 pierres par ex.) puis piler les bulbes écrasés dans un mortier jusqu'à obtention d'une pâte.

### **a. Préparation de poudre d'oignon**

- faire sécher la pâte au soleil puis la griller à sec ou avec un peu de beurre de karité dans une marmite et piler le produit obtenu.
- conserver la poudre dans une boîte hermétique.
- cette poudre peut être directement utilisée pour préparer la sauce avec le soumbala.

## **b. Confection de boules**

- façonner des petites boules (2 à 3 cm de diamètre) avec la pâte obtenue.
- les laisser sécher au soleil, sur des pierres pendant 1 semaine.
- conserver les boules dans un endroit n'ayant pas déjà contenu du mil (risque d'attaque de vers).
- avant utilisation, on devra griller et piler les boules.

## **2. CONSERVATION DES TOMATES**

### **21. Conservation des tomates par séchage**

Il s'agit d'une technique simple et connue, très utilisée dans de nombreux endroits du Mali permettant de conserver les excédents de tomates à peu de frais ou d'éviter de vendre en période de surproduction lorsque le prix de vente est trop faible.

#### **- Mode opératoire**

- . choisir des tomates bien mûres et non abîmées,
- . les couper en deux et enlever les graines,
- . faire sécher les tomates au soleil pendant une semaine,
- . conserver les tomates, soit en morceaux, soit pilées (la poudre obtenue après tamisage est conservée dans un récipient bien fermé),
- . avant utilisation, tremper les tomates séchées en morceaux pendant quelques instants dans l'eau bouillante pour les réhydrater.

### **22. Préparation du concentré de tomates**

#### **Mode opératoire**

- couper les tomates bien mûres en morceaux et enlever les grains,

- broyer les morceaux de tomates en un pâte,
- essorer la pâte ainsi obtenue dans un chiffon propre,
- faire cuire la pâte jusqu'à l'évaporation complète de l'eau,
- conserver ce concentré dans un récipient muni de couvercle et recouvert d'une couche d'huile (pour éviter le développement des moisissures à la surface du concentré).

La préparation du "tomati n'doro" ou "tamati lokoti" est connue dans l'ensemble du Mali avec de légères variantes.

### **3. CONSERVATION DES AUTRES LEGUMES**

#### **31. Séchage des feuilles de choux**

- tremper quelques minutes les feuilles de choux dans l'eau bouillante,
- les égoutter,
- enfiler les feuilles sur une corde et les suspendre au soleil jusqu'à ce que les feuilles deviennent cassantes (une journée environ),
- conserver les feuilles dans des sacs ou linges.

#### **32. Séchage des carottes**

- découper les carottes en fines rondelles : (2 à 3 mm d'épaisseur environ),
- les étaler au soleil sur un grillage moustiquaire (par ex.) surélevé du sol, hors de portée des animaux (durée de séchage 1 jour),
- conserver les rondelles séchées dans des sacs ou linges.

### **4. TRANSFORMATION DES FRUITS**

#### **Préparation du jus de mangue**

- éplucher les mangues bien mûres et les plonger dans un seau plein d'eau propre ; laisser les mangues dans ce bain pendant 30 minutes,

- brasser les mangues jusqu'à débarrasser complètement les pulpes des noyaux (bien laver les mains auparavant),
- enlever les noyaux du liquide,
- filtrer le liquide à travers un tamis très fin,
- faire bouillir le liquide tamisé dans une marmite posée sur le feu pendant 1 heure et terminer la cuisson à petit feu doux (15 minutes),
- laisser refroidir le jus,
- le jus obtenu est utilisé comm boisson et sert à sucrer les aliments (bouillies de mil, crème),
- en laissant le jus fermenter (2 à 3 jours) on obtient du "vin de mangue",
- durée de conservation :
  - . jus de mangue 2 jours environ
  - . vin de mangue 3 à 4 jours.

## ANNEXE III

### TECHNIQUES DE SECHAGE DE TABAC EXPERIMENTEES AU MALI

par la Section de Recherches sur le Tabac et les Plantes  
Nouvelles (SRTPN)

---

**1. LES TABACS DE TYPES SECHES A L'AIR** (Burley et Paraguay) ont été traités dans les séchoirs dits "paysans" avec le toit en chaume et les tabacs spéciaux dans les séchoirs particuliers.

**2. POUR LES TABACS NOIRS SECHES AU FEU DIRECT** (Kentucky Fire-curing) certaines dispositions sont nécessaires lorsque les feuilles ont atteint leur maturité physiologique.

- ne pas trop rapprocher les panneaux à la mise en pente (risque de pourriture des feuilles du milieu).
- maintenir une bonne hygrométrie (90 à 100 %) pendant les premières phases du traitement (flétrissement - jaunissement et début du brunissage) en arrosant le plancher avec de l'eau.
- allumer le feu après javelage des feuilles (environ 72 heures après la récolte) ce qui permet aux feuilles d'amorcer la phase du jaunissement.
- augmenter la fumée à l'aide de la sciure de bois humidifiée.
- fermer les chambres les soirs pour permettre l'assouplissement des feuilles.

Ainsi la phase de brunissement prendra environ 9 journées et la durée totale du traitement 15 journées.

**3. QUANT AUX TABACS SECHES A L'AIR CHAUD** (Virginie flue-curing) le traitement à la chaleur est continu et commence dès le jour de la récolte. Il peut durer 9 heures ainsi réparties :

- jaunissement : environ 34 heures avec une température variant entre 30°C et 36°C et une hygrométrie qui décroît de 100 % à 75 % vers la fin de la phase.
- fixation du jaune et séchage du limbe : 35 heures (température et hygrométrie variant en sens inverse jusqu'à 50°C et 50 %).
- réduction des côtes durant 24 heures avec une forte température et une faible hygrométrie.

Les résultats d'analyses de laboratoire concernant les échantillons de tabacs de la contre saison et de l'hivernage montrent que les échantillons de la culture d'hivernage présentaient des taches de cercosporiose avec un taux élevé d'azote ; ils étaient le plus souvent irritants.

Pour l'ensemble des échantillons le taux de nicotine est acceptable, la combustibilité bonne, le goût et l'arôme passables.

**Tableau 16 : Caractéristiques technologiques des tabacs cultivés au Mali.**

VARIETES	ASPECT	NICOTINE %	AZOTE %	INFLAMMA- BILITE	AROME	GOUT	FORCE
Kentucky 104	bon	1,13	4,05	bonne	passable	a. bon	peu irritant
Paraguay	moyen	0,72	1,82	bonne	a. bon	passable	peu irritant
Burley 21	moyen	1,05	2,18	bonne	passable	a. bon	peu irritant
Bright Cospaia	bon	1,05	3,29	passable	a. bon	a. bon	peu irritant

## 1. LES VARIETES VULGARISEES A L'OHV

Kentucky 104 (K104) - 1 800 kg/ha (tabacs noirs séchés au feu direct)

Paraguay (P) - 1 900 kg/ha (tabacs noirs séchés à l'air)

Burley 21 (Bu21) - 1 800 kg/ha (tabacs clairs séchés à l'air)

Bright Cospaia (Bco)- 1 800 kg/ha (tabacs séchés à l'air chaud).

## 2. RENDEMENTS DES PRINCIPALES VARIETES EN EXPERIMENTATION

TYPES	VARIETES	CODES	RENDEMENTS(KG/Ha)		OBSERVATIONS
			1980-81	1981-82	
	Burley Harwin	BuHw	1531	1357	Produit
	Burley 21	Bu 21	1781	1393	Assez bon
LIGHT	Banket A1	BA1	1593	1321	
AIR	Ky 61 Burley	Ky 61 Bu	1221	1429	50 % 1ère qualité
CURED	Ky 16 Burley	Ky 16 Bu	1031	2143	35 % 2e qualité
	KLN Burley	KLN Bu	1281	1571	
	Haranova Burley	H Bu	406	1786	
	Paraguay clara	PC	1875	1550	
	P.B91	P B91	843	1563	
DARK	Rio grande	RG	2463	2011	
AIR	Galpao	GA	2781	764	Assez bon
CURED	Irabourbon N1	IRN1	1321	1250	
	Connecticut	CO	593	375	
	Soumatra cameroun	SC	312	573	
	Havana 211	H211	-	78	
	PS 101	PS 101	-	1250	



